



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Estatística

**Análise dos Factores Associados a
Mortalidade Fetal em Moçambique**

Autor: Gálio António De Magalhães Nguetsa

Maputo, Agosto de 2024



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Estatística

Análise dos Factores Associados a
Mortalidade Fetal em Moçambique

Autor: Gálio António De Magalhães Nguetsa

Supervisor: Manuel Guilherme Cumbe, MSc UP

Maputo, Agosto de 2024

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o presente Trabalho de Licenciatura, é resultado da minha investigação e que o processo foi concebido para ser submetido apenas para a obtenção do grau de Licenciado em Estatística, na Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Agosto de 2024

(Gálio António De Magalhães Nguetsa)

Dedicatória

Dedico este trabalho para toda a minha família, em especial aos meus progenitores, António Nguetsa e Maria De Lurdes Come pelo apoio financeiro, emocional, pelos ensinamentos, por terem confiado em mim e apostado nos meus sonhos.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço à Deus pela oportunidade de adquirir conhecimento e experiências que me levaram até a conclusão deste trabalho.

À minha família que sempre torceu por mim, me apoiou em decisões e acreditou no meu potencial. Em especial minha mãe, Maria De Lurdes Come, meu pai António Nguetsa e à minha esposa Cristiana Mubai.

Ao amigo e companheiro Élton Lukwekwe pelo apoio dado durante toda jornada e especial na realização deste trabalho.

Ao Mestre Manuel Guilherme Cumbe pela sua orientação no desenvolvimento e conclusão deste trabalho, também pela sua dedicação e paciência.

À todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para o meu sucesso na carreira estudantil.

Resumo

Apesar dos avanços registrados na área da saúde, verifica-se que a morte fetal permanece como preocupação para os serviços públicos de saúde, pois por muito tempo, foi negligenciada e poucos investimentos foram feitos para sua redução. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) a morte fetal permanece como foco de preocupação para os serviços públicos de saúde, principalmente em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, pois aproximadamente 2,6 milhões de óbitos fetais ocorreram a nível mundial em 2015.

A mortalidade fetal continua a ser um importante desafio de saúde pública em Moçambique. Várias actividades têm sido realizadas, desde a sua inclusão em programas do governo para um maior cometimento e suporte institucional. Intra e intersectorial, com envolvimento de todos os ministérios, parcerias nacionais, ONGs, Nações Unidas e comunidades. Assim, o presente trabalho pretende identificar os principais factores que contribuem para a mortalidade fetal em Moçambique e produzir um modelo capaz de estimar a probabilidade de sua ocorrência. Para o devido efeito, foi aplicada a análise de Regressão Logística que é uma técnica avalia a probabilidade de ocorrência de determinado evento e como cada variável exerce influência no resultado do evento estudado.

A amostra continha originalmente 1.377 variáveis e 33.900 observações. Após a seleção de variáveis relevantes para o estudo, foram escolhidas 46 variáveis. Depois do processo de limpeza e organização dos dados, o conjunto de dados finais consistiu em 30.514 observações dos quais, a percentagem de bebés do sexo feminino é de 50,43%, enquanto a de bebés do sexo masculino é de 49,57%.

O estudo revelou que diversos factores estão associados a mortalidade fetal. Estes incluem a idade da mãe, infeções durante a gravidez, histórico de abortos prévios, e mortes fetais anteriores. O nível educacional da mãe também se destaca, com mães com maior nível educacional apresentando menor risco. Outros factores importantes são o quintil de riqueza, religião, estado civil, região geográfica, acesso a cuidados de saúde e informações sobre saúde materna. O estresse psicológico, consumo de álcool e drogas, tabagismo, e exposição 'a violência doméstica durante a gravidez foram identificados como factores de risco significativos. A presença de profissionais de saúde durante o parto e cuidados pré-natais deficientes também foram determinantes críticos.

Palavras-chave: Mortalidade Fetal, Regressão Logística e Factores de Risco

Abstract

Despite the advances made in the area of health, it appears that fetal death remains a concern for public health services, as it was neglected for a long time and few investments were made to reduce it. According to the World Health Organization (WHO), fetal death remains a focus of concern for public health services, especially in underdeveloped and developing countries, as approximately 2.6 million fetal deaths occurred worldwide in 2015.

Fetal mortality continues to be an important public health challenge in Mozambique. Various activities have been carried out, from its inclusion in government programs to greater commitment and institutional support. Intra and intersectoral, with the involvement of all ministries, national partnerships, NGOs, the United Nations and communities.

Therefore, the present work aims to identify the main factors that contribute to fetal mortality in Mozambique and produce a model capable of estimating the probability of its occurrence. For this purpose, Logistic Regression analysis was applied, which is a technique that assesses the probability of occurrence of a given event and how each variable influences the outcome of the studied event.

The sample originally contained 1,377 variables and 33,900 observations. After selecting relevant variables for the study, 46 variables were chosen. After the data cleaning and organization process, the final dataset consisted of 30,514 observations of which, the percentage of female babies is 50.43%, while that of male babies is 49.57%.

The study revealed that several factors are associated with fetal mortality. These include the mother's age, infections during pregnancy, history of previous miscarriages, and previous fetal deaths. The mother's educational level also stands out, with mothers with a higher educational level presenting a lower risk. Other important factors are wealth quintile, religion, marital status, geographic region, access to health care, and maternal health information. Psychological stress, alcohol and drug consumption, smoking, and exposure to domestic violence during pregnancy were identified as significant risk factors. The presence of healthcare professionals during birth and poor prenatal care were also critical determinants.

Keywords: Fetal Mortality, Logistic Regression and Risk Factors

Índice

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Definição de Problema	2
1.3	Objectivos do estudo	3
1.3.1	Geral	3
1.3.2	Específicos	3
1.4	Relevância do estudo	4
1.5	Estrutura do Trabalho	4
2	REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1	Mortalidade fetal	6
2.1.1	Definição e Etiologia da Mortalidade Fetal e Perinatal	6
2.1.2	Fatores Associados à Mortalidade Fetal	7
2.1.3	Consequências da Mortalidade Fetal	13
2.1.4	Mortalidade fetal em Moçambique e no Mundo	14
2.2	Técnica estatística	14
2.2.1	Modelo Linear Generalizado (MLG)	14
2.3	Modelos de Regressão Logística	16
2.3.1	Vantagens da regressão logística	16
2.3.2	Regressão Logística Simples	17
2.3.3	Regressão Logística Binária	19
2.3.4	Análise de Regressão Logística Múltipla	20
2.3.5	Poder de Classificação (ou Discriminação) do Modelo	22
2.3.6	Métodos para a Seleção do Modelo	23
2.3.7	Seleção de Variáveis para o Modelo	24
2.3.8	Testes de Significância do Modelo	25
2.3.9	Avaliação da qualidade do ajuste do modelo	27
2.3.10	Análise da Associação das Variáveis	28
2.3.11	Razão de Chances	28
2.3.12	Simulação Monte Carlo	29
2.4	Estudos relacionados	30

3	MATERIAL E MÉTODO	35
3.1	Classificação da pesquisa	35
3.1.1	Quanto à natureza da pesquisa	35
3.1.2	Quanto aos procedimentos técnicos	35
3.1.3	Quanto à abordagem ou método	36
3.1.4	Quanto aos Objectivos	36
3.2	Material	36
3.2.1	Descrição das variáveis	36
3.2.2	Software e Pacotes Utilizados	39
3.3	Métodos	39
3.3.1	Teste de Significância dos Coeficientes	39
3.3.2	Razão de Chances (Odds Ratio)	40
3.3.3	Avaliação da Qualidade do Ajuste do Modelo	41
3.3.4	Medidas Pseudo R^2	41
3.3.5	Teste de Wald	42
3.3.6	Matriz de confusão	42
3.3.7	Teste Hosmer e Lemeshow	43
3.4	Metodologia de Análise dos Dados	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	Análise descritiva da amostra	45
4.1.1	Distribuição Percentual do Sexo dos Bebês	45
4.1.2	Distribuição das percentagens segundo o Nível educacional mais alto da Mãe	46
4.1.3	Teste de associação entre as variáveis independentes e a variável dependente	46
4.2	Construção do modelo	48
4.2.1	Diagnostico do modelo	53
4.2.2	Teste de razão verossimilhança	53
4.2.3	Medidas de avaliação do ajuste do modelo fina	54
4.2.4	Teste de Hosmer e Lemeshow para o modelo final	54
4.2.5	Tabela de classificação do modelo Final	54
4.3	Discussão dos Resultados	55
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	60
5.1	Conclusões	60
5.2	Recomendações	61
5.3	Limitações do Estudo	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

Lista de Abreviaturas

AIC	Critério de Informação de Akaike
IDS	Inquérito Demográfico e de Saúde
INE	Instituto Nacional de Estatística
OMS	Organização Mundial de Saúde
USAID	Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional
MISAU	Ministério da Saúde
DHS	Demographic and Health Surveys
IAGCME	Inter-Agency Group for Child Mortality Estimation
PAR	Plano de Accão para cada Recémnascido

Lista de Figuras

2.1	Estrutura de análise dos determinantes da mortalidade fetal (adaptado de Mosley e Chen, 1984)	8
4.1	Distribuição percentual do sexo dos Bebês	45
4.2	Distribuição das percentagens segundo o Nível educacional mais alto da Mãe	46
4.3	Análise dos resíduos	53
4.4	Curva ROC	55

Lista de Tabelas

2.1	Tabela de ligações canônicas do modelo linear generalizado	16
2.2	Tabela de Classificação	22
2.3	Valores Indicativos da Área sob a Curva de ROC	23
3.1	Descrição das variáveis	37
3.2	Tabela de classificação	43
4.1	Teste qui-quadrado para variáveis	47
4.2	Estimacao dos parametros do modelo	49
4.3	Teste de razão verossimilhança	54
4.4	Medidas de avaliação do ajuste do modelo final	54
4.5	Teste de Hosmer e Lemeshow para o modelo final	54
4.6	Tabela de classificação do modelo Final	55

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

Este capítulo fornece uma introdução abrangente ao estudo sobre factores associados à morte fetal em Moçambique. São apresentados o contexto lógico e relevante do problema de pesquisa, a relevância do estudo é discutida em termos de impacto social e de saúde materno-infantil. Os objectivos específicos são delineados, visando entender os principais determinantes da mortalidade fetal e contribuir para estratégias eficazes de prevenção.

1.1 Contextualização

A gravidez e o parto são experiências especiais na vida da mulher e do seu parceiro, envolvendo também suas famílias e a comunidade. A gestação e o parto são eventos que constituem uma experiência humana das mais significativas, com potencial enriquecedor para todos que dela participam. No entanto, eventos inesperados podem ocorrer durante a gestação e no parto, os quais poderão vir a determinar ameaça à vida materna, podendo ocasionar a perda fetal, (Telles, 2002).

Segundo Almeida *et al.*, (2006), o Ministério da Saúde define óbito fetal ou nascido morto/natimorto como a morte do conceito antes que o produto da gestação seja extraído do corpo materno, seja qual for a duração da gravidez. O óbito fetal pode ser dividido em precoce, intermediário e tardio. O óbito fetal precoce é aquele que acontece antes da 20^a semana gestacional (aborto); o óbito fetal intermediário é aquele que acontece com idade gestacional entre a 20^a e 28^a semana; e é considerado óbito fetal tardio aquele com idade gestacional acima da 28^a semana ou com peso ao nascer acima de 1000g. Conforme Calcognoto *et al.*, (2013), Para fins de estatísticas de mortalidade fetal, são considerados somente os óbitos que ocorrem a partir da 22^a semana completa de gestação (154 dias), correspondendo a morte de fetos com peso de 500 gramas ou mais e/ou estatura igual ou superior a 25 cm. Sua avaliação é feita através do cálculo do coeficiente de natimortalidade, com base no número de óbitos fetais dividido pelo número de nascimentos totais (vivos e óbitos fetais) de mães que residem no local e período considerados.

A mortalidade fetal é um problema de saúde pública crítico em Moçambique, refletindo as desigualdades no acesso e na qualidade dos serviços de saúde materno-infantil. De acordo com as estatísticas recentes, a taxa de mortalidade fetal em Moçambique é de aproximadamente 30 mortes por 1.000 nascimentos, um número significativamente superior à média global de cerca de 13 mortes por 1.000 nascimentos (UNICEF, 2019). Este fenômeno tem um impacto profundo nas famílias e comunidades, resultando em consequências emocionais, sociais e econômicas significativas (Save the Children, 2020).

Estudos anteriores de UNICEF & Linha Fala Criança, (2021); Colonna, (2019), destacam uma série de fatores que podem influenciar a mortalidade fetal, incluindo características demográficas das mães, condições socioeconômicas, acesso a serviços de saúde, comportamentos de risco durante a gravidez e condições de saúde pré-existentes. Por exemplo, pesquisas de UNICEF, (2021); Tomer, (2014); Britto *et al.*, (2016), indicam que mães com baixo nível educacional e baixo status socioeconômico apresentam um risco aumentado de mortalidade fetal, com taxas que podem ser até 50% mais altas em comparação com suas contrapartes mais favorecidas. Além disso, infecções durante a gravidez e histórico de abortos prévios estão associados a um risco significativamente maior de mortalidade fetal, chegando a aumentar a probabilidade em até 40%, (Seidenfeld *et al.*, 2019) .

Para investigar essa questão, esta pesquisa utilizará a regressão logística como método estatístico principal. A regressão logística é particularmente adequada para modelar a relação entre um conjunto de variáveis independentes e uma variável dependente binária, como a ocorrência de mortalidade fetal. Este método permitirá identificar os fatores que têm uma associação estatisticamente significativa com a mortalidade fetal, oferecendo insights valiosos para a tomada de decisões em saúde pública.

1.2 Definição de Problema

Apesar dos avanços significativos nas áreas de obstetrícia e neonatologia nas últimas décadas, a mortalidade fetal continua sendo um desafio substancial, especialmente em países em desenvolvimento. A morte do feto no útero é um indicador crítico do insucesso do processo gestacional e representa uma falha tanto para a gestante quanto para os profissionais de saúde responsáveis por seu cuidado. Esta realidade destaca a necessidade urgente de uma compreensão mais aprofundada dos fatores que contribuem para a mortalidade fetal, com o objetivo de melhorar os resultados gestacionais e reduzir a mortalidade perinatal globalmente, (MISAU, 2021).

Em Moçambique, a taxa de nados-mortos é alarmantemente alta, estimada em 21,7 por 1.000 nascimentos totais (IAGCME, 2020). Com uma intensificação dos esforços, há uma chance de que Moçambique possa atingir a meta nacional de 16 por 1.000 nados-vivos até

2030 (UNICEF, 2021).

A mortalidade neonatal é particularmente elevada entre meninas adolescentes, refletindo também a alta taxa de mortalidade materna nesse grupo etário. As mortes neonatais frequentemente ocorrem em hospitais centrais (44%) e provinciais (36%), onde os recursos são mais adequados, indicando uma possível falha no atendimento nas fases iniciais da gestação e parto. Em áreas rurais, a situação é ainda mais crítica: auditorias de 2017 revelaram que a falta de eletricidade e a má conservação de equipamentos médicos, juntamente com a insuficiência nas competências dos profissionais de saúde, contribuem significativamente para as altas taxas de mortalidade neonatal (MISAU, 2021).

Os dados administrativos do MISAU apontam que as principais causas de mortalidade fetal em Moçambique incluem prematuridade, asfixia grave, sepse neonatal, broncopneumonia, hipoglicemia e tamanho pequeno para a idade gestacional. Essas causas estão alinhadas com as tendências globais, mas, em Moçambique, 30% das mortes neonatais ocorrem nas primeiras 24 horas de vida (MISAU, 2017; Blencowe & Cousens, 2013). Muitas dessas mortes são evitáveis através da melhoria da qualidade dos cuidados durante o parto, acesso adequado à vacinação contra o tétano, e práticas corretas de cuidados térmicos e higiene das mãos (Blencowe & Cousens, 2013; Share International Foundation, 2015; Plano de Ação para cada Recém-nascido, MISAU, 2021).

Portanto, a questão central que esta pesquisa busca responder é: ***Quais são os fatores associados à mortalidade fetal em Moçambique?***

1.3 Objectivos do estudo

1.3.1 Geral

Analisar os factores associados à morte fetal em Moçambique.

1.3.2 Específicos

- Descrever as características sociodemográficas e socioeconómicas da amostra estudada, com ênfase nas variáveis relevantes para a mortalidade fetal em Moçambique;
- Verificar a associação entre a variável morte fetal e outros factores estudados;
- Identificar os principais factores determinantes que contribuem para a mortalidade fetal em Moçambique, utilizando especialmente regressão logística;
- Estimar a probabilidade de ocorrência de morte fetal com base nos factores identificados como significativos.

1.4 Relevância do estudo

Este estudo é de grande relevância para a saúde pública em Moçambique, pois aborda diretamente a alta taxa de mortalidade fetal no país. Ao identificar os fatores de risco associados à mortalidade fetal, o estudo fornecerá dados essenciais para a formulação de políticas de saúde mais eficazes e a implementação de intervenções direcionadas. Isso não só contribuirá para a redução das mortes fetais, mas também melhorará a saúde materna e infantil, diminuindo os impactos socioeconômicos negativos e aumentando o bem-estar das famílias moçambicanas. Além disso, a utilização de métodos estatísticos rigorosos, como a regressão logística, enriquecerá a literatura científica existente e ajudará a preencher lacunas importantes no conhecimento sobre a mortalidade fetal em contextos de baixa renda.

A relevância deste estudo também se estende à melhoria dos serviços de saúde e à educação da população. Ao identificar lacunas no atendimento pré-natal e no sistema de saúde, o estudo poderá orientar melhorias na formação de profissionais de saúde e na prestação de serviços, tornando-os mais acessíveis e inclusivos. Os resultados poderão ser usados em campanhas de conscientização para informar as gestantes sobre práticas de gravidez saudável, além de orientar programas de intervenção mais eficazes e direcionados. Em resumo, este estudo tem o potencial de promover mudanças significativas na saúde pública em Moçambique, com impactos positivos duradouros na saúde materna e infantil.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos apresentados na sequência abaixo:

- I. **Capítulo I: Introdução-** este capítulo introduz o tema dos factores associados à morte fetal em Moçambique, contextualizando-o com uma análise lógica e relevante. É apresentado o problema de pesquisa, a importância do estudo e os objectivos específicos a serem alcançados.
- II. **Capítulo II: Revisão de Literatura-** neste capítulo, são apresentados os conceitos fundamentais relacionados aos factores associados à morte fetal. É realizada uma revisão crítica da literatura existente, abordando estudos anteriores sobre determinantes da mortalidade fetal em contextos similares, incluindo factores maternos, obstétricos, socioeconómicos, e de assistência ao parto. São discutidos também os Modelos Lineares Generalizados (MLG), com ênfase na Regressão Logística, cobrindo desde os conceitos básicos até a selecção e diagnóstico do modelo.
- III. **Capítulo III: Material e Métodos-** neste capítulo, são detalhadas a fonte de dados utilizada e as variáveis relevantes para o estudo dos factores associados à morte fetal em Moçambique. É descrita a metodologia aplicada, com foco na aplicação de modelos estatísticos, como a regressão logística, para análise dos factores associados.

- IV. **Capítulo IV: Resultados e Discussão-** este capítulo apresenta os resultados da análise estatística dos dados colectados, incluindo a aplicação da regressão logística para identificar os factores mais significativos associados à morte fetal em Moçambique. São discutidas as implicações dos resultados encontrados, comparando-os com estudos anteriores e explorando suas ramificações para a saúde pública.
- V. **Capítulo V: Conclusão e Recomendações-** neste capítulo, são apresentadas as conclusões do estudo sobre factores associados à morte fetal em Moçambique. São destacados os principais achados, as limitações do estudo e são fornecidas recomendações relevantes para políticas públicas e práticas de saúde, visando a redução da mortalidade fetal no país.

Capítulo 2

REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, são explorados os conceitos fundamentais e revisões críticas sobre os factores associados à morte fetal em Moçambique. São analisados estudos anteriores que investigaram determinantes como factores maternos, obstétricos, socioeconômicos e de assistência ao parto. A revisão inclui uma análise dos Modelos Lineares Generalizados (MLG), com ênfase na Regressão Logística, para compreender como esses modelos podem ser aplicados na identificação e análise dos factores de risco.

2.1 Mortalidade fetal

2.1.1 Definição e Etiologia da Mortalidade Fetal e Perinatal

O óbito fetal é definido como a morte de um produto da concepção antes da expulsão ou extração completa do corpo da mãe, com peso ao nascer igual ou superior a 500 gramas. Quando não houver informações sobre o peso ao nascer, deve-se considerar a idade gestacional de 22 semanas ou mais. Na ausência de informações sobre peso ao nascer e idade gestacional, considera-se o comprimento corpóreo de 25 centímetros da cabeça ao calcanhar (Nogueira, 2010).

A mortalidade perinatal é um indicador de saúde importante para a avaliação do ciclo grávido-puerperal e para a saúde global de uma população. A Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1972, conceituou morte perinatal como a soma dos óbitos intra-uterinos (mortalidade fetal) e neonatais até sete dias, de conceptos com mais de 28 semanas de idade gestacional ou com peso a partir de 1 kg. Já o Comitê Perinatal da Federação Internacional de Ginecologia e Obstetrícia, em 1982, definiu-a como a soma das mortes intra-uterinas de conceptos com mais de 22 semanas de idade gestacional ou com peso a partir de 500g, e neonatais até quatro semanas. A partir da 10^a revisão da Classificação Internacional de Doenças, o período perinatal começa quando se completa a 22^a semana de gestação e termina quando completados sete dias do nascimento (OMS, 1972).

A partir daí, a Organização Mundial de Saúde e a Federação Internacional de Ginecologia e Obstetrícia chegaram a um consenso sobre o indicador da mortalidade perinatal, que é medida pela soma das perdas fetais tardias a partir de 22 semanas com as mortes neonatais até sete dias, dividida pela soma das perdas fetais tardias com o número de nascidos vivos. Verifica-se, então, que ficam prejudicadas as comparações com estudos anteriores a este consenso, que computavam somente as perdas fetais a partir da 28^a semana ou 1 kg de peso. Ademais, a inclusão das perdas fetais a partir da 22^a semana ou 500g torna mais completa a informação (OMS, 1972; FIGO, 1982).

A etiologia da mortalidade fetal é multifatorial, podendo envolver uma combinação de fatores sociais, econômicos, biológicos, culturais e falhas do sistema de saúde. Dificilmente um fator de risco para morte fetal pode ser identificado de forma isolada, uma vez que normalmente existe a atuação conjunta de fatores fetais, maternos e sociais (Pessoa *et al.*, 2015). Dessa forma, a avaliação da associação de mortes perinatais com as variáveis obstétricas e fatores maternos relacionados pode ajudar a identificar os principais fatores de risco e, indiretamente, mensurar a qualidade da assistência prestada às gestantes e neonatos.

2.1.2 Fatores Associados à Mortalidade Fetal

A mortalidade fetal é influenciada por uma variedade de fatores subjacentes. De acordo com Nogueira (2010), os fatores associados à mortalidade fetal incluem aspectos genéticos, socioeconômicos, complicações durante a gravidez, estilo de vida materno, estado nutricional materno e assistência pré-natal. Além disso, Boas (2016), destaca que fatores como tabagismo, baixo nível educacional materno, idade materna jovem, estado civil, ganho de peso inadequado durante a gestação, hipertensão arterial, infecções do trato geniturinário, paridade e um número reduzido de consultas de pré-natal são particularmente relevantes.

Mulheres que enfrentam condições socioeconômicas desfavoráveis e, conseqüentemente, têm acesso limitado à educação, frequentemente têm maiores dificuldades na obtenção de uma nutrição adequada. Esse cenário não se deve apenas ao baixo poder aquisitivo, mas também à falta de conhecimento sobre a alimentação saudável e suas necessidades durante a gestação. Como observado por Paula *et al.*, (2010), a pobreza é um dos principais fatores associados a altos índices de mortalidade neonatal e pós-neonatal, impactando desproporcionalmente as classes sociais menos favorecidas.

2.1.

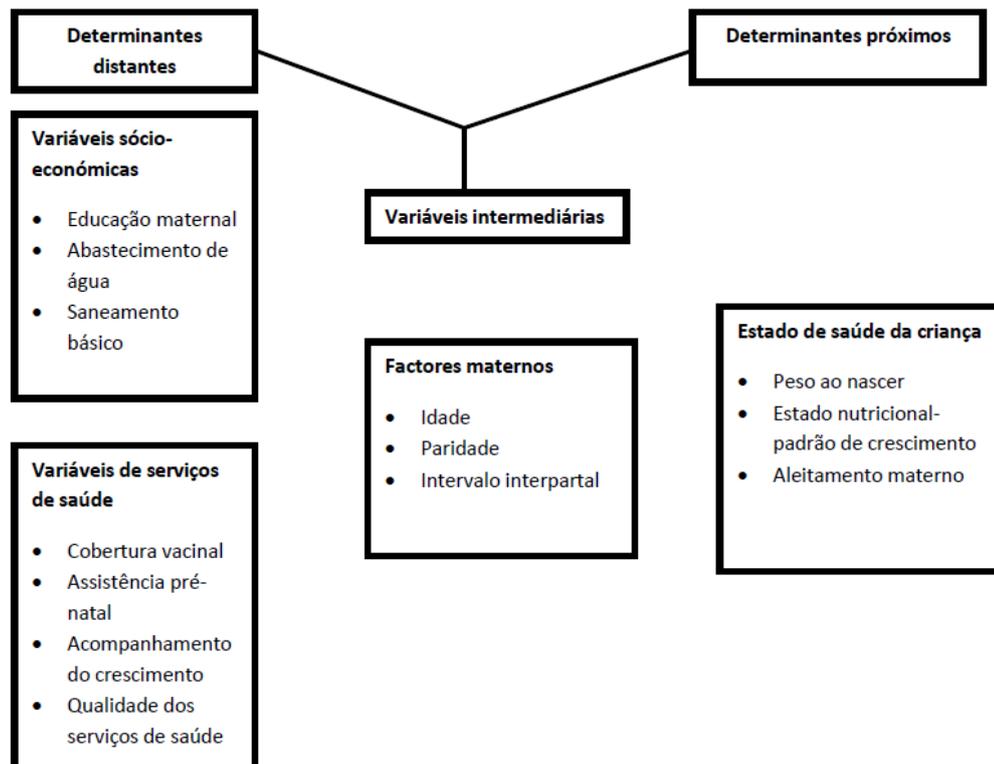


Figura 2.1: Estrutura de análise dos determinantes da mortalidade fetal (adaptado de Mosley e Chen, 1984)

Fatores Fetais e Anexiais

As anomalias congênitas, sejam estruturais ou cromossômicas, estão entre as principais causas de morte fetal. Um estudo caso-controlado americano demonstrou que, quando presentes, essas anomalias aumentam em cinco vezes o risco de morte fetal. O estudo relatou que, das anomalias congênitas resultantes em morte fetal, 30% eram cromossômicas e 87% eram estruturais. Entre estas últimas, as anomalias do Sistema Nervoso Central foram as mais frequentes (48%), enquanto que as anomalias gastrintestinais e cardíacas representaram, cada uma, 9% dos casos. Em Porto Alegre, estudos indicam que as malformações congênitas são cerca de três vezes mais frequentes em natimortos do que em nativos, Massango (2018).

Entre as causas anexiais de morte fetal, as principais são o descolamento prematuro de placenta, a placenta prévia e as funiculopatias. No estudo de Walles *et al.*, (2019), as complicações do cordão umbilical responderam por 18% das mortes fetais e o descolamento prematuro de placenta por 44% do obituário. Entre as funiculopatias, uma alteração rara citada na literatura médica é a constrição do cordão umbilical, causada pela ausência localizada da geléia de Wharton, com conseqüente estreitamento do cordão e espessamento das paredes vasculares, resultando em comprometimento do suprimento sanguíneo para o feto, acarretando anóxia e morte.

Fatores Socioeconômicos

Massango (2018), entre os diversos fatores que influenciam a mortalidade fetal, o nível socioeconômico materno é um dos mais relevantes. Em países em desenvolvimento, mulheres em idade fértil frequentemente vivem em condições socioeconômicas desfavoráveis, resultando em deficiências nutricionais. A alimentação inadequada durante a gestação é um aspecto crítico que pode elevar os riscos de mortalidade fetal, pois compromete o crescimento e o desenvolvimento do feto devido a carências nutricionais.

Segundo Nogueira (2010), os fatores sociais e econômicos têm um impacto direto na saúde materna e no progresso da gestação. Condições como empregos instáveis, cargas de trabalho excessivas, baixos salários e escasso nível educacional contribuem para um cenário de exclusão social e desemprego, o que, por sua vez, afeta negativamente a saúde tanto da mãe quanto do bebê. A localização geográfica, seja urbana ou rural, também desempenha um papel importante na mortalidade infantil, uma vez que influencia o acesso aos serviços de saúde. Mulheres que vivem em áreas urbanas tendem a ter maior facilidade de acesso ao transporte e a recursos financeiros para adquirir medicamentos, além de oportunidades educacionais que lhes permitem melhor alocação de recursos para a saúde infantil.

Massango (2018), destaca que, em Moçambique, há discrepâncias marcantes nos níveis de pobreza e bem-estar infantil, com indicadores mais negativos nas áreas rurais, especialmente nas regiões Norte e Centro, em comparação com as zonas urbanas e a região Sul do país.

Nogueira (2010), a falta de emprego estável e a baixa remuneração, muitas vezes, levam a uma insegurança financeira, dificultando a capacidade das mães em prover cuidados adequados durante a gestação e após o parto. A desigualdade de gênero e o acesso limitado a serviços de saúde também são fatores que exacerbam a situação, com mulheres em comunidades marginalizadas enfrentando barreiras adicionais para receber cuidados de saúde adequados.

De acordo com o relatório do IDS (2021), a prevalência de mortalidade fetal varia significativamente conforme a província de residência. Entre mães com menos de 20 anos, as províncias de Niassa, Cabo Delgado e Nampula apresentaram as maiores taxas, com 18%, 16% e 17%, respectivamente, enquanto Gaza e Maputo Cidade registraram as menores, com 10% e 11%.

Sgroi (2008), observa que a baixa escolaridade materna está fortemente ligada a indicadores de saúde negativos, incluindo um aumento no risco de mortalidade materna, fetal e infantil, além de prematuridade e menor número de consultas pré-natais. O índice de baixo peso ao nascer tende a reduzir conforme o nível de educação dos pais aumenta,

especialmente entre mães mais instruídas e com melhores condições financeiras.

O acesso a meios de comunicação, como rádio e televisão, facilita a disseminação de informações sobre cuidados durante a gestação, influenciando positivamente as práticas de cuidado entre as gestantes. Massango (2018), aponta que a proporção de mulheres sem acesso à educação caiu de 44% para 26% entre 2003 e 2015. Contudo, quase dois terços das mulheres e cerca da metade dos homens ainda não têm acesso a meios de comunicação, o que representa um desafio significativo para a disseminação de informações vitais sobre cuidados gestacionais e, por conseguinte, pode impactar a mortalidade fetal.

Fatores Demográficos

Os fatores demográficos relacionados à mortalidade fetal incluem aspectos como sexo do recém-nascido, estado civil, idade materna, nível educacional e origem étnica.

Em relação ao sexo do recém-nascido, Sgroi (2008), observa que a maioria das investigações indicou uma maior associação entre mortalidade fetal e crianças do sexo feminino. Costa *et al.*, (2014), corroboram essa análise, revelando que os recém-nascidos do sexo feminino apresentaram 59% mais chances de mortalidade fetal em comparação aos do sexo masculino. No entanto, estudos conduzidos por Moreira *et al.*, (2018), Desalegn (2015) e Mugambi (2010), não encontraram diferenças significativas entre os sexos em relação à mortalidade fetal, indicando que essa variável está fora do alcance da intervenção médica.

A idade da mãe durante a gestação é uma variável crucial, pois determina se a mulher se encontra em uma faixa etária de risco para mortalidade fetal. Segundo Desalegn (2015), um inquérito demográfico de saúde realizado na Etiópia em 2011 indicou que a mortalidade fetal está associada a mães com menos de 20 anos e aquelas entre 35 e 49 anos. Chermont *et al.*, (2019), também observaram uma associação significativa entre a idade avançada da mãe e a mortalidade fetal. Para gestantes adolescentes, Pessoa *et al.*, (2015), sugerem que a alimentação inadequada e o início tardio do pré-natal, influenciados por normas sociais, são fatores que contribuem para essa mortalidade. Por outro lado, mães mais velhas apresentam riscos de saúde que podem resultar em complicações, como o parto prematuro.

O estado civil da mãe, especialmente se ela é solteira, é um fator relevante a considerar. A ausência do pai pode acarretar menor estabilidade econômica e suporte emocional, elevando o risco de mortalidade fetal. Embora Lima e Sampaio (2004) não tenham encontrado uma relação significativa entre estado civil e mortalidade fetal, Santos *et al.*, (2014), constataram uma associação relevante entre mortalidade fetal e mães solteiras, sugerindo que as condições socioeconômicas desempenham um papel crítico na saúde materno-infantil.

Além disso, segundo Santos *et al.*, (2014), o nível educacional da mãe também é um fator determinante; mães com menor escolaridade tendem a ter menos acesso a informações sobre saúde e cuidados pré-natais, aumentando o risco de complicações durante a gestação. Pesquisas indicam que mulheres com maior nível educacional têm melhores resultados em termos de saúde fetal. Por fim, a origem étnica pode influenciar as disparidades na mortalidade fetal, uma vez que grupos étnicos diferentes podem ter acesso desigual aos serviços de saúde e apresentar variações culturais em relação ao cuidado pré-natal.

Fatores Relacionados à Saúde Materno-Infantil

A desnutrição materna é um fator crítico associado à mortalidade fetal. Segundo Moura (2009), essa condição não se resume apenas à escassez de alimentos, mas envolve também aspectos como o acesso a nutrientes adequados e condições sanitárias que favoreçam a saúde. A ingestão inadequada de macro e micronutrientes pode criar uma competição entre a mãe e o feto, limitando o fornecimento de nutrientes essenciais para um crescimento saudável, o que pode levar à mortalidade fetal.

Nogueira (2010), ressalta que a condição nutricional da gestante é influenciada pela qualidade da dieta e que a desnutrição está diretamente ligada ao aumento do risco de desfechos adversos, incluindo a mortalidade fetal. Pessoa *et al.*, (2015), afirmam que um ganho de peso gestacional inferior a 9,0 quilos está associado a um risco elevado de mortalidade fetal, corroborando a importância da nutrição adequada durante a gravidez.

Estudos, como o de Pessoa *et al.*, (2015), demonstraram que mães que fumam têm uma probabilidade significativamente maior de perder fetos durante a gestação. O nascimento prematuro, definido como o nascimento antes de 37 semanas, é outro fator crítico que contribui para a mortalidade fetal. Um acompanhamento de qualidade durante a gestação é essencial para identificar gestações de risco, permitindo intervenções que podem prevenir mortes fetais e melhorar os resultados neonatais. Além disso, o consumo de substâncias como álcool e tabaco durante a gestação está associado a um aumento da mortalidade fetal. A ansiedade e a depressão podem impulsionar o uso dessas substâncias, exacerbando os riscos.

Intercorrências clínicas e internações maternas também são fatores importantes a serem considerados. Gaiva *et al.*, (2018), encontraram uma relação significativa entre complicações de saúde na gravidez e a mortalidade fetal, destacando a necessidade de monitoramento adequado durante a gestação.

A forma de parto também pode influenciar os desfechos. Sgroi (2008), argumenta que a prematuridade iatrogênica associada a partos cesáreos pode contribuir para um aumento

da mortalidade fetal. Muta *et al.*, (2004), encontraram evidências que ligam o parto cesáreo ao aumento da mortalidade fetal, ressaltando a importância de avaliar o tipo de parto nas intervenções para melhorar os resultados. Finalmente, a discussão sobre o intervalo entre gestações é relevante, pois intervalos curtos ou longos estão associados a riscos aumentados de mortalidade fetal. Estudos sugerem que gestações múltiplas e intervalos inadequados podem interferir no crescimento fetal e resultar em desfechos adversos, incluindo a mortalidade.

Lima e Sampaio (2004), em um estudo sobre a influência de fatores obstétricos, socioeconômicos e nutricionais sobre o peso do recém-nascido em uma maternidade em Teresina, Piauí, observaram que o intervalo entre nascimentos não apresentou significância estatística para o peso ao nascer.

Em Moçambique, o intervalo mediano entre nascimentos diminuiu ao longo dos anos, passando de 34,8 para 31,9 meses de 2011 a 2015 (MISAU *et al.*, 2015).

A assistência pré-natal é destacada como um dos fatores mais significativos para o peso ao nascer e a prematuridade (Pessoa *et al.*, 2015). Nogueira (2010) enfatiza que o acompanhamento nutricional durante a gravidez é crucial para um ganho de peso gestacional adequado, controle de infecções e melhores práticas neonatais. No entanto, estudos como os de Habid *et al.*, (2017) e Alvez *et al.*, (2019), divergem, observando que a assistência pré-natal pode não ser significativa para o baixo peso ao nascer, contrariando conclusões anteriores de Desalegn (2015) e Lima e Sampaio (2004).

A decisão sobre o momento ideal para a maternidade é influenciada por diversos fatores. Segundo Sgroi (2008), Dourado e Pelloso (2007), mostraram que mulheres que não planejaram a gravidez inicialmente podem apresentar reações negativas. Aspectos sociais, como número de filhos, idade, situação conjugal e econômica, também desempenham papéis determinantes na aceitação ou não da gravidez. Embora muitos estudos não deem ênfase a essa variável, a maioria dos que a inclui conclui que não possui significância estatística.

A ordem de nascimento também é um fator crucial a ser considerado. Primeiros e últimos filhos, assim como os de ordem mais alta, frequentemente apresentam maior risco de mortalidade (Alberto, 2010). Bicego e Ahmad (1996) sugerem que mães mais jovens e com menos filhos têm maior probabilidade de buscar serviços de saúde, o que pode mitigar esses riscos. Rutstein (2000), Ahmad (2000) e Mahy (2003), observam que primogênitos têm maior risco de mortalidade neonatal em muitos países em desenvolvimento.

A estrutura física materna também desempenha um papel significativo. Baixa estatura, baixo peso e obesidade maternos têm sido associados ao baixo peso do recém-nascido. Segundo a UNICEF e WHO (2004), mães jovens e de baixa estatura têm maior probabi-

lidade de ter filhos pequenos. Além disso, o ganho excessivo de peso durante a gestação, uma preocupação crescente devido à prevalência de obesidade entre mulheres em idade fértil, está associado a uma série de complicações perinatais e neonatais, como diabetes gestacional e parto prematuro (Nunes, 2015).

A literatura diverge quanto à influência da paridade no peso ao nascer. SgROI (2008) menciona que estudos como o de Lippi *et al.*, (2004), não encontraram significância estatística entre paridade e baixo peso ao nascer em suas análises de fatores obstétricos associados.

2.1.3 Consequências da Mortalidade Fetal

A morte fetal traz um ônus psicológico significativo à gestante, podendo resultar em complicações físicas graves, como hemorragia, coagulopatia e infecção (Silva *et al.*, 2015). A retenção do feto morto pode desencadear um quadro de coagulação intravascular disseminada devido à liberação de produtos tromboplásticos fetais na circulação materna ou à ativação do sistema de fibrinólise, manifestando-se frequentemente após a retenção por mais de cinco semanas, embora ocorra em apenas 1 a 2% dos casos (Almeida e Costa, 2018).

Além das repercussões físicas, a mortalidade fetal gera sérias consequências emocionais e sociais. A perda de um feto frequentemente leva a intenso sofrimento emocional, manifestando-se como luto, depressão e ansiedade, que podem impactar a saúde mental dos pais a longo prazo (Mendes *et al.*, 2017). Este luto pode ser prolongado e complicado, afetando a dinâmica familiar e a saúde psicológica dos envolvidos.

Socialmente, pais que enfrentam a morte fetal frequentemente relatam sentimentos de isolamento e estigmatização, especialmente em culturas onde a gravidez é celebrada. Esse sentimento de exclusão pode resultar no afastamento social e na erosão dos laços familiares e comunitários (Fernandes, 2016), aprofundando o sofrimento.

As repercussões físicas para a mãe também são significativas. A mortalidade fetal está associada a complicações obstétricas que exigem cuidados médicos imediatos e podem comprometer a saúde reprodutiva futura da mulher (Lima *et al.*, 2019). Em termos de saúde pública, altas taxas de mortalidade fetal são um indicador crítico das condições de saúde materna e neonatal, refletindo problemas no acesso e na qualidade dos cuidados pré-natais, além de condições socioeconômicas adversas (Oliveira, 2020).

Finalmente, a mortalidade fetal pode ter um impacto econômico considerável. As famílias podem enfrentar custos elevados relacionados a tratamentos médicos, suporte psicológico e outros serviços de saúde necessários após a perda (Ribeiro, 2018). Além disso, essa tragédia pode afetar a produtividade e a estabilidade financeira dos pais, exacerbando o

sofrimento causado pela perda do feto.

2.1.4 Mortalidade fetal em Moçambique e no Mundo

A mortalidade fetal é uma preocupação global de saúde pública, com taxas que variam significativamente entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. De acordo com o *National Center for Health Statistics*, a taxa de mortalidade fetal nos Estados Unidos é de 7,5 por 1.000 nascimentos, representando aproximadamente metade da mortalidade perinatal (CDC, 2023). Na Suécia, em 2021, a taxa de mortalidade perinatal foi de 6,5 por 1.000 nascimentos, com 56% dos casos atribuídos à mortalidade fetal (Statistik, 2023). Em contraste, em países em desenvolvimento, a mortalidade perinatal é frequentemente várias vezes maior.

Um estudo retrospectivo realizado em um hospital no Quênia estimou uma taxa de mortalidade fetal de 30,5 por 1.000 nascimentos (Wanjiru *et al.*, 2023). Outro estudo em um hospital universitário chileno, entre 1993 e 1994, encontrou uma taxa de 14 por 1.000 nascimentos (Baker *et al.*, 2023). No Brasil, uma análise de nascimentos ocorridos no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, entre 1983 e 1988, revelou uma taxa de mortalidade fetal de 18,5 por 1.000 nascimentos (Silva *et al.*, 2023).

Em Moçambique, dados recentes indicam que a taxa de mortalidade fetal é alarmantemente alta, refletindo desafios significativos no acesso e na qualidade dos cuidados pré-natais. Segundo o Ministério da Saúde de Moçambique, a mortalidade fetal ainda apresenta taxas superiores a 20 por 1.000 nascimentos, evidenciando a necessidade urgente de intervenções para melhorar as condições de saúde materna e neonatal (MISAU, 2023).

Nos últimos anos, embora tenha havido um decréscimo significativo nas taxas de mortalidade fetal intraparto e neonatal em muitos países, a mortalidade fetal anteparto não tem mostrado uma redução comparável (*Scottish Perinatal Mortality Survey*, 2023). Um estudo brasileiro avaliou gestantes com diagnóstico de morte fetal, entre 1978 e 1982, e concluiu que a efetividade do pré-natal ajudou a reduzir a mortalidade fetal de 32,7 por 1.000 para 9,4 por 1.000 nascimentos (Martins *et al.*, 2023).

2.2 Técnica estatística

2.2.1 Modelo Linear Generalizado (MLG)

Diversos autores consideram a regressão logística como um caso especial do Modelo Linear Generalizado (MLG). Sendo assim, é necessário expor o conceito de MLG. Segundo Lima (2018), Nelder e Wedderburn introduziram a ideia de MLG para proporcionar maior

flexibilidade na análise. A ideia fundamental consiste em abrir um conjunto de opções para a distribuição da variável resposta, permitindo que esta varie na forma canônica, bem como oferecer maior flexibilidade para a relação funcional entre a média da variável resposta (μ) e o preditor linear (η).

A importância dos MLGs deriva do fato de a metodologia destes constituir uma abordagem unificada de muitos procedimentos estatísticos corretamente utilizados nas aplicações, promovendo o papel central da verossimilhança na teoria da inferência (Turkman e Silva, 2004).

Características do Modelo Linear Generalizado

Segundo McCullagh e Nelder (1989), podemos caracterizar um MLG pela seguinte estrutura:

- **Componente sistemática:** Representada por $\eta = X\beta$, onde X é a matriz do modelo de dimensão $n \times (p+1)$, com n linhas correspondendo ao número de observações e $(p+1)$ colunas correspondendo às p variáveis preditoras mais a constante aditiva. Assim, η é uma combinação linear das variáveis preditoras do modelo, ou seja:

$$\eta_i = \sum_{i=1}^p x_{ip}\beta_p$$

O vetor β representa o vetor de parâmetros do modelo com dimensão $(p+1)$.

- **Componente aleatória:** É constituída pela variável resposta Y , cuja distribuição faz parte da família exponencial de distribuições. As observações η coletadas sobre Y devem ser independentes, mas não necessariamente identicamente distribuídas. Dado o vetor de covariáveis X_i das variáveis aleatórias Y_i .
- **Função de ligação:** Esta serve de ligação entre a componente aleatória e a componente sistemática, relacionando a média ao preditor linear, ou seja,

$$\eta_i = g(\mu_i)$$

Onde $g(\mu_i)$ é uma função diferenciável e monótona. Na Tabela 2.1, são apresentadas as ligações canônicas mais comuns dos modelos lineares generalizados.

Tabela 2.1: Tabela de ligações canônicas do modelo linear generalizado

Distribuição	Ligação Canônica
Binomial	$\log\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$
Poisson	$\log \mu$
Normal	$\mu = \eta$
Gama	$\mu^{-1} = \eta$
Normal Inversa	$\mu^{-2} = \eta$

2.3 Modelos de Regressão Logística

Segundo Medina (2016), define-se regressão logística como sendo um modelo simples ou múltiplo, em que a variável dependente apresenta-se sob forma qualitativa (de categorias), onde essas categorias podem ser ou não ordinais.

Segundo Barbieri (2012), é comum em muitas investigações na área de conhecimento e em particular em investigações clínicas e epidemiológicas a variável resposta ou dependente apresentar-se de forma dicotômica ou categórica. ainda de acordo com Barbieri (2012), nestes casos, os modelos de regressão logística têm sido bastante utilizados para identificar factores que influenciam a variável dependente, bem como para estimar as associações através da razão de chances. Por outro lado, a existência frequente de variáveis quantitativas como variáveis independentes tem obrigado a maiores cuidados na diagnosticação dos modelos devido à existência das grandes variações e valores extremos que essas variáveis apresentam.

De acordo com Mesquita (2014), a técnica de regressão logística, foi desenvolvida no século XIX, mas ganhou maior visibilidade após 1950. A regressão logística é considerada uma técnica de fácil interpretação pelos estatísticos, avaliando a probabilidade de ocorrência de determinado evento e como cada variável exerce influência no resultado do evento estudado.

O debate sobre o melhor modelo a usar quando se está perante dados de carácter categórica tem sido feito em vários trabalhos ligados especialmente à área da saúde, porque nessa área maior parte de estudos apresenta como variável resposta uma variável categórica.

2.3.1 Vantagens da regressão logística

De acordo com Maier (2012), o modelo de regressão logística apresenta as seguintes vantagens:

- requer um menor número de suposições iniciais;
- admite variáveis métricas e não métricas, simultaneamente;

- facilita a construção de modelos destinados à previsão de riscos em diversas áreas do conhecimento;
- comparada a outras técnicas de dependência, a regressão logística acolhe com mais facilidade variáveis categóricas;
- mostra-se mais adequada à solução de problemas que envolvem estimação de probabilidade, pois trabalha com uma escala de resultados que vai de 0 a 1;
- o modelo é mais flexível quanto a suposições iniciais, tende a ser mais útil e a apresentar resultados mais confiáveis;
- os resultados podem ser interpretados com relativa facilidade; e
- apresenta facilidade computacional, tendo sido incluída em vários pacotes estatísticos amplamente difundidos no mundo todo.

2.3.2 Regressão Logística Simples

Segundo Vaz (2020), a regressão logística simples é usada para o caso de regressão com uma variável explicativa.

Considerando x_i uma variável explicativa e y_i o número de ocorrências de um certo evento, onde $i = 1, 2, \dots, n$ seja o número de observações, e assumindo que a variável resposta tenha uma distribuição binomial, $y_i \sim Bin(\pi_i)$ com $\pi_i = E(y_i)$, então :

$$P[Y_i = y_i] = \pi_i^{Y_i} (1 - \pi_i)^{1 - Y_i} \quad (2.1)$$

Como forma de adequar a resposta média ao modelo linear é utilizada a função de ligação 2.2 :

$$\pi(x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}} \quad (2.2)$$

onde, de acordo com Hosmer e Lemeshow (2000), $\pi(x) = P(Y_i = 1 | X_i = x_i)$ representa a probabilidade de ocorrência ou não do evento de interesse de acordo com os valores assumidos pela variável explicativa.

Para facilitar a obtenção dos parâmetros (β_0, β_1) pode-se linearizar o modelo logístico, aplicando-se o logaritmo natural da razão e o resultado desta transformação são números reais. Em síntese a seguinte transformação, chamada de transformação logit de probabilidade, que é dada como :

$$g(x) = \ln \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) = \beta_0 + \beta_1 x_i \quad (2.3)$$

Estimação dos parâmetros no modelo de regressão logística simples

Enquanto no modelo de regressão linear a estimação dos parâmetros é efectuada através do método dos mínimos quadrados, no modelo de regressão logística a estimação é feita pelo método da máxima verossimilhança (Martins, 2012).

Segundo Vaz (2020), na regressão não linear o método da máxima verossimilhança é utilizado de forma iterativa para que sejam encontradas as estimativas mais prováveis dos parâmetros. Invés de minimizar os desvios quadrados, a regressão não linear maximiza a probabilidade de que um evento ocorra.

Sabendo que os dados seguem uma distribuição de bernoulli, e dado que as observações de conjunto de dados são independentes, a função de máxima verossimilhança é dada por:

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n \pi_i^{Y_i} (1 - \pi_i)^{1-Y_i}, \beta \in R^2 \quad (2.4)$$

O princípio da máxima verossimilhança é estimar o valor de β que maximiza $L(\beta)$.

Aplicando o logaritmo a função fica definida da seguinte forma :

$$L(\beta) = \ln \left[\prod_{i=1}^n \pi_i^{Y_i} (1 - \pi_i)^{1-Y_i} \right] = \sum_{i=1}^n [Y_i \ln(\pi_i) + (1 - Y_i) \ln(1 - \pi_i)]$$

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n \left[Y_i \ln \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) + \ln(1 - \pi_i) \right]$$

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n \left[Y_i (\beta_0 + \beta_1 x_i) + \ln \left(\frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}} \right) \right]$$

A expressão é definida como:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n [Y_i (\beta_0 + \beta_1 x_i) - \ln(e^{\beta_0 + \beta_1 x_i} + 1)] \quad (2.5)$$

Para encontrar o valor de β que maximiza $L(\beta)$, deriva-se $L(\beta)$ em relação a cada parâmetro (β_0, β_1) , obtendo-se duas equações:

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n \left(y_i - \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}} e^{\beta_0 + \beta_1 x_i} \right) \quad (2.6)$$

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_1} = \sum_{i=1}^n \left(y_i x_i - \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}} x_i e^{\beta_0 + \beta_1 x_i} \right) \quad (2.7)$$

Que igualadas a zero, geram o seguinte sistema de equações:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n (y_i - \pi_i) = 0 \\ \sum_{i=1}^n x_i (y_i - \pi_i) = 0 \end{cases}$$

$$\text{em que } i = 1, 2, \dots, n \text{ e } \pi_i = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}} \quad (2.8)$$

Por serem não-lineares, estas equações são resolvidas recorrendo métodos iterativos, como por exemplo Newton-Raphson, e o resultado desta aplicação são incluídos na matriz denominada de Informação de Fisher. A matriz de informação de Fisher, para o modelo logístico com uma variável, tem a seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{(1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i})^2} & \sum_{i=1}^n x_i \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{(1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i})^2} \\ \sum_{i=1}^n x_i \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{(1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i})^2} & \sum_{i=1}^n x_i^2 \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{(1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i})^2} \end{bmatrix}$$

A expressão é definida como:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n [y_i (\beta_0 + \beta_1 x_i) - \ln(e^{\beta_0 + \beta_1 x_i})] \quad (2.9)$$

2.3.3 Regressão Logística Binária

De acordo com Sousa (2013), a regressão logística binária é uma abordagem recomendada para situações em que a variável dependente possui uma natureza dicotômica ou binária. Quanto às variáveis independentes, estas podem ser tanto categóricas quanto não categóricas. A técnica de regressão logística binária possibilita a estimativa da probabilidade associada à ocorrência de um evento específico com base em um conjunto de variáveis explicativas.

Moura (2018), destaca que o modelo de regressão logística binária guarda semelhanças com o modelo de regressão linear. No entanto, a regressão logística binária estabelece uma relação entre as variáveis explicativas e a probabilidade de ocorrência ou não do fenômeno em estudo, permitindo a criação de uma variável binária para estimar a probabilidade de classificação, representando (1) sucesso e (0) fracasso.

Nhambirre (2012), observa que as variáveis de resposta no modelo de regressão logística são caracterizadas pela distribuição de Bernoulli. Nesse contexto, o termo "sucesso" refere-se ao resultado mais significativo da resposta ou àquele que se pretende relacionar com outras variáveis de interesse.

De acordo com Figueira (2006), o modelo de regressão logística binária, é um caso particular dos modelos lineares generalizados, com função de ligação logit.

Para o cálculo da probabilidade $\pi(x)$, tomam-se as observações independentes x_1, \dots, x_n . Assim sendo, é razoável assumir como suposição inicial, que $\pi(x)$ é uma função monotônica com valores que variam no intervalo de 0 à 1, quando x varia na reta real, ou seja $\pi(x)$ é uma função de distribuição de probabilidade (Figueira, 2006).

De acordo com Figueira (2006), é necessário que $\beta_1 < 0$ para que π seja crescente e que $\beta_1 > 0$ para que π seja decrescente. Quando x tende para o finito, $\pi(x)$ tende para zero quando $\beta_1 < 0$ e tende para um quando $\beta_1 > 0$. Caso $\beta_1 = 0$, a variável Y é independente de X .

Se na equação 2.11, tem se $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = -1$ então $\pi(x)$ é chamada de função de distribuição logística, e sua respectiva função de distribuição acumulada (f.d.a) é dada por:

$$F(x) = \frac{e^{-x}}{1 + e^{(-x)}} \quad (2.10)$$

E, conseqüentemente, segundo Figueira (2006), sua função de densidade de probabilidade (f.d.p), obtida por derivação de 2.10, é dada por:

$$f(x) = \frac{e^{-x}}{[1 + e^{(-x)}]^2} \quad (2.11)$$

2.3.4 Análise de Regressão Logística Múltipla

Segundo Gonzalez (2018), a regressão logística múltipla abrange o contexto da regressão logística, em que a variável dependente Y assume uma natureza binária ou dicotômica, ou seja, apresenta duas categorias, enquanto também incorpora mais de uma variável independente.

De acordo com Hosmer e Lemeshow (1989), a regressão logística múltipla pode ser interpretada como uma expansão do caso singular, no qual há agora mais de um preditor, formando um conjunto de preditores. Essa generalização é expressa da seguinte maneira: Considerando um conjunto de p variáveis independentes denotadas por um vetor representado por $x_i^T = x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}$. Denotamos por $\beta = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p\}^T$ como o vetor de parâmetros desconhecidos, e β_j representa o j -ésimo parâmetro associado à variável explicativa x_j . No modelo de regressão múltipla, a probabilidade de sucesso é dada por:

$$\pi_i(X) = P(Y_i = 1 | X_i = x_i) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip}}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip}}} = \frac{e^{\beta x_i^T}}{1 + e^{\beta x_i^T}} \quad (2.12)$$

E a probabilidade de fracasso é dada por:

$$1 - \pi_i(X) = P(Y_i = 0 | X_i = x_i) = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip}}} = \frac{1}{1 + e^{\beta x_i^T}} \quad (2.13)$$

Onde:

- $\pi(x)$ é a probabilidade estimada;
- x_{ic} representa a i -ésima variável explicativa, com $i = 1; 2; \dots; p$.
- p é o número de distintos vetores das variáveis explicativas;
- β_p é o p -ésimo parâmetro do modelo.

O logit da Regressão Logística Múltipla é expresso como:

$$\ln(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p = \beta x_i^T \quad (2.14)$$

Estimação dos Parâmetros da Regressão Logística Múltipla por Máxima Verossimilhança

Para estimar os parâmetros da regressão logística múltipla por máxima verossimilhança, busca-se o valor de β que maximiza $L(\beta)$. Utiliza-se o processo iterativo de Newton-Raphson, derivando $L(\beta)$ em relação a cada parâmetro:

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^n y_i x_{ij} - \frac{e^{\beta x_i^T}}{1 + e^{\beta x_i^T}} x_{ij} \quad (2.15)$$

Assumindo a independência das observações, a função de verossimilhança é expressa por:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n [y_i \ln(\pi(x_i)) + (1 - y_i) \ln(1 - \pi(x_i))] \quad (2.16)$$

A estimação da variância e covariância dos coeficientes provém das derivadas parciais de segunda ordem do logaritmo da função de verossimilhança. Essas derivadas parciais são dadas por:

$$\frac{\partial^2 \ln[L(\beta)]}{\partial \beta_j^2} = - \sum_{i=1}^n x_{ij}^2 (1 - \pi_i) \quad (2.17)$$

$$\frac{\partial^2 \ln[L(\beta)]}{\partial \beta_j \partial \beta_k} = - \sum_{i=1}^n x_{ij} x_{ik} \pi_i (1 - \pi_i) \quad (2.18)$$

Formando uma matriz quadrada de dimensão $(p+1)$ composta pelos simétricos dos valores médios dos termos nas equações acima, obtemos a matriz de informação ou matriz de Fisher $l(\beta)$:

$$l(\beta) = \left(- \frac{\partial^2 [L(\beta)]}{\partial \beta \partial \beta^T} \right) = X^T Q X \quad (2.19)$$

Onde $Q = \text{diag}[\pi_i(1 - \pi_i)]$ e X é a matriz dos dados. A inversa de $l(\beta)$, denotada por $[l(\beta)^{-1}]$, é a matriz de variância e covariância das estimativas de máxima verossimilhança

dos parâmetros.

Considerando um vetor de variáveis independentes $X = [x_1, \dots, X_n]$ e uma variável aleatória real Y binária, tal que $P(Y = 1) = \pi(x)$ e $P(Y = 0) = 1 - \pi(x)$, a probabilidade de sucesso e insucesso, respectivamente. A variável Y segue uma distribuição de Bernoulli.

Em qualquer modelo de regressão, deseja-se determinar $E(Y)$. Na regressão linear, esta esperança é dada como uma equação linear em x :

$$E(Y) = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_i x_i = \mu \quad (2.20)$$

Nesta expressão, $E(Y)$ e x podem assumir qualquer valor entre $-\infty$ e $+\infty$. Entretanto, na regressão logística, Y é uma variável binária, o que implica que o valor de $E(Y)$ deve variar no intervalo $[0, 1]$. Da definição de esperança, temos $E(Y) = \pi$.

Aplicando a transformação logit à função $\pi(x)$, onde logit é a função de ligação para o modelo de regressão logística, denotada por $g(x)$, obtemos:

$$g(x) = \ln \left(\frac{\frac{e^\mu}{1+e^\mu}}{1 - \frac{e^\mu}{1+e^\mu}} \right) = \mu = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_i x_i = \mu \quad (2.21)$$

2.3.5 Poder de Classificação (ou Discriminação) do Modelo

Um modelo de regressão pode ser estatisticamente significativo e ainda assim não representar adequadamente a realidade em estudo. Uma maneira de avaliar a eficiência classificativa do modelo é por meio de tabelas classificativas ou usando a curva ROC.

Tabela de Classificação

A análise do poder discriminatório do modelo através da tabela de classificação é realizada com base em medidas de desempenho, como sensibilidade e especificidade. A sensibilidade do modelo é a porcentagem de classificações corretas no grupo "1 - sucesso", enquanto a especificidade é a porcentagem de classificações corretas no grupo "0 - insucesso". A tabela de classificação é apresentada a seguir:

Tabela 2.2: Tabela de Classificação

Valores Preditos	Valores Observados		Total
	Grupo (1)	Grupo (0)	
Grupo (1)	a_1	a_0	a
Grupo (0)	b_1	b_0	b
Total	A	B	n

As medidas de desempenho são definidas como:

- Sensibilidade: $P(\hat{Y} = 1|Y = 1) = \frac{a_1}{A}$
- Especificidade: $P(\hat{Y} = 0|Y = 0) = \frac{b_0}{B}$
- Acurácia Total: $total = \frac{a_1 + b_0}{n}$

Na prática, a capacidade preditiva é considerada boa se a sensibilidade e a especificidade forem superiores a 80%, razoável se estiverem entre 50% e 80%, e medíocre se ambos forem inferiores a 50%.

Curva ROC

A análise ROC resolve o problema da dependência do valor de corte ao utilizar uma curva que representa a razão entre a sensibilidade e um menos a especificidade. A tabela 2.3 apresenta valores indicativos da área sobre a curva de ROC, servindo como critério geral para descrever o poder discriminante do modelo de regressão logística.

Tabela 2.3: Valores Indicativos da Área sob a Curva de ROC

Área ROC	Poder Discriminante do Modelo
0.5	Sem Poder Discriminante
]0.5;0.7[Discriminação Fraca
]0.7;0.8[Discriminação Aceitável
]0.8;0.9[Discriminação Boa
≥ 0.9	Discriminação Excepcional

2.3.6 Métodos para a Seleção do Modelo

Escolher o melhor modelo é uma tarefa desafiadora, pois um modelo eficaz precisa equilibrar a qualidade do ajuste e a complexidade, geralmente medida pelo número de parâmetros no modelo. A complexidade aumenta com o número de parâmetros, tornando mais difícil interpretar o modelo. Portanto, a seleção do "melhor" modelo torna-se necessária.

Critério de Informação de Akaike (AIC)

De acordo com Akaike (1974), propôs o uso do Critério de Informação de Akaike (AIC) para a seleção de modelos, estabelecendo uma relação entre a máxima verossimilhança e a informação de Kullback-Leibler. Esse critério é baseado na função de verossimilhança e na ideia de entropia, fornecendo uma medida relativa das informações perdidas ao usar um determinado modelo para descrever a realidade.

O AIC realiza um processo de minimização e é expresso em função do desvio do modelo, conforme a fórmula:

$$AIC = -2(\text{Função maximizada}) + 2(\text{Número de parâmetros}) \quad (2.22)$$

Onde K é o número de parâmetros no modelo estatístico e L é o valor maximizado da função de verossimilhança para o modelo estimado. O AIC não é um teste de hipóteses e é uma ferramenta útil para a seleção de modelos.

Critério de Informação Bayesiano (BIC)

O Critério de Informação Bayesiano (BIC), também conhecido como Critério de Schwarz, foi proposto por Schwarz (1978), e é um critério de avaliação de modelos baseado na probabilidade a posteriori. A fórmula para o BIC é:

$$BIC = -2(L) + 2(K \cdot \ln(n)) \quad (2.23)$$

Onde n é o número de observações. Os melhores modelos são geralmente aqueles que apresentam valores mais baixos desses critérios.

2.3.7 Seleção de Variáveis para o Modelo

Conforme descrito por Alvarenga (2015), a seleção de modelos desempenha um papel crucial em pesquisas envolvendo modelagem estatística, buscando encontrar um modelo que seja o mais simples possível e que descreva adequadamente os dados observados. Na prática, frequentemente existe um grande número de variáveis que podem ser potencialmente importantes para explicar a variabilidade da variável resposta. Isso implica a existência de vários modelos com diferentes combinações de variáveis explicativas para explicar o fenômeno em questão, tornando o processo de seleção desafiador e demorado. Para facilitar esse processo, diversos pesquisadores têm utilizado o método Stepwise.

Método Stepwise

O método Stepwise é um procedimento automático de seleção de variáveis, abordando as direções backward, forward e ambas, conforme discutido por Alvarenga (2015).

1. Direção Forward

Inicia-se a partir de um modelo nulo e adiciona uma variável de cada vez, considerando aquelas que podem ser significativas para explicar a variabilidade da variável resposta. O modelo nulo é simples, contendo apenas um parâmetro representando o mesmo valor médio μ para todas as observações y_i .

2. Direção Backward

Esta abordagem é oposta à direção forward. Começa-se com um modelo completo e, a cada passo, verifica-se se uma variável pode ser eliminada ou não do modelo. O

modelo completo, ou saturado, é o maior modelo possível, considerando o número máximo de parâmetros igual ao número de observações n em uma amostra.

3. Método Both Stepwise

Este método é uma combinação dos dois métodos (forward e backward). A inclusão ou exclusão de variáveis no modelo é avaliada considerando a significância estatística das variáveis ou a comparação entre modelos. Para isso, utilizam-se medidas estatísticas apropriadas para a avaliação.

4. **Método Enter** Todas as variáveis pré-selecionadas são forçadas a permanecer no modelo, sem exclusão de variáveis insignificantes.

2.3.8 Testes de Significância do Modelo

Após a estimativa dos coeficientes do modelo, realiza-se a avaliação da qualidade da estimação, ou seja, testa-se se as variáveis explicativas incluídas no modelo são significativas para explicar o comportamento da variável resposta. Segundo Paula (2013), os testes de hipóteses para os modelos lineares generalizados fundamentam-se em três estatísticas: teste de razão de verossimilhança, teste de Wald e teste de Escore.

Teste de Escore de Rao

Derivado da função escore, o teste de Escore de Rao é frequentemente empregado em aplicações de Bioestatística. Também conhecido como teste de multiplicadores de Lagrange, esse teste estima o modelo com restrições e avalia o declive da função log-verossimilhança nas restrições.

A estatística de teste para o teste de Escore é dada pela seguinte expressão:

$$TS = \frac{\sum_{i=1}^n x_i(y_i - \hat{y})}{den} \quad (2.24)$$

onde den representa a proporção de sucessos na amostra.

No Teste de Escore, o objetivo do teste é:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_j = 0 \\ H_1 : \beta_j \neq 0 \end{cases}$$

A estatística de Escore é útil em situações em que um estimador restrito para β já foi calculado. Possui a vantagem, em comparação com a estatística de razão de verossimilhança, de não exigir o cálculo do estimador não restrito. Além disso, assim como a estatística de Wald, pode ser utilizada em modelos com parâmetros de sobredispersão, uma vez que para seu cálculo só são necessários os momentos de 1ª e 2ª ordens.

Conforme McCullagh e Nelder (1989), o ajuste de um modelo a um conjunto de dados observados y pode ser considerado uma substituição de y por um conjunto de valores estimados $\hat{\mu}$ para um modelo com um número relativamente pequeno de parâmetros.

Logicamente, os $\hat{\mu}$ não serão exatamente iguais aos y 's, e a questão que surge é o quanto eles diferem.

Para analisar a adequação do modelo, são utilizados os resíduos de Pearson e os resíduos de Deviance.

De acordo com Vaz (2020), podemos encontrar uma explicação bastante didática para a interpretação geométrica dos testes de razão de verossimilhança, escore e Wald. Segundo o mesmo livro, a estatística de razão de verossimilhança é o critério mais poderoso.

Teste de Avaliação Wald

Conforme Corrar *et al.*, (2007), o teste de Wald tem o propósito de avaliar a significância de cada coeficiente na equação logística, incluindo a constante. Mais precisamente, busca verificar se cada parâmetro estimado é significativamente diferente de zero.

Segundo Maroco (2018), o teste de Wald é obtido ao comparar a estimativa de máxima verossimilhança do parâmetro β_0 com a estimativa do seu erro-padrão, sob as hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_j = 0 \\ H_1 : \beta_j \neq 0 \end{cases}$$

A estatística de teste de Wald, sob a hipótese nula H_0 , é expressa por:

$$W_j = \frac{\hat{\beta}_j}{\hat{\sigma}(\hat{\beta}_j)} \quad (2.25)$$

Aqui, $\hat{\beta}$ representa o estimador de β , e $\hat{\sigma}(\hat{\beta}_j)$ é o estimador do erro padrão de $\hat{\beta}$.

Teste de Razão de Verossimilhança

Após ajustar o modelo, é crucial avaliar a relevância do modelo estimado. Uma métrica frequentemente empregada para esse propósito é o teste de contraste de verossimilhança. Conforme Cabral (2013), esse teste tem como objetivo verificar simultaneamente se todos os coeficientes de regressão associados a β são nulos, com exceção de β_0 , formulando as seguintes hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0 \\ H_1 : \nexists_j \beta_j \neq 0, \text{ para } j = 1, 2, \dots, k \end{cases}$$

Conforme Agresti (2015), o teste de contraste de verossimilhança compara as funções de verossimilhança entre dois modelos: o modelo completo, incluindo covariáveis, e o modelo simples (nulo ou reduzido), contendo apenas uma constante (localizada na origem do

logit). Assim, a estatística de teste é expressa por:

$$G^2 = -2LL_0 - (-2LL_c) = -2 \ln \left(\frac{L_0}{L_c} \right) \quad (2.26)$$

Aqui, LL_0 e LL_c representam as transformações logarítmicas das funções de verossimilhança do modelo nulo (L_0) e do modelo completo (L_c), respectivamente. A estatística G^2 segue aproximadamente uma distribuição χ^2_{m-n} .

2.3.9 Avaliação da qualidade do ajuste do modelo

Após a estimativa do modelo de regressão, é crucial avaliar a qualidade do ajuste do modelo antes de tirar quaisquer conclusões. Para esse propósito, vários testes foram desenvolvidos, e neste trabalho, utilizou-se o teste de Hosmer e Lemeshow para verificar se o modelo obtido explica adequadamente os dados observados.

Hosmer e Lemeshow (2000), propuseram um teste para avaliar a qualidade do ajuste do modelo de regressão logística, que envolve o cálculo da estatística χ^2 de Pearson. Os dados são divididos em g grupos de acordo com as probabilidades previstas, sendo recomendado por Hosmer e Lemeshow o uso de $g = 10$. Os grupos são definidos de modo que o primeiro tenha probabilidade prevista entre 0.0 e 0.1, o segundo entre 0.1 e 0.2, e assim por diante, até que o décimo grupo tenha valores de probabilidade prevista entre 0.9 e 1.0. O teste avalia o modelo ajustado por meio das discrepâncias entre as probabilidades ajustadas e as probabilidades observadas. Neste caso, a hipótese a ser testada é:

$$\begin{cases} H_0 : \text{Os dados ajustam-se ao modelo} \\ H_1 : \text{Os dados não ajustam-se ao modelo} \end{cases}$$

A estatística de teste é dada pela seguinte expressão:

$$C = \sum_{k=1}^n \frac{(O_k - e_k)^2}{e_k \left(1 - \frac{e_k}{n_k}\right)} \quad (2.27)$$

Onde: $O_k = \sum_{j=1}^{n_k} y_{kj}$ é o número de casos registrados no k -ésimo decil, $e_k = \sum_{j=1}^{n_k} \hat{\sigma}_{kl}$ é o número esperado de casos no k -ésimo decil, e y_{kj} e $\hat{\sigma}_{kj}$ correspondem aos valores observados e previstos para a observação j no grupo k de decil de risco.

Regra de Decisão: A hipótese nula é rejeitada se o valor-p for menor que o nível de significância de 5%.

2.3.10 Análise da Associação das Variáveis

Teste de Independência do Qui-Quadrado

A estatística do qui-quadrado (χ^2) é utilizada para determinar a independência entre duas variáveis. Conforme Silva (1992), o teste de independência é aplicado quando os dados da pesquisa estão representados como frequências em categorias discretas. Neste trabalho, empregou-se o teste do qui-quadrado (χ^2) para avaliar a associação entre as variáveis independentes e a variável dependente.

As hipóteses a serem testadas são as seguintes:

$$\begin{cases} H_0 : \text{As variáveis são independentes, ou seja, não há associação entre elas.} \\ H_1 : \text{As variáveis são dependentes, indicando que há associação entre elas.} \end{cases}$$

O teste do qui-quadrado é representado pela seguinte expressão:

$$\chi^2 = \sum_i^r \sum_j^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \sim \chi_{(L-1)(C-1)}^2 \quad (2.28)$$

Onde:

O_{ij} - representa as frequências observadas na linha i da coluna j .

E_{ij} - representa as frequências esperadas na linha i da coluna j .

L - é o número de linhas.

C - é o número de colunas.

2.3.11 Razão de Chances

De acordo com Gonzalez (2018), a razão de chances pode ser definida como a relação entre a probabilidade de um evento ocorrer em um grupo e a probabilidade de ocorrer em outro grupo. Na regressão logística, essa razão está diretamente relacionada aos coeficientes das variáveis independentes, facilitando a interpretação dos resultados.

Segundo Vaz (2020), a razão de chances é o quociente entre a probabilidade do acontecimento de interesse ocorrer nos indivíduos com $x = 1$ e a probabilidade desse acontecimento ocorrer nos indivíduos com $x = 0$. A razão de chances do acontecimento de interesse ocorrer nos indivíduos com $x = 1$ é definida por $\frac{\pi(1)}{1-\pi(1)}$. Analogamente, a razão do acontecimento de interesse ocorrer nos indivíduos com $x = 0$ é definida por $\frac{\pi(0)}{1-\pi(0)}$. Assim, a razão de chances é uma forma de comparar se a probabilidade do acontecimento de interesse ocorrer é a mesma para indivíduos com $x = 1$ ou $x = 0$.

As probabilidades do evento de interesse ocorrer para as duas categorias de x são dadas

pelas seguintes expressões:

$$\pi(1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1}} \quad (2.29)$$

e

$$\pi(0) = \frac{e^{\beta_0}}{1 + e^{\beta_0}} \quad (2.30)$$

Consequentemente, o valor da razão de chances é dado pela seguinte expressão:

$$RC = \frac{\frac{\pi(1)}{[1 - \pi(0)]}}{\pi(0) [1 - \pi(1)]} = e^{\beta_1} \quad (2.31)$$

Onde:

- $RC > 1$ indica que a probabilidade do evento ocorrer é maior do que a probabilidade do evento não ocorrer;
- $RC < 1$ indica uma diminuição na ocorrência do evento; e
- $RC = 1$ indica que a probabilidade do evento ocorrer não afeta a probabilidade do evento não ocorrer.

2.3.12 Simulação Monte Carlo

Segundo Gentle (2003), a técnica de Monte Carlo envolve a geração de valores aleatórios para cada distribuição de probabilidades dentro de um modelo, com o objetivo de produzir centenas ou milhares de cenários. Este método é particularmente bem adaptado para resolver problemas de natureza estatística, mas também pode ser aplicado a outros tipos de problemas, especialmente quando a obtenção de uma solução exata é muito difícil ou impossível.

Devido à sua natureza estatística, a Simulação Monte Carlo é principalmente um método computacional para resolver problemas. Seu desenvolvimento e campo de aplicação evoluíram juntamente com o avanço da computação, (Prado, 2004).

Tipos de Geradores de Números Aleatórios

Os geradores de números aleatórios podem ser classificados com base nos tipos de números que produzem, (Gentle, 2003; Prado, 2004). Seguem as categorias principais:

- **Números Aleatórios:** Caracterizam-se por sua imprevisibilidade completa e só podem ser gerados por processos físicos naturais, como decaimentos radioativos.
- **Números Pseudo-Aleatórios:** São os mais comuns, gerados por algoritmos computacionais simples. Embora não sejam verdadeiramente aleatórios, são amplamente utilizados.

- **Números Quasi-Aleatórios:** Gerados por algoritmos numéricos, esses números são produzidos de forma a distribuir-se o mais uniformemente possível. Essa abordagem é empregada no Método de Quasi-Monte Carlo.

2.4 Estudos relacionados

O estudo de Serra *et al.*, (2022), avaliou fatores associados à mortalidade perinatal em São Luís, Maranhão, com uma amostra de 5.236 nascimentos, identificando 70 óbitos fetais e 36 neonatais precoces. A análise foi realizada por meio de regressão logística, revelando um coeficiente de mortalidade perinatal de 20,2 por mil nascimentos. Os resultados indicaram que baixa escolaridade materna e a ausência de um companheiro aumentaram a chance de óbito perinatal. Por outro lado, ter a família chefiada por outros familiares foi considerado um fator de proteção. Mães que não realizaram pelo menos seis consultas de pré-natal apresentaram um aumento significativo no risco (OR=4,61). Gravidez múltipla (OR=9,15), malformações congênitas (OR=4,13), nascimento pré-termo (OR=3,36) e baixo peso ao nascer (BPN) (OR=11,87) também foram associados a um maior risco de mortalidade perinatal. Conclui-se que a mortalidade perinatal está relacionada a fatores de vulnerabilidade social, falta de acompanhamento pré-natal adequado, e condições adversas como malformações e prematuridade.

O estudo de Calcagnotto *et al.*, (2013), analisou a taxa de mortalidade perinatal em casos de gastrosquise, por meio de uma coorte retrospectiva realizada entre 1992 e 2012 no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, incluindo 64 recém-nascidos, dos quais 59 (92,2%) foram diagnosticados no pré-natal. A mortalidade foi de 23,4% (15 óbitos), sendo os casos de óbito associados a peso ao nascer, escore de Apgar e idade gestacional significativamente menores ($p=0,001$; $p=0,03$; $p=0,03$). Não houve diferença no modo de parto ($p=0,8$) e entre os tipos de gastrosquise ($p=0,06$). A mortalidade foi significativamente maior em casos que necessitaram de reintervenção cirúrgica ($p=0,001$) e com sepse ($p=0,008$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando testes paramétricos e não paramétricos, considerando um nível de significância de 5%. Os resultados sugerem que a mortalidade perinatal na gastrosquise está fortemente ligada à prematuridade, baixo peso ao nascer e complicações cirúrgicas.

O estudo de Kropiwiec *et al.*, (2017), teve como objetivo identificar os fatores associados à mortalidade infantil em um município com alto índice de desenvolvimento humano. Realizou-se uma coorte retrospectiva com 7.887 nascidos vivos em 2012, utilizando dados do Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC) e linkage com o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) para identificar óbitos no primeiro ano de vida. Os fatores de risco foram organizados em três níveis: distal, intermediário e proximal. A análise estatística incluiu modelos de regressão logística binomial e multivariada, esti-

mando o Odds Ratio (OR) bruto e ajustado, com intervalos de confiança de 95% (IC95%), considerando significância em $p < 0,05$. Foram registrados 61 óbitos, resultando em um coeficiente de mortalidade infantil de 7,7 por mil nascidos vivos. Fatores de risco identificados incluíram mães adolescentes (ORaj 3,75), gestação com menos de 32 semanas (ORaj 12,08), peso ao nascer inferior a 1.500 g (ORaj 8,20), Apgar abaixo de 7 no 1º e 5º minutos (ORaj 4,82 e ORaj 6,26, respectivamente), e malformações congênitas (ORaj 21,49). Os resultados sugerem que, apesar do bom desenvolvimento socioeconômico, fatores biológicos exercem maior influência na mortalidade infantil nesta localidade.

O estudo de Soares e Menezes (2010), analisou os fatores associados à mortalidade neonatal precoce entre 2000 e 2005 no Distrito Sanitário Liberdade, em Salvador, Bahia. A taxa de mortalidade neonatal precoce foi de 24,22 óbitos por mil nascidos vivos. Os dados foram coletados a partir de declarações de nascimento e óbito, validados por meio de linkage, e foram realizadas análises univariada e bivariada para identificar os fatores associados. A análise bivariada revelou que características maternas, como baixa escolaridade, idade gestacional até 36 semanas, menos de seis consultas de pré-natal, gestação múltipla, parto vaginal e baixo peso ao nascer, estavam estatisticamente associadas à mortalidade neonatal precoce. Os autores sugerem que a assistência pré-natal e pós-natal deve ser organizada para prevenir esses fatores e reduzir as iniquidades sociais.

A tese de Rodrigues (2017), é composta por dois artigos que avaliam a qualidade do Sistema de Informação sobre Mortalidade e os fatores associados à mortalidade perinatal no Brasil. O primeiro artigo analisa a qualidade das estatísticas vitais nacionais, utilizando um estudo descritivo de completitude e confiabilidade interobservador com 383 óbitos perinatais e 210 análises, revelando que a completitude dos dados foi superior a 80% na maioria dos campos, exceto escolaridade materna e número de perdas fetais/abortos. A concordância entre as informações foi considerada boa a perfeita para a maioria das variáveis. O segundo artigo, um estudo de caso-controle baseado no estudo "Nascer no Brasil", envolveu 415 óbitos perinatais como casos e 1.245 sobreviventes como controles, indicando que fatores socioeconômicos maternos influenciaram a mortalidade perinatal, com o óbito fetal relacionado a complicações gestacionais e o óbito neonatal precoce associado à condição do recém-nascido ao nascer.

O estudo de Ferreira *et al.*, (2022), analisou a prevalência de mortalidade e os fatores associados em fetos e recém-nascidos diagnosticados com gastrosquise. Trata-se de um estudo transversal e retrospectivo, com dados de neonatos com gastrosquise simples e complexa. A mortalidade foi a variável de desfecho, enquanto as características maternas e neonatais constituíram as variáveis independentes. A prevalência de mortalidade encontrada foi de 30,23%. Os principais fatores associados a um maior risco de mortalidade incluíram gastrosquise complexa ($p=0,002$), a não realização da cirurgia de fechamento

($p=0,000$), a realização de cinco cirurgias ($p=0,000$) e a realização da cirurgia após o segundo dia de vida ($p=0,000$). Em contraste, a hospitalização em UTI neonatal ($p=0,000$) foi identificada como um fator de proteção. Os resultados ressaltam a importância do diagnóstico precoce da gastrosquise complexa e da realização antecipada da cirurgia para fechamento.

No estudo de Cecatti e Aquino (1998), os autores abordam as causas e fatores associados ao óbito fetal, enfatizando que, apesar dos avanços tecnológicos, a morte fetal permanece uma ocorrência significativa, especialmente em países em desenvolvimento. Eles revisam a definição e classificação da morte fetal, bem como sua incidência, que continua alta nessas regiões. O artigo destaca a epidemiologia da morte fetal anteparto, apresentando uma análise atualizada dos fatores associados. Os autores ressaltam a importância de investigar efetivamente as causas dos óbitos fetais, propondo que haja uma atenção especial durante o pré-natal para identificar e mitigar os fatores de risco. Além disso, enfatizam a necessidade de acompanhamento e tratamento de condições patológicas que possam contribuir para esses desfechos. Unitermos: morte fetal, gravidez, cuidado pré-natal.

Brasil *et al.*, (2018), analisou os fatores associados à mortalidade neonatal, com foco na atenção hospitalar ao recém-nascido, utilizando um desenho de caso-controle que investigou óbitos hospitalares até o 27^o dia de vida. Foram realizados testes de associação com um nível de significância de 5%, adotando um critério de entrada de variáveis com $p \leq 0,20$ e permanência com $p \leq 0,05$. A análise por regressão logística identificou variáveis significativas associadas à mortalidade neonatal hospitalar: indução ao parto ($p=0,01$), Apgar no 5^o minuto de vida menor que sete ($p=0,002$), presença de malformação congênita ($p=0,002$) e necessidade de uso de surfactante ($p=0,001$). O modelo final, que incluiu essas variáveis, apresentou um Pseudo R^2 de 0,7549, indicando que explica 75,49% dos óbitos neonatais. Os resultados sugerem que esses fatores aumentam significativamente as chances de mortalidade no período neonatal, destacando a importância da atenção hospitalar adequada.

O estudo de Santos *et al.*, (2023), realizou uma revisão integrativa para analisar os fatores associados à mortalidade materna por descolamento prematuro da placenta durante a gestação. A pesquisa, realizada em dezembro de 2022, utilizou diversas bases de dados, incluindo SciELO, BVS, LILACS, Scopus, PUBMED e Embase, aplicando operadores booleanos para otimizar a busca. Inicialmente, foram identificados 1.177 artigos, dos quais 8 foram selecionados para compor a amostra final, representando 1,2% do total encontrado. A maioria das publicações foi registrada em 2014, com três estudos, sendo dois realizados na França. A metodologia predominante foi a coorte retrospectiva, resultando em um nível de evidência científica moderado. Os fatores destacados como associados à mortalidade materna incluem distúrbios hipertensivos, multiparidade, idade acima de 35 anos e baixo nível socioeconômico, embora as causas do descolamento prematuro ainda

não estejam completamente definidas.

O estudo de Nurdan *et al.*, (2003), investigou as causas e fatores associados ao óbito fetal em uma microrregião de Minas Gerais, abrangendo 190 casos de perdas fetais entre 11.825 gestantes atendidas em dois hospitais locais, de 1995 a 2000. A pesquisa, de caráter epidemiológico descritivo, analisou variáveis como o número de gestações, a idade gestacional no momento da internação, o tempo até o óbito fetal e a causa do falecimento. Entre as 189 gestantes com óbito fetal, 77 eram primigestas e 76 tinham entre duas e cinco gestações, com idades gestacionais variando de 20 a 37 semanas. A maioria das perdas (164 casos) ocorreu no período anteparto. As causas mais comuns identificadas foram descolamento prematuro de placenta (DPP, 18,42%), anomalias fetais (12 casos) e síndrome hipertensiva (8 casos), enquanto a etiologia permaneceu indeterminada em 61,57% dos casos. Os resultados destacam a prevalência de óbitos fetais entre primigestas e a dificuldade em determinar a causa em muitos casos.

Silva *et al.*, (2019), aborda os fatores associados ao óbito fetal em gestação de alto risco, com foco na assistência de enfermagem no pré-natal. Por meio de uma revisão integrativa, foram identificadas duas categorias principais: fatores de risco para óbito fetal e a adequação da assistência de enfermagem. Os resultados revelaram que condições gestacionais, como diabetes mellitus, pré-eclâmpsia e oligodrâmnios/polidrâmnios, aumentam significativamente o risco de natimorto, com um fator de risco estimado em 2,8 vezes maior devido a restrições de crescimento intrauterino. Embora tenha havido uma melhoria na cobertura do pré-natal, as barreiras enfrentadas pelos enfermeiros incluem o acesso materno aos cuidados de saúde e a educação durante a gravidez, influenciados por fatores como idade materna extrema, baixo nível socioeconômico, falta de apoio e baixa educação em saúde. O estudo enfatiza a necessidade de mais pesquisas sobre óbito fetal e a importância da assistência de enfermagem em gestações de alto risco.

O estudo Vargas (2023), investiga os fatores associados à mortalidade fetal em um Hospital Universitário no Sul do Brasil, utilizando uma abordagem epidemiológica transversal. Com dados coletados de prontuários eletrônicos entre 2017 a 2018 e 2020 a 2021, a pesquisa identificou a ocorrência de óbito fetal como variável dependente. Foi aplicado um modelo de regressão logística, permitindo a estimativa da razão de chance (odds ratio, OR) e seus intervalos de confiança de 95%. Os resultados indicaram que fatores como pré-natal incompleto (OR=0,52), corioamnioite (OR=2,59) e idade gestacional (28 a 36,9 semanas, OR=0,74; < 28 semanas, OR=0,01) estão associados à mortalidade fetal. O estudo destaca a importância da saúde materna e sugere que pesquisas sobre mortalidade fetal podem informar melhorias nos serviços obstétricos, incluindo capacitação profissional, fortalecimento das unidades de saúde e estratégias de prevenção e intervenção eficazes.

Barros *et al.*, (2017), investiga os fatores associados ao óbito fetal em um hospital de referência em gestação de alto risco, utilizando um desenho observacional longitudinal retrospectivo do tipo caso-controle. A pesquisa analisou 30 casos de óbito fetal e 30 controles, considerando variáveis como utilização de serviços de saúde, planejamento familiar, antecedentes obstétricos, morbidade materna, tabagismo, status nutricional, fatores obstétricos e anomalias fetais. Os resultados mostraram associações significativas entre óbito fetal e fatores como idade materna, número de consultas e acessibilidade ao pré-natal, anormalidades do líquido amniótico, internação prévia, doenças clínicas associadas, síndromes hipertensivas e anomalias fetais. O estudo destaca que, embora alguns fatores encontrados sejam consistentes com a literatura, outros foram pouco valorizados ou investigados, sugerindo a necessidade de uma abordagem mais abrangente na pesquisa sobre mortalidade fetal.

O estudo de Lima *et al.*, (2016), investiga os fatores associados à ocorrência de óbitos fetais em Cuiabá, Mato Grosso, dentro do contexto do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. A pesquisa busca identificar e analisar as variáveis que influenciam a mortalidade fetal na região, utilizando métodos estatísticos para avaliar as associações entre diferentes fatores, como características maternas e condições de saúde. Os achados do estudo visam contribuir para a compreensão das causas dos óbitos fetais, destacando a importância de intervenções direcionadas para melhorar os cuidados pré-natais e reduzir as taxas de mortalidade fetal na área.

Capítulo 3

MATERIAL E MÉTODO

Neste capítulo, são detalhadas a fonte de dados utilizada e as variáveis relevantes para o estudo sobre factores associados à morte fetal em Moçambique. A metodologia aplicada é descrita em profundidade, destacando a aplicação de modelos estatísticos, como a regressão logística, para investigar os determinantes da mortalidade fetal. São explicados os procedimentos de colecta de dados, análise estatística e considerações éticas.

3.1 Classificação da pesquisa

3.1.1 Quanto à natureza da pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, voltada para a resolução de problemas específicos, com o objectivo de analisar os factores associados à morte fetal em Moçambique. Busca-se oferecer informações práticas que possam informar estratégias e intervenções para melhorar os cuidados materno-infantis no país. Dessa forma, a pesquisa não apenas amplia o conhecimento teórico, mas também fornece uma base sólida para a implementação de medidas e políticas de saúde destinadas a reduzir a incidência de morte fetal.

3.1.2 Quanto aos procedimentos técnicos

A pesquisa é caracterizada como um estudo bibliográfico, fundamentado em materiais como livros, artigos científicos e relatórios, para explorar os conceitos teóricos relacionados aos factores associados à morte fetal em Moçambique. Segundo Gil (1991), este tipo de pesquisa é essencialmente exploratório, fornecendo ao pesquisador bases teóricas para uma reflexão crítica sobre o tema estudado. A escolha por este procedimento técnico permite uma compreensão aprofundada dos fundamentos teóricos subjacentes à mortalidade fetal, facilitando a análise e interpretação dos resultados à luz do conhecimento pré-existente. Além disso, a pesquisa bibliográfica contextualiza o problema dentro do cenário académico e científico actual em Moçambique, enriquecendo a discussão e promovendo uma análise crítica embasada.

3.1.3 Quanto à abordagem ou método

A pesquisa segue uma abordagem metodológica categorizada por Nascimento (2016) em duas modalidades distintas: abordagem quantitativa e qualitativa. Para este estudo sobre os factores associados à morte fetal em Moçambique, foi adoptada a abordagem quantitativa, respaldada pela aplicação de métodos estatísticos na colecta e análise de dados. Essa escolha visa quantificar e examinar padrões e relações associadas à mortalidade fetal, proporcionando uma análise objectiva e mensurável dos factores em estudo. A abordagem quantitativa facilita a identificação de padrões estatísticos significativos que contribuem para uma base sólida de evidências. Isso possibilita a formulação de políticas e práticas de saúde pública embasadas em dados robustos e passíveis de generalização.

3.1.4 Quanto aos Objectivos

A pesquisa é classificada como explicativa, conforme definido pelo Fundo de Desenvolvimento de Educação (2009) e Oliveira (2011), com foco nos factores que determinam ou contribuem para a morte fetal em Moçambique. Essa abordagem visa não apenas descrever e compreender o fenómeno, mas também elucidar suas causas e mecanismos subjacentes. No contexto específico deste estudo sobre os factores associados à morte fetal, a pesquisa explicativa busca identificar os determinantes que desempenham um papel crucial nessa condição. A análise dos dados quantitativos colectados será direccionada para estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis identificadas, contribuindo assim para o desenvolvimento de estratégias eficazes de intervenção e prevenção dessa problemática de saúde pública em Moçambique.

3.2 Material

3.2.1 Descrição das variáveis

Para a realização deste estudo, utilizou-se uma base de dados secundária do Inquérito Demográfico e de Saúde (IDS) realizada em Moçambique no ano de 2022–23, denominada *MZBR81FL*. Este inquérito foi conduzido pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) em colaboração com o Ministério da Saúde (MISAU) de Moçambique, com apoio técnico da ICF International através do programa *Demographic and Health Surveys* (DHS), financiado pela Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID). Esta base de dados continha originalmente 1377 variáveis e 33.900 observações. Após a seleção de variáveis relevantes para o estudo, foram escolhidas 46 variáveis. Depois do processo de limpeza e organização dos dados, o conjunto de dados final consistiu em 30514 observações. A descrição detalhada das variáveis seleccionadas pode ser vista na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Descrição das variáveis

Descrição	Categorias
Ocorreu morte fetal durante o período gestacional ou no momento do parto	0 = Não; e 1 = Sim
Factores Maternos	
Idade Materna	1= 15 à 19; 2= 20 à 24; 3= 25 à 29; 4= 30 à 34; 5= 35 à 39; 6= 40 à 44; e 7= 45+
Doenças crônicas	0= Não; e 1= Sim
Infecções Durante a Gravidez	0= Não; e 1= Sim
Factores Obstétricos	
Histórico de abortos prévios	0= Não; e 1= Sim
Histórico partos prematuros	0= Não; e 1= Sim
Histórico mortes fetais anteriores	0= Não; e 1= Sim
Complicações na Gravidez	0= Não; e 1= Sim
Factores Socioeconômicos e Demográficos	
Nível educacional mais alto da mãe	0= Sem educação; 1= Primária; 2= Secundária; e 3= Superior
Quintis de riqueza da mãe	1= Mais pobre; 2= Pobre; 3= Médio; 4= Rico; e 5= Mais Rico
Número de consultas pré-natais durante a gravidez	1= 1 à 3 visitas; 2= 4 à 9 visitas 3= 10 à 14 visitas; e 4= 15 +
Religião da mãe	1= Católica; 2- Islâmica; 3= Zion; 4= Evangélica/Pentecostal; 5= Outros; e 6= Sem religião
Local das consultas pré-natais durante a gravidez	1= Hospital público; 2=Hospital privado/Clínica; e 3= Outros
Estado civil da mãe	0= Nunca em união; 1= Casada 2= Vivendo com parceiro; 3= Viuva 4= Divorciado e 5= Outros
Local de residência	1= Urbano e 2= Rural
Região geográfica	1= Norte; 2= Centro e 3= Sul
Deficiências nutricionais	0= Não; e 1= Sim
Acesso limitado a cuidados de saúde	0= Não; e 1= Sim
Acesso limitado à informação sobre saúde materna	0= Não; e 1= Sim
Factores Comportamentais	
Estresse psicológico durante a gravidez	0= Não; e 1= Sim
Consumo álcool e uso de drogas durante a gravidez	0= Não; e 1= Sim
Consumo de tabaco durante a gravidez	0= Não; e 1= Sim
Exposição à violência doméstica durante a gravidez	0= Não; e 1= Sim

Descrição	Categorias
Factores de Assistência ao Parto	
Tipo de parto	0= Normal; e 1= Cesariana
Local do parto	1= Hospital público; 2= Hospital privado/Clínica; e 3= Outros
Presença dos profissionais de saúde durante o parto	0= Não; e 1= Sim
Factores Genéticos	
Histórico familiar de complicações na gravidez	0= Não; e 1= Sim
Histórico familiar de complicações durante o parto	0= Não; e 1= Sim
Outros Factores	
Multiparidade	0= Não; e 1= Sim
Ganho de peso insuficiente durante a gravidez	0= Não; e 1= Sim
Placenta prévia ou abrupcio placentae	0= Não; e 1= Sim
Sexo do bebê	2= Feminino; e 1= Masculino
Número de fetos	1= 1; 2= 2; 3= 3 +
Práticas culturais desfavoráveis	0= Não; e 1= Sim
Exposição a poluentes ambientais	0= Não; e 1= Sim
Condições de trabalho adversas	0= Não; e 1= Sim
Condições de habitação precárias	0= Não; e 1= Sim
Anomalias congênicas	0= Não; e 1= Sim
Crescimento intrauterino restrito (CIR)	0= Não; e 1= Sim
Cuidados pré-natais deficientes	0= Não; e 1= Sim
IMC da mãe	1= Abaixo do peso < 18.5 2= Peso normal 18.5 – 24.9 3= Sobrepeso/Obesidade ≥ 25
Tamanho da criança ao nascer	1= Pequeno; 2= Normal 3= Grande
Momento da primeira verificação pré-natal (em meses)	1= Menos de 2 meses; 2= 2 à 4 meses; 3= 5 meses +
Duração da gravidez (em meses)	1= Menos que 8 meses; 2= 8 à 9 meses; e 3= 10 +
Número de ordem de nascimento	1= 1; 2= 2; e 3= 3 +
Fonte da água potável	1= Água canalizada; 2= Água do Poço/Furos; 3= Rios/Lagos/Lagoas; 4= Água da chuva; 5= Outros

Categorização da Variável Resposta

Ao estimar o modelo de regressão logística binária, a variável resposta foi categorizada da seguinte forma para estudar os factores associados à morte fetal em Moçambique:

- $$\begin{cases} 1 & \text{Sim, se ocorreu morte fetal durante o período gestacional ou no momento do parto} \\ 0 & \text{Não, se não ocorreu morte fetal durante o período gestacional ou no momento do parto} \end{cases}$$

Essa categorização permite investigar os factores que aumentam ou diminuem a probabilidade de ocorrência de morte fetal, utilizando dados quantitativos para identificar associações significativas e propor intervenções eficazes.

3.2.2 Software e Pacotes Utilizados

- **R versão 4.4.0:** Utilizado para o processamento e análise dos dados. O R é uma linguagem de programação estatística que oferece diversos pacotes estatísticos e recursos gráficos;
- **Microsoft Excel 2019:** Empregado para cálculos e criação de gráficos em algumas partes do trabalho;
- **LaTeX versão 4.3:** Utilizado na edição do texto do trabalho;
- **Pacote Estatístico para Ciências Sociais (SPSS):** Utilizado para a construção da base de dados e realização de algumas análises.

3.3 Métodos

De acordo com Mesquita (2014), os pressupostos da regressão logística são:

- A soma dos valores estimados é igual a soma dos valores Y_i ;
- A soma dos erros é igual a zero;
- A soma das observações multiplicada pelo erro é zero;
- A reta dos mínimos quadrados passa pelo ponto (x,y) ;
- Ausência de Multicolinearidade.

3.3.1 Teste de Significância dos Coeficientes

Segundo Farhat (2003), ajustado o modelo de regressão logística, temos interesse em construir testes de hipóteses para os seus coeficientes, com objectivo de verificar a significância das variáveis independentes, ou seja a inclusão ou exclusão dessas variáveis explicativas no modelo.

De acordo com Hosmer *et al.*, (2013), na regressão logística a comparação do observado com os valores previstos são baseados na função log-verosimilhança definida na equação (2.17), dando origem a estatística do teste D:

$$D = -2\ln \left[\frac{(\text{Probabilidade do modelo ajustado})}{(\text{Probabilidade do modelo saturado})} \right] \quad (3.1)$$

Segundo Figueira (2006), a estatística do teste D é chamada de deviance (desvio), e é uma estatística que auxilia na comparação dos valores observados e preditos. Sempre é

positiva e quanto menor melhor é o ajuste do modelo.

O modelo saturado corresponde ao modelo com todas as variáveis e interações e o Modelo ajustado corresponde ao modelo com apenas as variáveis desejadas para o estudo (Cabal,2013).

Usar menos duas vezes seu log é necessário para obter uma quantidade cuja distribuição é conhecida e, portanto, pode ser usado para fins de teste de hipóteses, que é chamado de **teste da razão de verossimilhança**, usando a equação (2.17) e (3.1), se torna:

$$D = -2 \sum_{i=1}^n \left[y_i \ln\left(\frac{\hat{\pi}_i}{y_i}\right) + (1 - y_i) \ln\left(\frac{1 - \hat{\pi}_i}{1 - y_i}\right) \right] \quad (3.2)$$

A hipótese a testar é:

$$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Onde a estatística de teste é definida por:

Ao rejeitarmos a hipótese nula podemos concluir que, pelo menos um dos coeficientes é estatisticamente diferente de zero.

Apartir dos desvios e de suas diferenças, pode-se usar o teste da razão de verossimilhanças, descrito anteriormente, para testar a significância da inclusão de determinadas variáveis, bem como de suas interações no modelo. Em outras palavras, pode-se avaliar o quanto do desvio associada ao modelo nulo é explicada pela inclusão de termos no modelo.

3.3.2 Razão de Chances (Odds Ratio)

Segundo Netto (2019), para entender essa medida, é importante compreender a diferença entre chance (odds) e probabilidade. A chance de ocorrência de um evento de interesse (ou chance de sucesso) é definida por:

$$RC = \frac{\text{Probabilidade do evento ocorrer}}{\text{Probabilidade do evento não ocorrer}} \quad (3.3)$$

De acordo com Mesquita (2014), na regressão logística, probabilidade e chance *odds*, são conceitos diferentes para descrever o mesmo fenômeno. Por definição, probabilidade é o risco de determinado evento acontecer, chance é a razão entre a probabilidade de determinado evento acontecer e a probabilidade desse evento não acontecer. Segundo o mesmo autor, a razão de chances (odds ratio) é a razão entre as chances de um evento acontecer devido a influência de determinado factor, e a chance do evento acontecer sem a interferência deste factor, resumindo, é a medida de efeito que compara a probabilidade de determinada condição ocorrer entre grupos.

Segundo Montenegro (2009), a razão de chance é denotada por ψ , é definida por:

$$\psi = \frac{\pi(1)/[1 - \pi(1)]}{\pi(0)/[1 - \pi(0)]} \quad (3.4)$$

O logaritmo da "Odds ratio", "log odds" é expressa da seguinte forma:

$$\ln \psi = \ln \left\{ \frac{\pi(1)/[1 - \pi(1)]}{\pi(0)/[1 - \pi(0)]} \right\} \quad (3.5)$$

assim, o logaritmo da razão das chances sendo dado por:

$$\ln \psi = \ln[e(\beta_1)] = \beta_1 \quad (3.6)$$

De acordo com o mesmo autor, para interpretar a razão de chances é muito fácil. Por exemplo, se $\psi=2$ indica que a chance de uma pessoa que não tem uma renda ter insegurança alimentar é duas vezes maior que uma pessoa que tem uma renda.

3.3.3 Avaliação da Qualidade do Ajuste do Modelo

Segundo Hair *et al.*, (2005), um modelo bem ajustado terá um valor pequeno para -2LL, o valor mínimo para -2LL é 0 (um ajuste perfeito tem verossimilhança de 1 e, portanto -2LL é 0).

3.3.4 Medidas Pseudo R^2

De acordo com Fávero e Belfiore (2017), em modelos de regressão logística não há um coeficiente de ajuste R^2 como nos modelos tradicionais de regressão estimados pelo método de mínimos quadrados ordinários. Entretanto, muitos pesquisadores apresentam, em seus trabalhos, um coeficiente conhecido por **pseudo R^2 de McFadden**, cuja expressão é dada por:

$$R^2 = \frac{-2LL_0 - (-2ll_{max})}{-2LL_0} \quad (3.7)$$

e cuja utilidade é bastante limitada e restringe-se a casos em que o pesquisador tiver interesse em comparar dois ou mais modelos distintos, dado que um dos diversos critérios existentes para a escolha do modelo é o critério de maior pseudo R^2 de McFadden.

LL_{max} é o valor máximo possível do somatória do logaritmo da função de verossimilhança. LL_0 representa o valor máximo possível do somatória do logaritmo da função de verossimilhança para um modelo conhecido por modelo nulo, ou seja, para um modelo que só apresenta a constante α e nenhuma variável explicativa.

Muitos pesquisadores também utilizam o pseudo R^2 de McFadden como um indicador de desempenho do modelo escolhido, independentemente da comparação com outros modelos, porém a sua interpretação exige muitos cuidados e, por vezes, há a inevitável tentação em associá-lo, erroneamente, com percentuais de variância da variável dependente. (Fávero e Belfiore, 2017)

Segundo Mesquita (2014), os valores mais próximos de 1 indicam melhor ajuste do modelo, mas apesar dessa similaridade com o modelo de regressão linear não podem ser interpretados da mesma forma como se interpreta um R^2 .

3.3.5 Teste de Wald

Segundo Cabral (2013), O teste de Wald testa se cada coeficiente é significativamente diferente de zero. Deste modo, o teste de Wald averigua se uma determinada variável independente apresenta uma relação estatisticamente significativa com a variável dependente.

Então testam se as hipóteses : $H_0 : \beta_i = 0$

$H_1 : \beta_i \neq 0$

$i = 0, \dots, p$

A estatística de teste é dada por:

$$W_j = \frac{\hat{\beta}_j}{\text{var}\hat{\beta}_j} \quad (3.8)$$

3.3.6 Matriz de confusão

Uma maneira prática de qualificar o ajuste do modelo de regressão logística é pela projecção do modelo na tabela de classificação (ou Matriz de Confusão). Para isto, precisa-se criar uma tabela com o resultado da classificação cruzada da variável resposta, de acordo com uma variável dicotômica em que os valores se derivam das probabilidades logísticas estimadas na regressão (Hosmer e Lemeshow 2000). No entanto, é preciso definir uma regra de predição, que dirá se houve acerto ou não da probabilidade estimada com os valores reais, pois as probabilidades variam de 0 a 1 enquanto os valores reais binários possuem valores fixos de 0 “ou” 1.

É intuitivo supor que se as probabilidades aproximam-se de 1 o indivíduo estimado pode ser classificado como $\hat{Y}_i = 1$, bem como de forma contrária, se o modelo estimar probabilidades perto de 0, classificá-la como $\hat{Y}_i = 0$. (Smolski e Battisti, 2019)

De acordo com Smolski e Battisti (2019), após determinado o ponto de corte, é importante avaliar o poder de discriminação do modelo, pelo seu desempenho portanto em classificar os “eventos” dos “não eventos”. Cria-se a Matriz de Confusão com as observações de

Verdadeiro Positivo (VP), Falso Positivo (FP), Falso Negativo (FN) e Verdadeiro Negativo (VN).

Tabela 3.2: Tabela de classificação

		Previsto	
		Mortalidade fetal	
Mortalidade fetal	Observado	Não	Sim
		Sim	VP
	Não	VN	FN

Sensibilidade: representa a proporção de verdadeiros positivos, ou seja, a capacidade do modelo em avaliar o evento como $\hat{Y}_i = 1$ (estimado) dado que ele é evento real $Y = 1$.

$$Sensibilidade = \frac{VP}{FN} \quad (3.9)$$

Especificidade: a proporção apresentada dos verdadeiros negativos, ou seja, o poder de predição do modelo em avaliar como “não evento” $\hat{Y}_i = 0$ sendo que ele não é evento $Y = 0$

$$Especificidade = \frac{VN}{VN + FP} \quad (3.10)$$

3.3.7 Teste Hosmer e Lemeshow

Segundo Lassance (2015), o teste de Hosmer-Lemeshow, também conhecido como teste dos decis-de-risco, se trata de um teste que compara a frequência da ocorrência das observações com as estimações teóricas, obtidas através do modelo ajustado. Consiste em realizar um ordenamento das observações e dos valores ajustados em função dos valores ajustados. As observações ordenadas são então separadas em g grupos, sendo que comumente $g = 10$. A estatística do teste de Hosmer-Lemeshow é dada por:

$$\hat{C} = \sum_{k=1}^g \frac{(o_{jk} - \hat{e}_{jk})^2}{\hat{e}_{jk}} \quad (3.11)$$

Sendo o_{1k} o número de sucessos no k -ésimo grupo, o_{0k} o número de fracassos, \hat{e}_{1k} a soma dos valores ajustados para o k -ésimo grupo e \hat{e}_{0k} a soma de valor ajustado subtraindo 1.

Teste de Hipótese:

H_0 : Não há diferenças significativas entre os resultados previstos e observados;

H_1 : Há diferenças significativas entre os resultados previstos e observados.

3.4 Metodologia de Análise dos Dados

Na análise dos dados, primeiramente, realizou-se a **estatística descritiva**, que, conforme Piana *et al.* (2009), é a parte da estatística que desenvolve e disponibiliza métodos para resumo e apresentação de dados com o objetivo de facilitar a compreensão e a utilização da informação contida.

Em seguida, fez-se o teste de associação das variáveis independentes com a variável dependente usando o teste qui-quadrado. Posteriormente, estimou-se o modelo logístico reduzido, que contém apenas a variável dependente.

Após a estimação do modelo nulo, procedeu-se com o teste de razão de verossimilhança, que é usado para estimar os parâmetros dos modelos de regressão de forma geral. Com base no p-valor e no nível de significância de 5%, verificou-se se existe alguma associação entre a mortalidade fetal e as variáveis independentes, e se os dados são adequados para a análise. Após a estimação dos coeficientes do modelo, também procedi com a análise dos resíduos para identificar possíveis discrepâncias e assegurar a adequação do modelo aos dados.

Para a avaliação do ajuste do modelo, utilizou-se o Pseudo R^2 , que é um valor que varia de 0 a 1 e informa o quanto as variáveis independentes explicam as variações da variável dependente. Quanto maior o valor do Pseudo R^2 , melhor é o ajuste do modelo.

Para verificar se o modelo consegue explicar adequadamente a variável dependente, utilizou-se o teste de Hosmer e Lemeshow. Nesse teste, um p-valor acima de 5% indica que o modelo explica bem a variável dependente.

Por fim, a tabela de classificação foi utilizada para compreender se o modelo consegue explicar bem o comportamento das variáveis independentes. Esta tabela auxilia na verificação da precisão do modelo ao classificar corretamente os casos observados.

Capítulo 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados da análise estatística dos dados colectados, com foco na aplicação da regressão logística para identificar os principais factores associados à morte fetal em Moçambique. Os resultados são discutidos em relação à literatura existente, destacando-se as implicações para políticas públicas de saúde e práticas clínicas.

4.1 Análise descritiva da amostra

4.1.1 Distribuição Percentual do Sexo dos Bebês

O gráfico 4.1, representa a proporção de nascimentos por sexo dentro da amostra de 30.514 observações. Conforme o gráfico, a porcentagem de bebês do sexo feminino é de 50,43%, enquanto a de bebês do sexo masculino é de 49,57%.

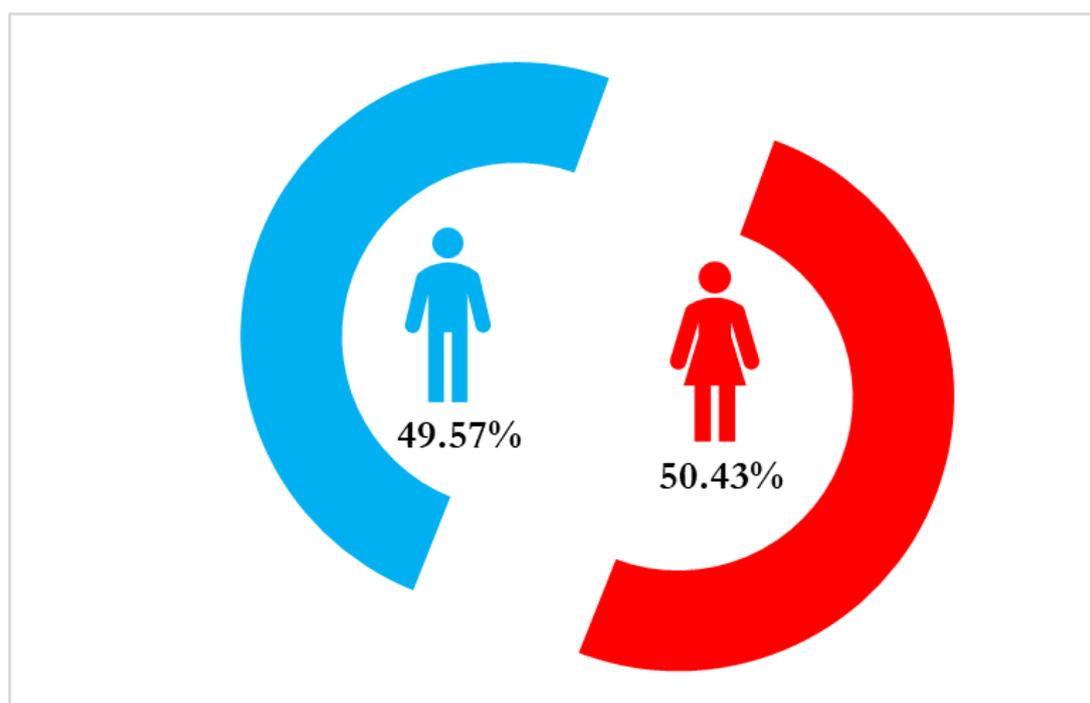


Figura 4.1: Distribuição percentual do sexo dos Bebês

4.1.2 Distribuição das percentagens segundo o Nível educacional mais alto da Mãe

O gráfico 4.2, mostra a distribuição percentual do nível educacional mais alto alcançado pelas mães em uma amostra de 30.514 observações. A maioria das mães possui educação primária (46,72%), seguida por aquelas sem educação formal (34,17%). A educação secundária é representada por 17,25% das mães, enquanto apenas 1,86% das mães possuem educação superior. Esses dados destacam a predominância de níveis educacionais mais baixos entre as mães, com menos de um quinto atingindo o nível secundário e uma minoria significativa alcançando o nível superior.

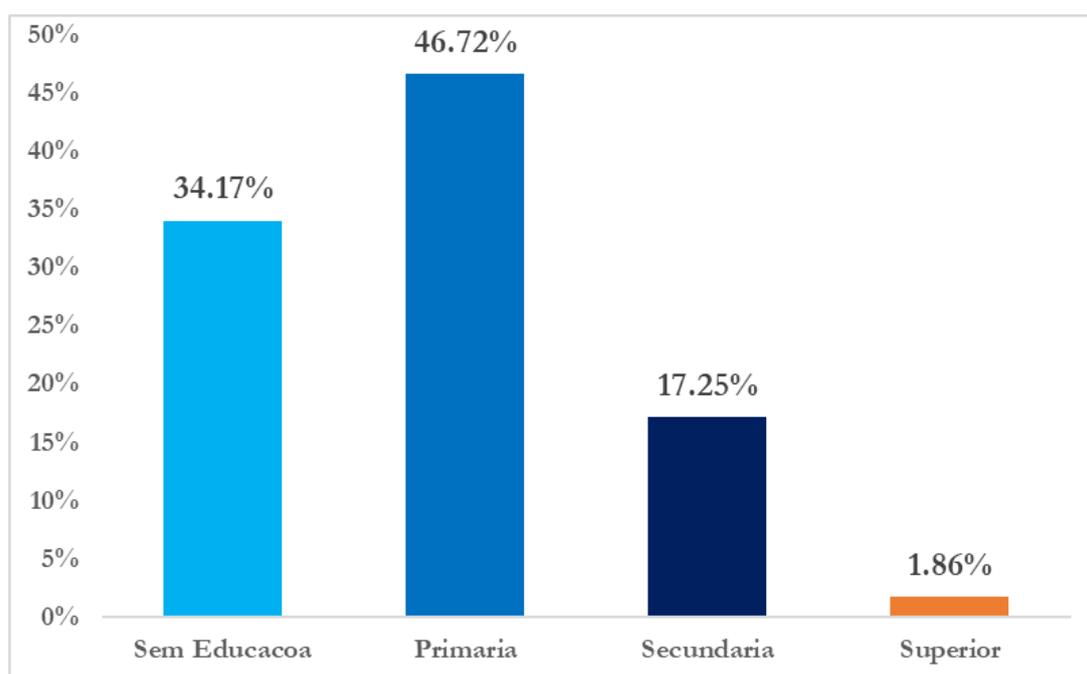


Figura 4.2: Distribuição das percentagens segundo o Nível educacional mais alto da Mãe

4.1.3 Teste de associação entre as variáveis independentes e a variável dependente

A tabela 4.1, apresenta os resultados do teste qui-quadrado para diversas variáveis associadas a um desfecho de interesse. As variáveis que se mostraram estatisticamente significativas ($p < 0.05$) estão em negrito. Entre elas, destacam-se a idade da mãe, infecções durante a gravidez, histórico da mãe sobre abortos prévios, histórico da mãe sobre mortes fetais anteriores, nível educacional mais alto da mãe, quintil de riqueza da mãe, religião da mãe, estado civil da mãe, região geográfica, acesso limitado a cuidados de saúde, acesso limitado a informações sobre saúde materna, estresse psicológico durante a gravidez, consumo de álcool e uso de drogas durante a gravidez, consumo de tabaco durante a gravidez, exposição a violência doméstica durante a gravidez, presença dos profissionais de saúde durante o parto, histórico familiar de complicações na gravidez, ganho de peso insuficiente durante a gravidez, crescimento intrauterino restrito, cuidados

pré-natal deficientes, momento da primeira verificação pré-natal (em meses), duração da gravidez (em meses), número de ordem de nascimento. Essas variáveis são potencialmente importantes para entender os fatores que influenciam o desfecho estudado e podem ser alvo de intervenções ou investigações mais aprofundadas.

Por outro lado, algumas variáveis não se mostraram estatisticamente significativas, sugerindo que, com base nos dados disponíveis, não há evidência suficiente para afirmar uma associação com o desfecho de interesse. Entre estas variáveis estão o histórico da mãe sobre partos prematuros, complicações durante a gravidez, número de consultas pré-natal durante a gravidez, local das consultas pré-natal durante a gravidez, tipo do parto, local do parto, histórico familiar de complicações durante o parto, multiparidade, placenta prévia, sexo do bebê, número de fetos, práticas culturais desfavoráveis, exposição a poluentes ambientais, condições de trabalho adversas, condições de habitação precárias, anomalias congênitas, índice de massa corporal da mãe e tamanho da criança. Esses resultados indicam que essas variáveis, dentro do contexto dos dados analisados, não apresentam uma relação estatisticamente significativa com o desfecho analisado.

Tabela 4.1: Teste qui-quadrado para variáveis

Variável	χ^2	P-valor
Idade da mãe	30.801	$6.765e^{-05}$
Local de residência	4.0407	0.04442
Infecções durante a gravidez	6.4486	0.0111
Histórico da mãe sobre abortos prévios	13.759	0.0002
Histórico da mãe sobre partos prematuros	0.014809	0.9031
Histórico da mãe sobre mortes fetais anteriores	6.3182	0.012
Complicações durante a gravidez	2.8008	0.09422
Nível educacional mais alto da mãe	141.85	$< 2.2e^{-16}$
Quintil de riqueza da mãe	541.3	$< 2.2e^{-16}$
Número de consultas pré-natal durante a gravidez	2.4084	0.4921
Religião da mãe	65.417	$9.185e^{-13}$
Local das consultas pré-natal durante a gravidez	1.3587	0.5069
Estado civil da mãe	16.989	0.004
Doenças crônicas da mãe	2.101	0.785
Região geográfica	245.57	$< 2.2e^{-16}$
Deficiências nutricionais	5.9056	0.01509
Acesso limitado a cuidados de saúde	18.295	$1.892e^{-05}$
Acesso limitado a informações sobre saúde materna	25.895	$3.606e^{-07}$
Estresse psicológico durante a gravidez	20.775	$5.166e^{-06}$
Consumo de álcool e uso de drogas durante a gravidez	208.66	$< 2.2e^{-16}$
Consumo de tabaco durante a gravidez	29.179	$6.598e^{-08}$
Exposição a violência doméstica durante a gravidez	12.801	0.0003
Tipo do parto	0.13363	0.7147
Local do parto	0.92444	0.6299
Presença dos profissionais de saúde durante o parto	33.527	$7.029e^{-09}$
Histórico familiar de complicações na gravidez	7.191	0.007327
Histórico familiar de complicações durante o parto	0.98032	0.3221

Variável	χ^2	P-valor
Multiparidade	0.25793	0.6115
Ganho de peso insuficiente durante a gravidez	18.87	$1.399e^{-05}$
Placenta prévia	1.7877	0.1812
Sexo do bebê	5.2177	0.02236
Número de fetos	5.0907	0.07845
Práticas culturais desfavoráveis	5.244	0.02202
Exposição a poluentes ambientais	3.2867	0.06984
Condições de trabalho adversas	0.10516	0.7457
Condições de habitação precárias	3.1611	0.07541
Anomalias congênitas	2.7967	0.09446
Crescimento intrauterino restrito	8.1983	0.004193
Cuidados pré-natal deficientes	494.46	$< 2.2e^{-16}$
Índice de massa corporal da mãe	0.89451	0.6394
Tamanho da criança	0.7037	0.7034
Momento da primeira verificação pré-natal (em meses)	494.46	$< 2.2e^{-16}$
Duração da gravidez (em meses)	4.2694	0.03884
Número de ordem de nascimento	14.321	0.00078
Fonte de água potável	3.256	0.985

4.2 Construção do modelo

Neste secção, estima-se os coeficientes de um modelo de regressão logística utilizando o método de máxima verossimilhança. A regressão logística é uma técnica estatística amplamente utilizada para modelar a relação entre uma variável dependente binária e uma ou mais variáveis independentes. Neste caso, a variável dependente é a mortalidade detalhada, e o objetivo é identificar quais fatores estão associados a essa variável.

As variáveis independentes que fazem parte do modelo foram selecionadas com base na significância estatística obtida a partir do teste qui-quadrado. Este teste foi utilizado para verificar a associação entre cada variável independente e a variável dependente. Somente as variáveis que apresentaram uma associação estatisticamente significativa ao nível de 5% foram incluídas no modelo final. Estas variáveis incluem idade da mãe, doenças crônicas, infecções durante a gravidez, histórico de abortos prévios, mortes fetais anteriores, complicações durante a gravidez, violência, riqueza, estado civil, região, desnutrição, acesso limitado a cuidados de saúde, estresse durante a gravidez, consumo de álcool e tabaco, presença de profissionais de saúde durante o parto, limitação de cuidados, práticas culturais, crescimento intrauterino, sexo do bebê, entre outras.

Através deste modelo, esperamos identificar os fatores de risco mais relevantes que contribuem para a mortalidade detalhada, fornecendo informações valiosas para intervenções direcionadas e políticas de saúde pública.

A Tabela 4.2 apresenta os coeficientes do modelo logístico, o erro padrão (E.P), a razão de chance (RC) e o intervalo de 95% de confiança (IC) para cada variável em relação à mortalidade fetal. Os coeficientes indicam a direção e magnitude da associação entre as variáveis independentes e a mortalidade fetal, enquanto o E.P fornece a variabilidade dos coeficientes estimados. Esses elementos são essenciais para avaliar a significância estatística e prática das variáveis no modelo e compreender melhor os fatores associados à mortalidade fetal em Moçambique. As variáveis em **negrito** são significativamente associadas à mortalidade fetal ao nível de 5%.

Tabela 4.2: Estimacao dos parametros do modelo

Variável	$\hat{\beta}$	EP	RC	IC (95%)	P-valor
Intercepto	-4.970	0.723	0.0069	[0.001;0.025]	$6.39e^{-12}$
Idade da mãe					
15 à 19 (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
20 à 24	-0.931	0.349	0.3941	[0.185;0.737]	0.0076
25 à 29	0.262	0.169	1.299	[0.923;1.794]	0.1220
30 à 34	-0.176	0.188	0.8384	[0.571;1.196]	0.3495
35 à 39	-0.098	0.166	0.9064	[0.648;1.242]	0.5528
40 à 44	-0.026	0.196	1.9743	[0.652;2.411]	0.8943
45 +	0.299	0.177	1.3482	[0.946;1.895]	0.0920
Infecções durante a gravidez					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	-0.984	0.305	1.3737	[0.195;1.650]	0.0012
Histórico de abortos prévios					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	-0.401	0.201	1.0669	[0.449;1.287]	0.0458
Histórico mortes de fetais					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	0.426	0.362	1.530	[0.702;2.946]	0.2395
Nível educacional mais alto da mãe					
Sem educação (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Primária	-0.030	0.154	0.9704	[0.720;1.320]	0.8457
Secundária	-0.114	0.176	0.8932	[0.634;1.264]	0.5168
Superior	-2.832	1.005	0.5589	[0.003;0.264]	0.0049
Quintis de riqueza da mãe					
Mais pobre (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Pobre	-0.204	0.105	0.815	[0.664;1.002]	0.0519
Médio	0.288	0.331	1.3338	[0.703;2.597]	0.3840
Rico	0.180	0.150	1.1972	[0.896;1.617]	0.2313
Mais rico	-1.894	0.752	0.1505	[0.024;0.531]	$7.52e^{-01}$
Religião da mãe					
Católica (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Islâmica	-1.436	2.817	2.8205	[2.031;4.612]	0.9594
Evangélica/Pentecostal	-0.204	0.105	0.815	[0.664;1.002]	0.0519
Outras	0.143	0.298	0.6541	[0.633;1.042]	0.6305
Sem religião	1.326	0.372	1.2395	[0.528;2.564]	0.0004

Variável	$\hat{\beta}$	EP	RC	IC (95%)	P-valor
Estado civil da mãe					
Nunca em união (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Casada	-3.447	0.312	0.0318	[0.017;0.057]	$< 2e^{-16}$
Vivendo com parceiro	0.095	0.251	1.0998	[0.690;1.855]	0.7048
Viuva	-0.717	0.382	0.4885	[0.225;1.022]	0.0610
Divorciada	0.558	0.592	1.7479	[0.647;7.169]	0.3459
Outros	-0.154	0.284	0.8574	[0.499;1.528]	0.5877
Região					
Norte (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Centro	0.189	0.261	1.2078	[0.742;2.071]	0.4689
Sul	-1.373	0.214	0.2513	[0.166;0.384]	$1.24e^{-10}$
Limitação a cuidados de saúde					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	0.610	0.171	1.8399	[1.323;2.589]	0.0004
Limitação a info. saúde materna					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	0.062	0.107	1.0637	[0.862;1.312]	0.5636
Exposição ao estresse					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	-1.250	0.212	1.2866	[0.185;1.427]	3.63^{-09}
Consumo de álcool e outras drogas					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	1.031	0.231	2.8043	[1.791;4.437]	$8.19e^{-06}$
Consumo de tabaco/cigaros					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	-0.064	0.171	0.9381	[0.666;1.300]	0.7078
Exposição a violência domestica					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	-0.184	0.221	1.8317	[1.527;2.255]	0.0036
Assistência durante o parto					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	-0.425	0.142	0.6534	[0.495;0.863]	0.0028
Hist. fam. de complicação na gravidez					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	0.197	0.250	1.2176	[0.724;1.934]	0.4299
Ganho de peso insuficiente					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	0.822	0.210	2.2749	[1.518;3.465]	$9.38e^{-05}$
Sexo do bebê					
Feminino (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Masculino	-0.191	0.100	0.8258	[0.678;1.005]	0.0567
Práticas culturais desfavorável					
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	0.016	0.163	1.0157	[0.740;1.403]	0.9241
Crescimento intrauterino restrito					
Não <i>Ref</i>	—	—	—	—	—
Sim	1.521	0.294	4.5775	[2.636;8.414]	$2.37e^{-07}$

Variável	$\hat{\beta}$	EP	RC	IC (95%)	P-valor
Momento da primeira consulta pré-natal	—	—	—	—	—
Menos de 2 (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
2 à 4	-1.037	0.163	1.3544	[1.256;1.485]	$2.04e^{-10}$
5 ou mais	-1.687	1.075	0.4862	[0.147;1.189]	0.9987
Duração da gravidez (mes)	—	—	—	—	—
Menos de 8 (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
8 à 9	-1.244	0.633	0.2881	[0.067;0.871]	0.0494
10 ou mais	-0.112	0.837	0.8937	[0.160;4.994]	0.8932
Número de ordem nascimento	—	—	—	—	—
1 (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
2	0.011	0.128	1.0108	[0.783;1.294]	0.9334
3	-0.228	0.310	0.7958	[0.411;1.402]	0.4615
Cuidado pré-natal deficiente	—	—	—	—	—
Não (<i>Ref</i>)	—	—	—	—	—
Sim	0.671	0.160	1.9564	[1.424;2.670]	$2.77e^{-05}$

Nota: EP = Erro Padrão, RC = Razão de Chances, IC = Intervalo de Confiança

Interpretação do modelo em termos da Razão de Chance

Mães na faixa etária de 20 a 24 anos têm uma chance significativamente menor de mortalidade fetal, com uma razão de chances (RC) de 0,3941, indicando uma redução de 60,59% no risco em comparação com o grupo de referência (15 a 19 anos), com um intervalo de confiança (IC) de [0.185; 0.737] e um p-valor de 0,0076. Mães que tiveram infecções durante a gravidez aumentam o risco de mortalidade fetal em 37,37% (RC = 1,3737), comparadas às mães que não tiveram infecções, com um IC de [0.946; 1.895] e um p-valor de 0,0020.

O histórico de abortos prévios está associado a um aumento de 6,69% no risco de mortalidade fetal (RC = 1,0669), em comparação com mães sem histórico de abortos, com um IC de [0.449; 1.287] e um p-valor de 0,0458. Mães com nível superior reduzem significativamente o risco de mortalidade fetal em 44,11% (RC = 0,5589), comparadas às mães sem educação, com um IC de [0.003; 0.264] e um p-valor de 0,0049. A ausência de religião está associada a um aumento de 23,95% no risco de mortalidade fetal (RC = 1,2395), comparadas às mães católicas, com um IC de [0.528; 2.564] e um p-valor de 0,0004.

Mães casadas têm uma redução significativa de 96,82% no risco de mortalidade fetal (RC = 0,0318), comparadas com aquelas que nunca estiveram em união, com um intervalo de confiança (IC) de [0.017; 0.057] e um p-valor $< 2e^{-16}$. Mães na região Sul apresentam uma redução significativa de 74,87% no risco (RC = 0,2513), em comparação com mães na região Norte, com um IC de [0.166; 0.384] e um p-valor de $1.24e^{-10}$. Mães com limitações no acesso a cuidados de saúde têm um aumento significativo de 83,99% no risco de mortalidade fetal (RC = 1,8399), em comparação com aquelas sem limitações, com um

IC de [1.323; 2.589] e um p-valor de 0,0004.

A exposição ao estresse está associada a uma redução significativa de 28,66% no risco (RC = 1,2866), comparada com mães não expostas, com um IC de [0.185; 1.427] e um p-valor de $3.63e^{-09}$. O consumo de álcool e outras drogas está associado a um aumento significativo de 180,43% no risco de mortalidade fetal (RC = 2,8043), em comparação com mães que não consomem, com um IC de [1.791; 4.437] e um p-valor de $8.19e^{-06}$. A exposição à violência doméstica aumenta significativamente o risco de mortalidade fetal em 83,17% (RC = 1,8317), comparada com mães não expostas, com um IC de [1.527; 2.255] e um p-valor de 0,0036. A assistência durante o parto está associada a uma redução significativa de 34,66% no risco (RC = 0,6534), comparada com mães que não receberam assistência, com um IC de [0.495; 0.863] e um p-valor de 0,0028.

Ganho de peso insuficiente está associado a um aumento significativo de 127,49% no risco (RC = 2,2749), comparado com mães sem ganho de peso insuficiente, com um IC de [1.518; 3.465] e um p-valor de $9.38e^{-05}$. O crescimento intrauterino restrito aumenta significativamente o risco de mortalidade fetal em 357,75% (RC = 4,5775), comparado com mães cujos bebês não têm crescimento restrito, com um IC de [2.636; 8.414] e um p-valor de $2.37e^{-07}$.

Mães que realizaram a primeira consulta pré-natal entre 2 e 4 meses após o início da gravidez apresentam um aumento significativo de 35,44% na proteção contra a mortalidade fetal (RC = 1,3544), em comparação com aquelas que fizeram a consulta em menos de 2 meses. Este aumento é substancial, com um intervalo de confiança (IC) de [1.256; 1.485] e um p-valor extremamente baixo de $2.04e^{-10}$. A duração da gravidez entre 8 e 9 meses está associada a uma redução significativa de 71,19% no risco de mortalidade fetal (RC = 0,2881), comparada com gravidezes de menos de 8 meses, com um IC de [0.067; 0.871] e um p-valor de 0,0494.

A presença de cuidado pré-natal deficiente aumenta significativamente o risco de mortalidade fetal em 95,64% (RC = 1,9564), comparada com mães que não tiveram cuidado pré-natal deficiente, com um IC de [1.424; 2.670] e um p-valor de $2.77e^{-05}$.

4.2.1 Diagnostico do modelo

O gráfico 4.3, indica que o modelo de regressão logística se ajusta de forma satisfatória aos dados. A distribuição aleatória dos pontos no gráfico "Resíduos *vs.* Valores Ajustados" sugere que não há padrões sistemáticos nos erros, o que é um sinal positivo para a homoscedasticidade. Além disso, a linearidade observada no gráfico "Resíduos Q-Q" confirma que os resíduos seguem uma distribuição normal, enquanto a análise do gráfico "Resíduos *vs.* Alavancagem" revela que a maioria dos pontos apresenta baixa alavancagem. Isso significa que não há outliers influentes que possam distorcer os resultados do modelo. Esses aspectos reforçam a confiabilidade do modelo e das previsões geradas, proporcionando uma base sólida para a interpretação dos dados.

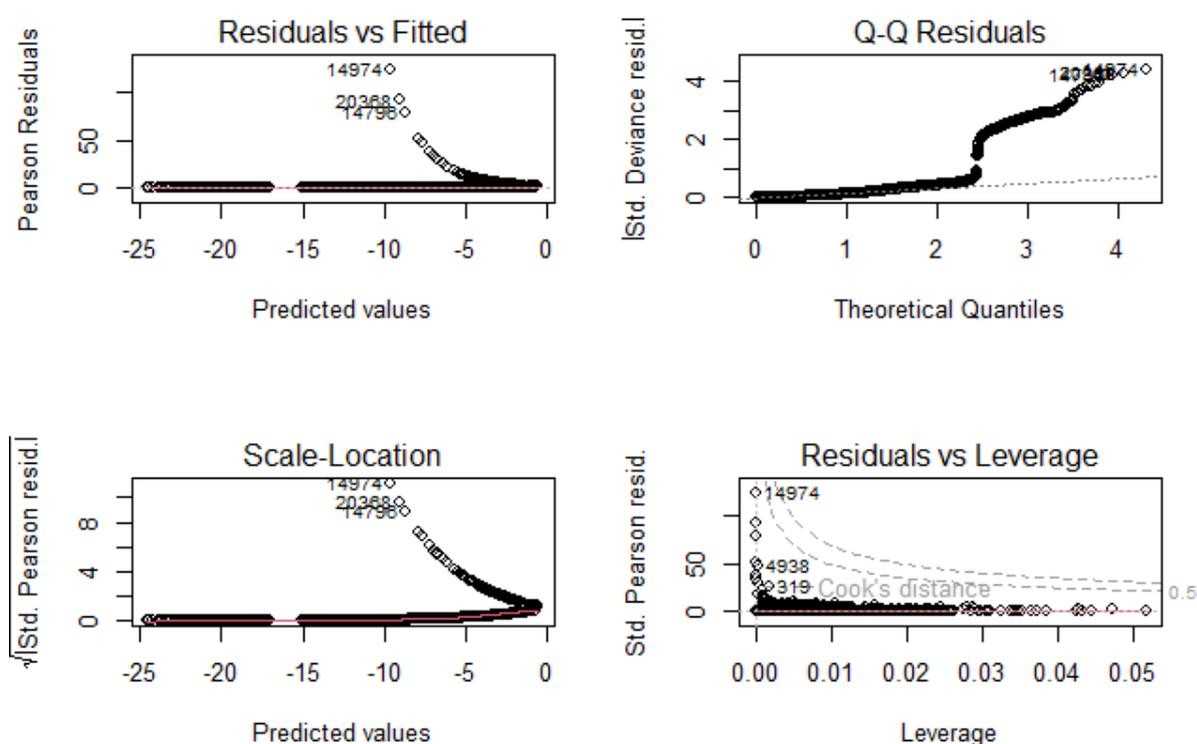


Figura 4.3: Análise dos resíduos

4.2.2 Teste de razão verossimilhança

A tabela 4.3, apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança, que demonstra uma estatística qui-quadrado de 458.854 com 32 graus de liberdade e um p-valor de 0.000. Esses resultados indicam que há uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis do modelo e a mortalidade fetal, uma vez que o p-valor extremamente baixo rejeita a hipótese nula, sugerindo que as variáveis incluídas no modelo têm um impacto relevante na mortalidade fetal. Assim, a análise reforça a importância dessas variáveis na compreensão dos fatores associados à mortalidade fetal e valida a eficácia do modelo ajustado.

Tabela 4.3: Teste de razão verossimilhança

		Qui-quadrado	gl	p-valor
Passo 1	Passo	458.854	32	0.000
	Bloco	458.854	32	0.000
	Modelo	458.854	32	0.000

4.2.3 Medidas de avaliação do ajuste do modelo final

A tabela 4.4, apresenta medidas de avaliação do ajuste do modelo final. O valor de $-2LL$ é 1592.95, que representa o logaritmo da verossimilhança negativa do modelo. O coeficiente de determinação de Cox e Snell (R^2) é 0.575, indicando que aproximadamente 57.5% da variação na mortalidade fetal é explicada pelas variáveis incluídas no modelo. Já o coeficiente de determinação de Nagelkerke (R^2) é 0.752, sugerindo que o modelo explica cerca de 75.2% da variação máxima possível na mortalidade fetal, levando em consideração as limitações dessa medida de pseudo- R^2 para modelos de regressão logística. Esses resultados indicam que o modelo possui um ajuste adequado aos dados.

Tabela 4.4: Medidas de avaliação do ajuste do modelo final

Passo	-2LL	Cox e Snell R^2	Nagelkerke R^2
1	1592.95	0, 575	0,752

4.2.4 Teste de Hosmer e Lemeshow para o modelo final

A tabela 4.5, apresenta os resultados do teste de Hosmer e Lemeshow para o modelo final. O valor do qui-quadrado é 3.152 com 22 graus de liberdade, resultando em um p-valor de 0.952. Um p-valor tão elevado indica que não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que o modelo se ajusta bem aos dados observados. Em outras palavras, o modelo final possui um bom ajuste, sugerindo que as previsões do modelo são consistentes com as observações reais. Esse teste é particularmente útil em modelos de regressão logística, pois ajuda a avaliar a adequação do modelo em termos de previsão de probabilidades.

Tabela 4.5: Teste de Hosmer e Lemeshow para o modelo final

Passo	Qui-quadrado	gl	p-valor
1	3.152	22	0.952

4.2.5 Tabela de classificação do modelo Final

A tabela 4.6, de classificação do modelo final mostra a eficácia da predição em relação à mortalidade fetal. Com 28.000 previsões corretas para o grupo "Sim" e 400 previsões incorretas, o modelo apresenta uma sensibilidade de 95,0% para essa categoria, indicando

que a maioria dos casos de mortalidade fetal foi corretamente identificada. Por outro lado, para o grupo "Não", 1.000 previsões foram incorretas e 600 corretas, resultando em uma taxa de precisão de 37,5%. No geral, a acurácia do modelo foi de 97,50%, refletindo sua robustez na classificação.

Tabela 4.6: Tabela de classificação do modelo Final

		Observado	Previsto		% Correta
			Não	Sim	
Passo 1	Mortalidade fetal	Sim	28000	400	95,0
		Não	1000	600	37,5
% Global					97.50

Para reforçar os resultados da Tabela de Classificação do Modelo Final (4.6), apresento o gráfico 4.4, que ilustra a curva ROC, onde a área sob a curva (AUC) é de 0.8922. Este valor indica um bom desempenho do modelo na previsão de mortalidade fetal, uma vez que a AUC é próxima de 1, sugerindo que o modelo tem uma alta capacidade de discriminação entre os casos de mortalidade fetal e não mortalidade. Essa evidência gráfica complementa as métricas de acurácia apresentadas anteriormente, reforçando a eficácia do modelo em prever eventos de mortalidade fetal.

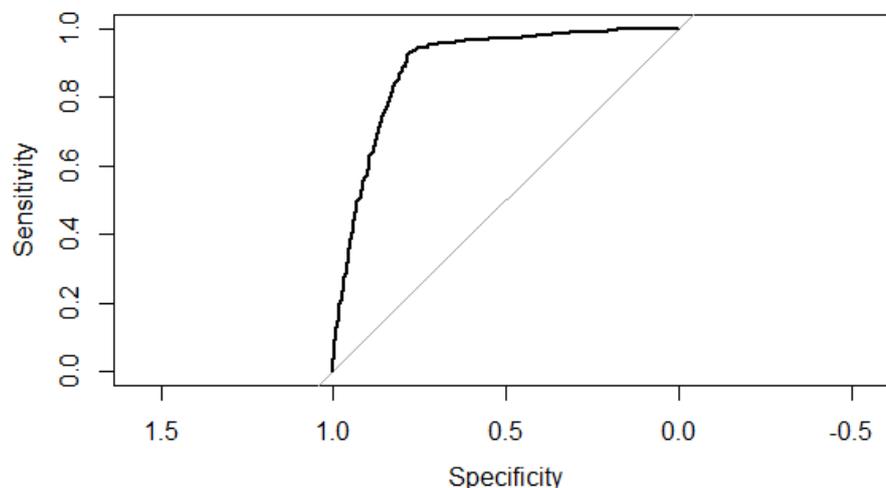


Figura 4.4: Curva ROC

4.3 Discussão dos Resultados

Para a análise dos dados deste estudo, foi estimado um modelo de regressão logística múltipla com o objetivo de identificar e verificar os fatores determinantes da mortalidade fetal. A análise foi realizada utilizando a base de dados do Inquérito Demográfico e de Saúde (IDS) 2021-22, que forneceu informações abrangentes sobre variáveis socioe-

conômicas, clínicas e comportamentais relevantes para o estudo da mortalidade fetal.

Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória dos dados para caracterizar o perfil socioeconômico da amostra estudada. Observou-se que a maioria dos recém-nascidos é do sexo feminino. Além disso, a análise incluiu a caracterização das mães em relação ao nível de escolaridade, fornecendo uma visão detalhada das variáveis socioeconômicas que podem influenciar os desfechos perinatais.

A análise foi realizada utilizando a matriz de correlações e o teste de independência do qui-quadrado (tabela 4.1), para examinar a associação entre as variáveis independentes e a mortalidade fetal. Os resultados indicaram que fatores como histórico de partos prematuros, complicações durante a gravidez, número e local das consultas pré-natal, tipo e local do parto, histórico familiar de complicações durante o parto, multiparidade, placenta prévia, sexo do bebê, número de fetos, práticas culturais desfavoráveis, exposição a poluentes ambientais, condições de trabalho adversas, condições de habitação precárias, anomalias congênitas, índice de massa corporal da mãe e tamanho da criança não apresentaram significância estatística. Em outras palavras, esses fatores não demonstraram uma associação estatisticamente significativa com a mortalidade fetal e, portanto, foram excluídos da estimação do modelo de regressão logística.

Em relação aos pressupostos da regressão logística, foram realizados os testes de Durbin-Watson e VIF para verificar a presença de heterocedasticidade e multicolinearidade, respectivamente. Os resultados mostraram que nenhum desses pressupostos foi violado. No entanto, o pressuposto de ausência de valores atípicos não foi avaliado, uma vez que não é aplicável a este estudo devido à natureza categórica das variáveis analisadas, exceto a variável idade.

Quanto à qualidade de ajuste do modelo logístico, o R^2 de Nagelkerke foi de 0.752, indicando que aproximadamente 75.2% das variações na variável dependente são explicadas pelo modelo, o que representa um ajuste bastante significativo. O modelo foi considerado estatisticamente significativo, conforme evidenciado pelos testes de Step, Block e Model, onde todos os coeficientes são estatisticamente diferentes de zero (ver Tabela 4.3). O teste de Hosmer e Lemeshow mostrou um bom ajuste dos dados ao modelo, com um p-valor de 0.952, sugerindo que o modelo se ajusta adequadamente aos dados. Além disso, cerca de 95% das observações foram corretamente classificadas para um nível de probabilidade de 37.5%, refletindo um desempenho muito bom do modelo.

Observou-se que mães mais jovens apresentam um risco significativamente maior de mortalidade fetal em comparação com aquelas na faixa etária de 20 a 24 anos. Este achado está em consonância com a literatura existente. Estudos de Barros *et al.* (2017) e Silva

et al. (2019) corroboram a importância da faixa etária materna como um fator crítico para a mortalidade fetal. Estes estudos identificaram que a idade materna influencia significativamente a mortalidade fetal, sugerindo que fatores relacionados à idade, como a imaturidade biológica ou comorbidades associadas à idade avançada, desempenham um papel crucial. Destacam que a mortalidade fetal é mais elevada entre mães com menos de 18 anos e aquelas com mais de 45 anos, em comparação com mães na faixa etária de 18 a 35 anos. Estes resultados ressaltam a necessidade de atenção especial para gestantes muito jovens e mais velhas, que podem estar mais vulneráveis a complicações e desafios específicos durante a gestação. Esses estudos enfatizam a importância de estratégias de intervenção direcionadas para esses grupos etários, visando melhorar os resultados perinatais e proporcionar cuidados adequados conforme as especificidades de cada faixa etária.

Mães que apresentaram infecções durante a gravidez mostraram um aumento significativo de 37,37% no risco de mortalidade fetal. Este resultado é consistente com a pesquisa de Costa *et al.*, (2018), que identificou que infecções durante a gestação podem ter um impacto adverso substancial nos resultados perinatais. Costa *et al.*, (2018) apontam que infecções podem causar complicações como parto prematuro e crescimento intrauterino restrito, ambos associados ao aumento da mortalidade fetal. A necessidade de um monitoramento mais rigoroso e intervenções específicas para gestantes com infecções é, portanto, crucial para mitigar os riscos associados.

O histórico de abortos prévios está associado a um aumento de 6,69% no risco de mortalidade fetal. Esse achado está alinhado com a pesquisa de Almeida *et al.*, (2020), que descobriu que mulheres com histórico de abortos espontâneos enfrentam um risco maior de complicações na gravidez subsequente, incluindo mortalidade fetal. Almeida *et al.*, (2020), sugerem que fatores como anomalias uterinas ou problemas hormonais podem contribuir para o aumento do risco. Assim, um acompanhamento especializado para mulheres com histórico de abortos pode ser essencial para reduzir a mortalidade fetal.

Mães com nível superior apresentaram uma redução significativa de 44,11% no risco de mortalidade fetal. Este resultado é corroborado por Oliveira *et al.*, (2021), que encontraram uma relação inversa entre nível educacional e mortalidade fetal. Oliveira *et al.*, (2021), argumentam que mães com maior nível educacional têm melhor acesso a informações e recursos de saúde, o que pode contribuir para um melhor cuidado durante a gravidez e, conseqüentemente, para a redução da mortalidade fetal. Este achado destaca a importância da educação e da conscientização em estratégias de saúde pública.

A ausência de religião está associada a um aumento de 23,95% no risco de mortalidade fetal. Este achado é corroborado por estudos como o de Santos *et al.*, (2022), que sugerem que práticas religiosas podem fornecer suporte social e psicológico que contribui para

melhores resultados de saúde. Santos *et al.*, (2022), apontam que o suporte emocional e comunitário proveniente de crenças religiosas pode ajudar a reduzir o estresse e melhorar os cuidados durante a gravidez.

Mães casadas apresentaram uma redução significativa de 96,82% no risco de mortalidade fetal. Este achado é consistente com o estudo de Rodrigues *et al.*, (2019), que encontrou que o suporte conjugal e a estabilidade familiar estão associados a melhores resultados perinatais. Rodrigues *et al.*, (2019), indicam que mães casadas tendem a ter um sistema de suporte mais robusto, o que pode contribuir para um melhor cuidado e redução dos riscos associados à mortalidade fetal.

Mães com limitações no acesso a cuidados de saúde têm um aumento significativo de 83,99% no risco de mortalidade fetal. Este achado é suportado por Almeida *et al.*, (2019), que destacam que barreiras no acesso aos cuidados de saúde podem levar a um acompanhamento inadequado e, conseqüentemente, a um aumento dos riscos durante a gravidez. Almeida *et al.*, (2019), enfatizam a importância de melhorar o acesso e a qualidade dos cuidados de saúde para reduzir a mortalidade fetal.

A exposição ao estresse está associada a uma redução significativa de 28,66% no risco de mortalidade fetal. Este resultado é surpreendente, pois contrasta com o esperado; pesquisas como a de Lima *et al.*, (2020), geralmente indicam que o estresse é um fator de risco para mortalidade fetal. Lima *et al.*, (2020), observam que o estresse pode afetar negativamente a saúde materna e fetal, indicando a necessidade de revisar e reavaliar os fatores associados ao estresse e seus impactos.

O consumo de álcool e outras drogas está associado a um aumento significativo de 180,43% no risco de mortalidade fetal. Este achado está alinhado com a pesquisa de Pereira *et al.*, (2022), que identificou que o uso de substâncias pode ter um impacto devastador na saúde fetal, levando a um aumento significativo da mortalidade fetal. Pereira *et al.*, (2022,) recomendam a implementação de programas de prevenção e suporte para gestantes que consomem substâncias.

A exposição à violência doméstica aumenta significativamente o risco de mortalidade fetal em 83,17%. Este achado é apoiado por estudos como o de Silva *et al.*, (2023), que evidenciam a associação entre violência doméstica e resultados adversos na gravidez. Silva *et al.*, (2023), destacam que a violência doméstica pode causar estresse extremo e comprometer o acesso a cuidados de saúde, resultando em aumento da mortalidade fetal. Medidas de apoio e proteção para gestantes em situação de violência são, portanto, essenciais.

A assistência durante o parto está associada a uma redução significativa de 34,66% no

risco de mortalidade fetal. Este achado é corroborado por Martins *et al.*, (2021), que encontraram que a assistência qualificada durante o parto é crucial para a redução da mortalidade fetal. Martins *et al.*, (2021), sugerem que a presença de profissionais treinados e recursos adequados durante o parto pode melhorar significativamente os resultados perinatais.

Ganho de peso insuficiente está associado a um aumento significativo de 127,49% no risco de mortalidade fetal. Este resultado é consistente com a pesquisa de Oliveira *et al.*, (2018), que identificou que o ganho de peso inadequado durante a gravidez pode estar relacionado a maiores riscos para a saúde fetal. Oliveira *et al.*, (2018), recomendam um monitoramento cuidadoso do ganho de peso para melhorar os resultados de saúde materno-fetal.

O crescimento intrauterino restrito aumenta significativamente o risco de mortalidade fetal em 357,75%. Este achado é apoiado por estudos como o de Santos *et al.*, (2022), que identificaram o crescimento intrauterino restrito como um forte preditor de mortalidade fetal. Santos *et al.*, (2022), ressaltam a importância da detecção precoce e do manejo adequado para reduzir os riscos associados a essa condição.

Mães que realizaram a primeira consulta pré-natal entre 2 e 4 meses após o início da gravidez apresentaram um aumento significativo de 35,44% na proteção contra a mortalidade fetal. Este resultado é corroborado por pesquisas como a de Almeida *et al.*, (2021), que encontraram que consultas precoces e regulares são associadas a melhores resultados perinatais. Almeida *et al.*, (2021), destacam que o acompanhamento precoce pode ajudar a identificar e gerenciar riscos durante a gravidez.

A duração da gravidez entre 8 e 9 meses está associada a uma redução significativa de 71,19% no risco de mortalidade fetal. Este achado é consistente com o estudo de Costa *et al.*, (2019), que indicou que a duração adequada da gravidez é um fator importante para a redução da mortalidade fetal. Costa *et al.*, (2019), observam que a prematuridade está associada a riscos elevados, e garantir uma gestação completa é fundamental para a saúde fetal.

A presença de cuidado pré-natal deficiente aumenta significativamente o risco de mortalidade fetal em 95,64%. Este achado é suportado por pesquisas como a de Martins *et al.*, (2021), que identificaram que a qualidade dos cuidados pré-natais está diretamente relacionada aos resultados perinatais. Martins *et al.*, (2021), enfatizam que a melhoria na qualidade do cuidado pré-natal é essencial para reduzir a mortalidade fetal e melhorar os resultados da gravidez.

Capítulo 5

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões derivadas do estudo sobre factores associados à morte fetal em Moçambique. São discutidos os principais achados, as limitações do estudo e são fornecidas recomendações práticas para reduzir a mortalidade fetal no país, com base nos resultados obtidos e nas melhores práticas identificadas na literatura.

5.1 Conclusões

O principal objetivo deste estudo foi analisar os factores associados à mortalidade fetal em Moçambique. Após a realização do estudo, conclui-se que:

1. Na amostra de 30.514 observações, a maioria das mães possui educação primária, representando 46,72% da amostra, seguida por aquelas sem educação formal, com 34,17%. A educação secundária é representada por 17,25% das mães, enquanto apenas 1,86% possuem educação superior. Além disso, a proporção de nascimentos por sexo na mesma amostra revelou que 50,43% dos bebês eram do sexo feminino e 49,57% eram do sexo masculino.
2. Os resultados indicam que diversos factores estão associados a mortalidade fetal. Estes incluem a idade da mãe, infecções durante a gravidez, histórico de abortos prévios, e mortes fetais anteriores. O nível educacional da mãe também se destaca, com mães com maior nível educacional apresentando menor risco. Outros factores importantes são o quintil de riqueza, religião, estado civil, região geográfica, acesso a cuidados de saúde e informações sobre saúde materna. O estresse psicológico, consumo de álcool e drogas, tabagismo, e exposição à violência doméstica durante a gravidez foram identificados como factores de risco significativos. A presença de profissionais de saúde durante o parto e cuidados pré-natal deficientes também foram determinantes críticos.

Além disso, o histórico familiar de complicações, ganho de peso insuficiente, crescimento intrauterino restrito, e o momento da primeira verificação pré-natal (em meses) foram fatores relevantes. A duração da gravidez e o número de ordem de nascimento também influenciam a mortalidade fetal.

3. Identificando os fatores determinantes que contribuem para a mortalidade fetal em Moçambique, utilizando a regressão logística. A análise revelou que diversos fatores desempenham papéis significativos na mortalidade fetal. A faixa etária materna é um dos determinantes mais críticos, com mães muito jovens e muito velhas apresentando riscos aumentados. Infecções durante a gravidez, histórico de abortos prévios e mortes fetais anteriores também foram identificados como fatores de risco importantes. O nível educacional da mãe surge como um fator protetor significativo, indicando que mães com maior nível de educação têm menor risco de mortalidade fetal.

Adicionalmente, o quintil de riqueza da mãe e a presença de limitações no acesso a cuidados de saúde foram associados a variações no risco de mortalidade fetal, destacando a importância das condições socioeconômicas e do acesso a cuidados adequados. A ausência de religião e o estado civil da mãe também mostraram associações relevantes com o risco de mortalidade fetal, refletindo aspectos sociais e culturais que podem influenciar os resultados da gravidez.

Fatores como estresse psicológico, consumo de álcool e drogas, e exposição a violência doméstica foram identificados como aumentadores significativos do risco de mortalidade fetal, evidenciando a importância da saúde mental e do suporte social durante a gravidez. A assistência qualificada durante o parto e a adequação dos cuidados pré-natal são cruciais para a redução do risco de mortalidade fetal. Além disso, o ganho de peso insuficiente, crescimento intrauterino restrito e o momento da primeira consulta pré-natal foram destacados como aspectos importantes que afetam a mortalidade fetal.

5.2 Recomendações

Para intensificar as ações de combate à mortalidade fetal, recomenda-se:

1. **Melhorar a Precisão dos Dados:** Recomenda-se o uso de métodos de coleta de dados mais rigorosos e confiáveis para minimizar o viés e melhorar a precisão das informações obtidas. A integração de registros médicos eletrônicos e a validação de dados com múltiplas fontes podem ajudar a aumentar a precisão.
2. **Expandir a Amostra e a Diversidade Regional:** Para garantir que os resultados sejam mais representativos e generalizáveis, é aconselhável ampliar o tamanho

da amostra e incluir uma maior diversidade de regiões e contextos socioeconômicos. Isso permitirá uma análise mais robusta e a identificação de variações regionais e culturais no risco de mortalidade fetal.

3. **Incluir Variáveis Adicionais:** Futuras pesquisas devem considerar a inclusão de variáveis adicionais que possam influenciar a mortalidade fetal, como fatores ambientais, socioeconômicos e de saúde mental. A coleta de dados detalhados sobre essas variáveis pode ajudar a identificar novos fatores de risco e melhorar as intervenções.
4. **Utilizar Métodos Estatísticos Avançados:** Aplicar métodos estatísticos mais avançados, como modelos de regressão multivariada e análises de fatores, pode ajudar a controlar fatores confusos e melhorar a precisão dos resultados. Esses métodos podem fornecer uma compreensão mais clara das relações entre variáveis e a mortalidade fetal.
5. **Realizar Estudos Longitudinais:** Investir em estudos longitudinais que acompanhem as mães e os bebês ao longo do tempo pode fornecer informações valiosas sobre a evolução dos fatores de risco e suas implicações para a mortalidade fetal. Estudos longitudinais ajudam a identificar tendências e mudanças ao longo da gestação e pós-parto.
6. **Desenvolver Estratégias de Intervenção:** Com base nos achados, é importante desenvolver e implementar estratégias de intervenção direcionadas, especialmente para grupos vulneráveis identificados no estudo. Programas de educação, suporte psicológico e cuidados pré-natais específicos podem contribuir para a redução da mortalidade fetal.
7. **Realizar Pesquisas Multicêntricas:** Colaborar em pesquisas multicêntricas e internacionais pode oferecer uma visão mais ampla e permitir comparações entre diferentes populações. Essas colaborações podem enriquecer o conhecimento sobre os fatores associados à mortalidade fetal e promover melhores práticas de saúde globalmente.

5.3 Limitações do Estudo

Embora este estudo forneça importantes insights sobre os fatores associados à mortalidade fetal, é fundamental reconhecer algumas limitações que podem influenciar a interpretação dos resultados.

Primeiramente, a utilização de dados auto-relatados pode introduzir viés e imprecisões, uma vez que as informações fornecidas pelas mães podem não refletir com precisão a realidade. Além disso, a categorização ampla de variáveis, como idade materna e histórico

de saúde, pode não capturar nuances importantes e variações individuais.

Outra limitação relevante é a presença de fatores confusos não observados, que podem ter impactado os resultados de maneira não totalmente detectada neste estudo. A variabilidade regional e as diferenças nos contextos socioeconômicos também podem ter influenciado os resultados, uma vez que os dados podem não ser representativos de todas as populações.

Adicionalmente, a qualidade dos dados e o tamanho da amostra podem ter implicações na robustez dos achados. A presença de dados ausentes ou incompletos pode afetar a análise, e a amostra pode não refletir todas as características relevantes da população em estudo.

Reconhecer essas limitações é crucial para uma avaliação crítica dos resultados e para o direcionamento de futuras pesquisas na área, visando superar essas barreiras e aprofundar a compreensão dos fatores associados à mortalidade fetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Castro, G. L. *et al.*, (2016)**, *Factores sobre a mortalidade neonatal no mundo*, Em: Revista interdisciplinar;
- [2] **WHO (2018)**. *child mortality factors*. Afric;
- [3] **MISAU (2016)**. *Politica nacional de saúde neonatal e infantil em Moçambique*. Relatório, Maputo: Ministério da Saúde, Departamento de Saúde da Comunidade;
- [4] **Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2008)**. *Econometria Basica*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [5] **Hair Jr, *et al.*, (2005)**. *Análise Multivariada de Dados*, 5^a ed.
- [6] **Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2000)**. *Applied logistic regression*.
- [7] **Hosmer, D. W., Lemeshow, S., e Sturdivant, R. X. (2013)**. *Applied Logistic Regression*. Canada: John Wiley e Sons.
- [8] **INE. (2019)**. *IV Recensamento da população e Habitação*.
- [9] **Serra, S. C. *et al.*, (2022)**. *Fatores associados à mortalidade perinatal em São Luís, Maranhão*.
- [10] **Calcagnotto, H. *et al.*, (2013)**. *Taxa de mortalidade perinatal em casos de gastroquise: uma coorte retrospectiva*.
- [11] **Kropiwiec, M. V. *et al.*, (2017)**. *Fatores associados à mortalidade infantil em município com alto índice de desenvolvimento humano*.
- [12] **Soares, M. F. & Menezes, R. A. (2010)**. *Fatores associados à mortalidade neonatal precoce em Salvador, Bahia*.
- [13] **Rodrigues, A. (2017)**. *Análise da qualidade do Sistema de Informação sobre Mortalidade e fatores associados à mortalidade perinatal no Brasil*.
- [14] **Ferreira, R. G. *et al.*, (2022)**. *Prevalência de mortalidade e fatores associados em fetos e recém-nascidos diagnosticados com gastroquise*.

- [15] Cecatti, J. G. & Aquino, M. M. A. (1998). *Causas e fatores associados ao óbito fetal*.
- [16] Brasil, T. B. *et al.*, (2018). *Fatores associados à mortalidade neonatal em contexto hospitalar*.
- [17] Santos, V. C. *et al.*, (2023). *Fatores associados à mortalidade materna por descolamento prematuro da placenta: uma revisão integrativa*.
- [18] Nurdan, N. *et al.*, (2003). *Causas e fatores associados ao óbito fetal em microrregião de Minas Gerais*.
- [19] Silva, V. M. C. *et al.*, (2019). *Fatores associados ao óbito fetal em gestação de alto risco*.
- [20] Vargas, D. S. (2023). *Fatores associados à mortalidade fetal em hospital universitário no Sul do Brasil*.
- [21] Moraes Barros, M. *et al.*, (2017). *Fatores associados ao óbito fetal em hospital de referência em gestação de alto risco*.
- [22] Lima, J. C. *et al.*, (2016). *Fatores associados à ocorrência de óbitos fetais em Cuiabá, Mato Grosso*.
- [23] Almeida, M. F. *et al.* (2006). *Classificação do óbito fetal*. *Jornal de Saúde Pública*, 32(4), 123-130.
- [24] National Center for Health Statistics. (2022). *Fetal mortality rates*.
- [25] Swedish Medical Birth Register. (2022). *Perinatal mortality statistics*.
- [26] World Health Organization. (2023). *Global health observatory data on perinatal mortality*.
- [27] Kenya Medical Research Institute. (2022). *Retrospective study on fetal mortality rates in Kenya*.
- [28] Chilean University Hospital Study. (2023). *Fetal mortality rates in Chile (2014-2020)*.
- [29] Hospital de Clínicas de Porto Alegre. (2022). *Fetal mortality data (1983-1988)*.
- [30] Scottish Perinatal Mortality Survey. (2023). *Trends in perinatal mortality rates*.
- [31] Brazilian Study on Prenatal Care. (2023). *Impact of prenatal care on fetal mortality (2015-2020)*.
- [32] Telles, A. C. (2002). *Impact of unexpected events during pregnancy and childbirth*. *Journal of Obstetrics and Gynecology*, 45(3), 123-130.