



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em Estatística

Trabalho de Licenciatura em Estatística

**Avaliação dos efeitos da produção Agrícola
na introdução de novas tecnologias
zonas rurais de norte de Moçambique
(Zambézia e Nampula)**

Autor: Ventura António Saúde

Supervisor: Miranda Albino Martins Muualo,
PhD, UFRJ

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família, especialmente aos meus Pais, que sempre me orientaram e me deram forças para seguir em frente, aos meus amigos e colegas que me apoiaram sempre que fosse necessário.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus, misericordioso e fiel, que me tem abençoado, me dado saúde e força para poder fazer tudo que até hoje consegui alcançar, principalmente nesta grande conquista.

Aos meus Pais que apesar da distância sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida, dando apoio e segurança. Sempre valorizaram a minha formação pessoal e profissional, com incentivo e amor incondicional.

Ao meu orientador Doutor Miranda Albino Martins Muaualo pelos ensinamentos, apoio e por me dar a oportunidade de crescimento e força para continuar sempre em frente. Para os meus docentes especialmente Alberto Mulenga, João Moreno, Adelino Martins, Osvaldo Loquiha, Tiago Devesse, Zacarias Mutombene, Lino Marques, Jonas Nassabe, Bonifácio José e Adelino Juga por não pouparem esforços para transmitir o conhecimento.

A todos os meus mazas especialmente Valdemiro Americo e Bernardo Pica, que acompanharam a jornada toda, aos meus colegas, em especial ao Celso Elias, Hilário Nhantumbo, Bonefácio Nicola, Sansão Tembe, pelo companheirismo, ensinamentos em todas as etapas da vida, apoio incondicional e cordial amizade.

Agradecer ao Sabuque candrinho, irmão em Cristo, que sempre esteve ao meu lado, apoiando-me quando necessário.

Aos meus colegas e amigos da residência universitária Armando Mambasse, Levingstone Batawe, Izaquiel Ferro, Evenildo Sorte, Belmo e todos os moradores do Ematum, Bagdade e R4(especialmente porta 1) pelo companheirismo, ensinamento e cordial amizade.

Agradecer à toda direcção da Faculdade de ciências, especialmente Departamento de Matemática e Informática(Neta e Eurico), e a todos que estiveram ao meu lado e me ajudaram de alguma forma indirecta.

Muito obrigado a todos!!!!

Declaração sob palavra 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, Abril de 2025

(Ventura António Saude)

Resumo

O presente estudo avalia os efeitos da produção agrícola na introdução de novas tecnologias nas zonas rurais de Moçambique, com foco nas províncias da Zambézia e de Nampula, onde a agricultura constitui o principal meio de subsistência para a maioria da população. Apesar do seu peso económico e social, o sector enfrenta limitações significativas, como baixa produtividade, acesso restrito a recursos e limitada mecanização. No contexto da modernização agrícola, o Banco Mundial tem promovido diversas iniciativas de incentivo, disponibilizando apoio técnico e financeiro que facilita a adopção de tecnologias agrícolas eficientes. Entre as medidas destacam-se a distribuição de sementes melhoradas, a provisão de equipamentos modernos e a promoção de práticas sustentáveis de manejo agrícola. A metodologia adoptada é de natureza quantitativa, recorrendo a dados provenientes do Banco Mundial e aplicando a análise factorial para reduzir um conjunto de variáveis observadas a factores latentes, seguida de regressão logística para avaliar a influência destes factores sobre a probabilidade de adopção de novas tecnologias agrícolas. A aplicação da regressão logística permitiu estimar de que forma os factores identificados influenciam as chances de melhoria produtiva, fornecendo evidências empíricas sobre o impacto dos incentivos no desempenho agrícola. Os resultados obtidos oferecem contributos relevantes para a compreensão do papel dos incentivos na facilitação do acesso a tecnologias, na promoção da produtividade e na sustentabilidade do sector agrícola. As conclusões visam apoiar o desenho de políticas públicas eficazes, com impacto directo na segurança alimentar e na redução da pobreza rural nas províncias estudadas.

Palavras chaves: melhoria da produção, análise factorial, modelo logístico

Abstract

This study analyses the improvement of agricultural production in rural areas of northern Mozambique, where agriculture represents the main source of livelihood for the majority of the population. However, the sector faces significant limitations, such as low productivity and limited access to resources. As part of agricultural modernization, various incentive initiatives promoted by entities such as the World Bank have been implemented, focusing on the provision of technical and financial support to encourage the adoption of efficient agricultural technologies. These measures include the introduction of improved seeds, modern equipment, and sustainable farming practices. The methodology adopted is quantitative in nature, using factor analysis to reduce observed variables into latent factors, and logistic regression to assess the influence of these factors on the probability of improving agricultural production. Subsequently, logistic regression was applied to determine how these factors influence the likelihood of productive improvement, providing empirical evidence on the impact of the incentives. This study contributes to the understanding of the role of agricultural incentives in facilitating access to technologies, promoting productivity and sustainability in the sector. The results aim to inform the design of effective public policies, with a direct impact on food security and the reduction of rural poverty in Mozambique.

Palavras Chaves: Improvement of Production, Factor Analysis, Logistic Model

Conteúdo

Dedicatória	ii
Agradecimentos	iii
Declaração	iv
Resumo	v
Abstract	vi
1 Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Justificação	2
1.3 Definição do Problema	3
1.4 Objectivos	3
1.4.1 Objectivo Geral	3
1.4.2 Objectivos Específicos	3
1.5 Relevância do estudo	3
1.6 Estrutura do Trabalho	4
2 Revisão da literatura	5
2.1 Conceitos básicos	5
2.2 Características da agricultura em Moçambique	7
2.3 Produtividade Agrícola	8
2.3.1 Sistemas de Cultivo	9
2.3.2 Financiamento e Acesso ao Crédito	10
2.4 Factores que influenciam nas tecnologias agrícolas em Moçambique	10
2.4.1 Factores Socioeconómicos	10
2.4.2 Factores Ambientais e Climáticos	11
2.5 Técnicas estatísticas	11
2.5.1 Estatística descritiva	11
2.5.2 Análise factorial	14
2.5.3 Teste de Associação Qui-quadrado	17
2.5.4 Regressão logística	18
3 Material e Método	22
3.1 Material	22
3.1.1 Classificação do estudo	22
3.1.2 Descrição da área de estudo	23
3.1.3 População e Amostra	24
3.2 Método	25
3.2.1 Análise Exploratória	25
3.2.2 Análise Factorial	25

3.2.3	Regressão logística	27
4	Resultados e Discussão	30
4.1	Análise Exploratória	30
4.1.1	Melhoramento da produção Agrícola	30
4.1.2	Perfil Demográfico	30
4.2	Análise Factorial	31
4.2.1	Adequação da Amostra	31
4.2.2	Método de Extração de Factores	32
4.2.3	Cargas Fatoriais rotacionadas	32
4.2.4	Nomeação dos Factores	34
4.3	Verificação da associação entre os factores e a variável dependente	35
4.4	Regressão Logística	36
4.4.1	Interpretação do Modelo do modelo	40
4.5	Discussão de Resultados	41
5	Conclusões e Recomendações	42
5.1	Conclusões	42
5.1.1	Limitações do Estudo	43
5.2	Recomendação	43
	REFERÊNCIAS	43

Lista de Abreviaturas

AF's	Agregados Familiar
FIL	Fundo de Investimento Local
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
INE	Instituto Nacional de Estatística
MINAG	Ministério da Agricultura
MICOA	Ministério para Coordenação da Acção Ambiental
MADER	Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural
PIB	Produto Interno Bruto
PEDSA	Plano Estratégico de Desenvolvimento do Sector Agrário
SDAE	Serviço Distrital de actividades Económicas
SPSS	Pacote Estatístico para Ciências Sociais
TIA	Trabalho Inquérito Agrícola
SDAE	Unites Stattes Agency for international Development
WFP	World Food Programe

Lista de Tabelas

3.1	Descrição das Variáveis	25
3.2	Valores da estatística de KMO	26
3.3	Valores da estatística de ROC	29
4.1	Relação entre melhoramento da produção agrícola com idade e sexo	31
4.2	Significância da Estatística de KMO	31
4.3	Método de Extração de Factores	32
4.4	Cargas factoriais rotacionadas	33
4.5	Teste de Qui-Quadrado por Factor	36
4.6	Significância de parâmetros	37
4.7	Equação do modelo com variáveis	37
4.8	Testes de explicação do modelo	37
4.9	Teste de Hosmer e Lemeshow	38
4.10	Tabela de Classificação do modelo	39
5.1	Matriz de Correlação	49
5.2	Cargas factoriais rotacionadas	49
5.3	Comunalidades	50

Lista de Figuras

3.1	Localização da Província de Namíbia	23
3.2	Localização da província da Zâmbia	24
4.1	Melhoramento da produção agrícola	30
4.2	Curva de ROC	39
5.1	Perfil demográfico dos Agricultores	49
5.2	Relação entre localização e sexo, e uso de fertilizantes	51
5.3	Equação do modelo com introdução de variáveis	51

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização

A agricultura é o sector económico mais importante de Moçambique, responsável por cerca de 25% do Produto Interno Bruto (PIB) e empregando mais de 70% da população activa, principalmente nas áreas rurais (Banco Mundial, 2020).

No entanto, a agricultura moçambicana ainda é predominantemente de subsistência, com baixa produtividade e limitada integração aos mercados nacionais e internacionais. O sector enfrenta diversos desafios, como o acesso limitado a insumos de qualidade, infraestrutura inadequada, mudanças climáticas, e falta de acesso a financiamento para pequenos agricultores (Mogues & Benin, 2018).

Nas zonas rurais do norte de Moçambique, onde a agricultura é a principal fonte de renda e subsistência, esses desafios são ainda mais evidentes. A região é rica em recursos naturais e apresenta potencial agrícola significativo, mas sofre com limitações, como a falta de tecnologias modernas, mecanização insuficiente e sistemas de irrigação deficientes (Jones & Tarp, 2016). Esses factores resultam em baixas taxas de produtividade, o que perpetua a pobreza e a insegurança alimentar.

Para enfrentar esses desafios e estimular o crescimento do sector agrícola, várias iniciativas têm sido promovidas pelo governo moçambicano em parceria com organizações internacionais, como o Banco Mundial. O Banco Mundial tem desempenhado um papel crucial no financiamento e na promoção de programas de desenvolvimento agrícola no país, fornecendo assistência técnica, crédito e subsídios a agricultores, além de apoiar a implementação de políticas agrícolas mais eficazes (Banco Mundial, 2021).

Além disso, a resiliência às mudanças climáticas é um factor crítico para a sustentabilidade da agricultura em Moçambique. O uso de tecnologias agrícolas inovadoras não só melhora a produtividade, mas também ajuda a mitigar os impactos adversos das mudanças climáticas, promovendo práticas agrícolas sustentáveis (Artur, 2008). A avaliação do impacto dessas tecnologias deve, portanto, considerar não apenas os ganhos de produtividade, mas também os benefícios ambientais e socioeconômicos a longo prazo.

A melhoria da produção agrícola nas zonas rurais do norte de Moçambique requer um entendimento profundo das práticas existentes e das necessidades dos agricultores. O envolvimento

das comunidades locais na identificação de soluções sustentáveis é essencial para garantir que as intervenções atendam às realidades específicas da região (Chikowore et al., 2020). Ademais, a integração de conhecimentos tradicionais com inovações tecnológicas pode criar um ambiente propício para o desenvolvimento de uma agricultura mais robusta e sustentável (Ribeiro et al., 2019).

Segundo Morris et al (2021), A colaboração entre o governo, ONGs e a iniciativa privada também é fundamental para criar um ecossistema favorável ao crescimento agrícola. Programas de capacitação e formação de agricultores são necessários para garantir que eles estejam equipados com as habilidades e conhecimentos necessários para adoptar novas tecnologias e práticas de cultivo . A pesquisa e a inovação devem ser incentivadas, garantindo que as soluções desenvolvidas sejam adaptáveis e relevantes para as condições locais.

Diante desse contexto, este estudo visa avaliar as estratégias de melhoria da produção agrícola nas zonas rurais do norte de Moçambique, identificando os principais factores de melhoria de produção agrícola e propondo recomendações para promover uma agricultura mais produtiva e sustentável.

1.2 Justificação

A agricultura é um dos pilares fundamentais da economia de Moçambique, responsável por uma significativa parcela do PIB, geração de empregos e sustento de grande parte da população rural. A melhoria da produção agrícola nas zonas rurais é importante não apenas para aumentar a produtividade e a renda dos agricultores, mas também para promover a segurança alimentar e reduzir a pobreza.

No entanto, o sector agrícola enfrenta diversos desafios que limitam seu potencial. Entre esses desafios estão a utilização insuficiente de tecnologias modernas, a degradação do solo, as mudanças climáticas e a falta de infraestrutura adequada. Esses factores contribuem para a baixa produtividade e a vulnerabilidade econômica das comunidades rurais.

Nos últimos anos, várias iniciativas têm sido implementadas para melhorar a produção agrícola nas zonas rurais de Moçambique. Estas incluem a introdução de novas variedades de sementes, técnicas de cultivo aprimoradas, práticas de manejo sustentável do solo e programas de capacitação para os agricultores. Além disso, políticas governamentais e programas de desenvolvimento têm buscado facilitar o acesso dos agricultores a insumos, crédito e mercados.

A avaliação dessas iniciativas é essencial para entender sua eficácia e impacto real na produção agrícola. Sem uma avaliação sistemática e rigorosa, é difícil determinar se os investimentos e esforços realizados estão alcançando os resultados esperados. Uma avaliação bem conduzida pode identificar as melhores práticas, evidenciar os desafios remanescentes e orientar futuras intervenções e políticas.

Portanto, a justificativa para esta pesquisa reside na necessidade de avaliar de forma abrangente a melhoria da produção agrícola nas zonas rurais de Moçambique.

1.3 Definição do Problema

A taxa de pobreza é alarmante nas zonas rurais das províncias de Nampula e Zambézia. A baixa produtividade agrícola e a falta de dinamismo no sector são identificados como os principais obstáculos para o desenvolvimento económico dessas regiões.

O aumento da produtividade e a promoção do dinamismo agrícola são vistos como soluções essenciais para promover um crescimento económico mais inclusivo e sustentável. Esse cenário torna-se um imperativo urgente para reduzir a pobreza e melhorar a qualidade de vida nas áreas rurais, exigindo intervenções estratégicas e políticas eficazes para transformar o sector agrícola e, conseqüentemente, a economia local.

Dada a situação descrita é pertinente questionar: Qual é o efeito de introdução de novas tecnologias agrícolas para melhorar a produção nas zonas rurais de norte de Moçambique?

1.4 Objectivos

1.4.1 Objectivo Geral

Avaliar os efeitos da produção agrícola na introdução de novas tecnologias das zonas rurais do norte de Moçambique (províncias de Zambézia e Nampula).

1.4.2 Objectivos Específicos

- Descrever as variáveis determinantes da melhoria da produção pelos agricultores;
- Analisar o perfil demográfico dos agricultores em estudo ;
- Aplicar a análise factorial para identificar os factores latentes que afectam a produção agrícola, agrupando variáveis correlacionadas.;
- Aplicar o teste de Qui-quadrado para verificar associação entre os factores e a variável dependente(melhoria de produção);
- Estimar o modelo de regressão logístico para determinar os efeitos desses factores na melhoria da produção agrícola.

1.5 Relevância do estudo

Este estudo reveste-se de grande importância para o desenvolvimento sustentável do norte de Moçambique, uma região cuja economia depende fortemente da agricultura. Ao identificar os factores críticos que afectam a produtividade agrícola e ao analisar os impactos de intervenções específicas, como incentivos e melhorias nas práticas agrícolas, os resultados obtidos poderão apoiar diretamente os formuladores de políticas públicas e organizações de desenvolvimento. Dessa forma, o estudo fornece uma base empírica para decisões mais eficazes e orientadas para a realidade local, promovendo o aumento da produtividade, a redução da pobreza rural, o reforço da segurança alimentar e o estímulo ao crescimento económico regional. Sob o ponto de vista académico, este trabalho constitui uma valiosa contribuição para o corpo de conhecimento nas áreas de estatística aplicada, economia agrícola e ciências sociais. A aplicação de métodos

quantitativos, como a análise factorial e a regressão logística, permite explorar relações complexas entre variáveis, oferecendo um modelo replicável para estudos semelhantes em outros contextos rurais. Assim, a investigação fortalece a ligação entre teoria e prática, sendo útil para estudantes e pesquisadores que procuram compreender como ferramentas estatísticas podem ser aplicadas em problemas reais do sector agrícola.

1.6 Estrutura do Trabalho

O trabalho é composto por cinco (5) capítulos a seguir: introdução, revisão da literatura, materiais e métodos, resultados e a discussão, conclusões e recomendações.

Capítulo 1 - Introdução: Este capítulo apresenta uma breve contextualização do tema, seguido pela justificativa, definição do problema de investigação, objetivos e relevância do estudo.

Capítulo 2 - Revisão da Literatura: Neste capítulo, são discutidos aspectos teóricos sobre tecnologias agrícolas melhoradas, além de uma descrição detalhada dos conceitos de análise factorial e regressão logística.

Capítulo 3 - Materiais e Métodos: O terceiro capítulo descreve os materiais e métodos utilizados para a análise dos dados, abordando a metodologia aplicada para alcançar os objetivos do estudo.

Capítulo 4 - Resultados e Discussão: Aqui, são apresentados e discutidos os resultados obtidos com base nos métodos descritos no Capítulo 3, com o objetivo de atender aos objetivos estabelecidos no Capítulo 1.

Capítulo 5 - Conclusões e Recomendações: No último capítulo, são expostas as principais conclusões do estudo, bem como recomendações baseadas nos resultados alcançados.

Parte Final: Após os capítulos principais, são incluídas as referências consultadas para a elaboração do trabalho, assim como os apêndices, que contêm materiais complementares e suplementares.

Capítulo 2

Revisão da literatura

Este capítulo apresenta as teorias e conceitos chave que fundamentarão a pesquisa. Ao longo do capítulo são abordados os seguintes tópicos: caracterização da agricultura em Moçambique, as principais tecnologias agrárias disseminadas em Moçambique, os determinantes da adopção das tecnologias agrárias e avaliação de impacto agrícola. Isto é feito com base na revisão da literatura, apresentando resultados de vários trabalhos de diversos autores que abordam estes assuntos.

2.1 Conceitos básicos

A incorporação dos conceitos fundamentais neste trabalho permite estabelecer uma base teórica sólida para compreender os fatores que influenciam a produção agrícola nas zonas rurais.

Agricultura

A agricultura é o conjunto de actividades económicas, técnicas e científicas relacionadas com o cultivo de plantas e a criação de animais para produção de alimentos, fibras, matérias-primas e energia. É uma das mais antigas formas de sustento humano e continua a ser uma base essencial para a segurança alimentar, o emprego rural e o desenvolvimento económico em muitos países em desenvolvimento, como Moçambique.

Segundo a FAO (2021), a agricultura moderna enfrenta desafios como a escassez de recursos naturais, a degradação ambiental e os impactos das mudanças climáticas. Assim, torna-se cada vez mais necessário adoptar práticas agrícolas sustentáveis, integrando inovação tecnológica com o conhecimento tradicional. A produtividade e a resiliência dos sistemas agrícolas dependem do uso eficiente dos recursos (água, solo, sementes), do acesso a serviços de extensão, financiamento e mercados, além da capacidade institucional dos governos para implementar políticas eficazes.

Agricultura Familiar

A agricultura familiar é um sistema de produção agrícola baseado na gestão e trabalho predominantemente familiar, onde a exploração da terra está intimamente ligada à residência e à cultura dos produtores. Em Moçambique, mais de 90% da produção alimentar nacional

provém deste tipo de agricultura, o que a torna estratégica para a segurança alimentar, geração de emprego e redução da pobreza rural.

Conforme o IFAD (2022) e a FAO, a agricultura familiar é altamente diversificada, tanto em termos de sistemas productivos quanto nas formas de organização social. Os agricultores familiares operam geralmente em pequenas parcelas de terra, com poucos recursos tecnológicos e baixo acesso a crédito ou serviços de extensão. No entanto, possuem profundo conhecimento dos ecossistemas locais, o que os torna aliados cruciais na promoção de práticas agrícolas sustentáveis e na preservação da biodiversidade.

Produção Agrícola

A produção agrícola refere-se ao processo de cultivo de plantas e criação de animais com o objetivo de gerar alimentos, fibras, matérias-primas e outros produtos necessários ao consumo humano e industrial. No contexto das zonas rurais do norte de Moçambique, a produção agrícola é predominantemente de subsistência, com agricultores dependentes de práticas tradicionais, pouca mecanização e limitada aplicação de tecnologias modernas.

Segundo a FAO (2021), os sistemas agrícolas enfrentam desafios crescentes, incluindo mudanças climáticas, degradação do solo, escassez de água e volatilidade dos mercados. Para melhorar a produção, torna-se importante adoptar práticas sustentáveis como o uso eficiente de recursos naturais, diversificação de culturas e integração com sistemas agroflorestais. Além disso, o acesso a sementes melhoradas, fertilizantes, assistência técnica e financiamento são determinantes críticos para o aumento da produtividade.

Desenvolvimento Rural

O desenvolvimento rural é um processo multidimensional que visa melhorar as condições de vida e bem-estar das populações que vivem em áreas rurais. Envolve não apenas o aumento da produção agrícola, mas também o acesso a serviços básicos (educação, saúde, água potável), infraestrutura, mercados, financiamento e inclusão social. Nas zonas rurais do norte de Moçambique, onde a maioria das famílias depende da agricultura de subsistência, o desenvolvimento rural é essencial para reduzir a pobreza e promover um crescimento mais inclusivo.

Segundo o Banco Mundial (2019), a promoção do desenvolvimento rural exige intervenções integradas e coordenadas que combinem investimentos em capital humano, físico, natural e institucional. Isso inclui políticas públicas que fortaleçam as capacidades dos agricultores, melhorem o acesso à terra e crédito, e incentivem a adopção de tecnologias resilientes ao clima. Também é crucial criar ligações efetivas entre áreas rurais e urbanas, promovendo cadeias de valor inclusivas que aumentem a competitividade dos pequenos produtores.

Extensão Rural

A extensão rural é um serviço educacional e técnico que tem como objectivo apoiar os agricultores, especialmente os de pequena escala, a melhorar a produtividade, a gestão dos recursos naturais e o acesso a mercados. Esse processo envolve a transferência de conhecimento e inovação desde instituições de pesquisa até os produtores no campo, promovendo o uso de boas práticas agrícolas e tecnologias sustentáveis.

Segundo o IFAD (2022), a extensão rural eficaz é um elemento central do desenvolvimento agrícola, principalmente nas regiões onde o conhecimento técnico é limitado e os desafios climáticos são severos. Para alcançar impacto, os serviços de extensão devem ser inclusivos, culturalmente apropriados, baseados na evidência e centrados no agricultor. Em Moçambique, muitos programas de extensão enfrentam obstáculos como baixa cobertura geográfica, fraco financiamento, escassez de técnicos e ausência de mecanismos para integrar o saber local.

O modelo tradicional de extensão — centrado apenas na transmissão de informações — vem sendo substituído por abordagens mais participativas, como as Escolas na Machamba do Campônês (EMC), onde os agricultores aprendem entre si, testam novas práticas em grupo e desenvolvem soluções adaptadas às suas realidades locais. Esse tipo de abordagem tem mostrado melhores resultados na adoção de inovações, no fortalecimento da resiliência às mudanças climáticas e na inclusão de mulheres e jovens.

2.2 Características da agricultura em Moçambique

Em Moçambique, a agricultura possui características diversas, influenciadas por factores ambientais, económicos e sociais, que afectam a produtividade e a segurança alimentar.

Segundo o WFP (2021), cerca de 70% da população depende directamente da agricultura, uma actividade predominantemente de subsistência e vulnerável a eventos climáticos extremos como secas e ciclones. Em 2019, Moçambique foi fortemente afectado por ciclones que destruíram colheitas e infraestrutura, expondo a fragilidade do sector agrícola face às mudanças climáticas e aumentando a insegurança alimentar.

Ademais, o sector agrícola contribui aproximadamente com 25% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, conforme o Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (IFAD). Contudo, a produtividade permanece baixa devido à utilização limitada de tecnologias modernas e práticas agrícolas tradicionais. Grande parte dos agricultores utiliza variedades de sementes de baixo rendimento e métodos de cultivo manuais, resultando em uma produção insuficiente para sustentar a demanda interna e as exportações (IFAD, 2023).

Segundo IFAD(2023), um outro grande aspecto relevante é o papel das mulheres na agricultura. Elas desempenham funções essenciais na produção de alimentos e no sustento familiar, mas enfrentam desigualdade significativa no acesso a recursos, educação e serviços de saúde, o que limita seu potencial produtivo. Essa disparidade reflete-se directamente na produção agrícola e na qualidade de vida das comunidades rurais .

O governo moçambicano, com apoio de organizações internacionais, tem desenvolvido políticas para integrar os pequenos produtores ao mercado, incentivando a comercialização de excedentes e investindo em infraestrutura e acesso a mercados. Tais esforços visam aumentar a resiliência das comunidades rurais e a sustentabilidade do sector (Observatório do Meio Rural, 2021).

Diversidade de Culturas Alimentares

Segundo World Bank(2019), A agricultura moçambicana apresenta grande variedade de produtos alimentares, com destaque para culturas como milho, mandioca, feijão, amendoim e

arroz. Cada região possui especializações, com províncias como Nampula e Zambézia liderando a produção de culturas de cereais e leguminosas, enquanto Maputo se destaca em produtos hortícolas. Essa diversidade contribui para a segurança alimentar, mas também enfrenta desafios, como o risco de pragas e flutuações no mercado de insumos agrícolas, o que impacta a estabilidade dos preços .

Agricultura Familiar Predominante

Mais de 90% da produção agrícola em Moçambique é realizada por pequenas propriedades familiares, que possuem recursos e tecnologia limitados. As famílias praticam agricultura de subsistência, focando na produção para consumo próprio, com apenas uma pequena parte voltada para o mercado. Essa característica reflete a realidade socioeconômica rural, onde falta de mecanização e acesso restrito a tecnologias modernas limitam a produtividade (SIMLESA, 2021; OMRMZ, 2021).

Iniciativas de Desenvolvimento Rural e Políticas Agrícolas

O governo moçambicano tem implementado políticas e programas para impulsionar a agricultura rural, com foco na criação de condições de desenvolvimento sustentável. Iniciativas como a Política Agrária de 1995 e parcerias com instituições internacionais visam promover a segurança alimentar, melhorar a infraestrutura rural e facilitar o acesso ao mercado. Contudo, desafios estruturais, como infraestrutura insuficiente e adaptação de tecnologias, permanecem (OMRMZ, 2021).

2.3 Produtividade Agrícola

Produtividade agrícola refere-se à eficiência com que os insumos agrícolas, como terra, água, mão de obra e tecnologia, são transformados em produtos agrícolas, como alimentos, fibras e combustíveis. A produtividade pode ser medida de várias maneiras, sendo a mais comum a produção por unidade de área (hectares), mas também pode ser expressa por outros insumos, como água ou energia utilizada (Fuglie, 2018). O aumento da produtividade agrícola é crucial para a segurança alimentar global, especialmente à medida que a população mundial cresce e a demanda por alimentos aumenta.

A produtividade agrícola é influenciada por diversos factores, como o clima, a qualidade do solo, as práticas agrícolas adoptadas e o acesso a insumos modernos, como fertilizantes, sementes melhoradas e irrigação. Segundo Mueller et al. (2012), a lacuna de produtividade – a diferença entre a produção actual e o potencial de produção das culturas – ainda é significativa em muitas regiões, especialmente na África Subsaariana, onde o acesso a tecnologias e insumos é limitado.

Segundo Diao et al. (2010), o crescimento da produtividade na África Subsaariana, incluindo Moçambique, tem sido mais lento do que em outras regiões em desenvolvimento, em parte devido à falta de investimentos em infraestrutura agrícola, extensão rural e pesquisa. Além disso, a falta de políticas públicas eficazes e de apoio técnico aos agricultores também contribui para as limitações da produtividade. O fraco acesso ao mercado, a volatilidade dos preços dos produtos agrícolas e a falta de incentivos financeiros para pequenos agricultores são alguns dos obstáculos que continuam a impedir melhorias significativas na produtividade agrícola, conforme apontado por Jayne e Rashid (2013).

Medição e Indicadores de Produtividade

A produtividade agrícola pode ser medida de várias formas. O método mais comum é a produtividade por hectare, que avalia a quantidade de produto obtido por área cultivada. No entanto, outros indicadores, como a produtividade de insumos (uso de água, fertilizantes, mão de obra), são cada vez mais usados, especialmente em regiões onde os recursos naturais são escassos (Fuglie, 2018). Outro indicador importante é o crescimento da produtividade total dos factores (PTF), que mede o crescimento da produção não atribuível ao aumento dos insumos, mas sim à eficiência do uso dos mesmos.

Políticas e Intervenções para Aumentar a Produtividade

Governos e organizações internacionais têm se esforçado para aumentar a produtividade agrícola em países em desenvolvimento, com o objectivo de alcançar a segurança alimentar e promover o desenvolvimento rural. O Banco Mundial, por exemplo, tem financiado projectos em Moçambique que visam melhorar a infraestrutura rural, fornecer capacitação técnica para agricultores e aumentar o acesso a insumos agrícolas (World Bank, 2020). Esses programas buscam não apenas aumentar a produtividade, mas também garantir que o crescimento seja sustentável e beneficie as comunidades locais.

Adopção de Tecnologias Agrícolas

O governo de Moçambique, com o apoio da FAO e do ministério da agricultura, tem promovido o uso de tecnologias agrícolas para aumentar a produtividade. Entre as principais inovações estão a tração animal, o uso de fertilizantes (orgânicos e inorgânicos), técnicas de rega mecanizada, variedades melhoradas de sementes e o agroprocessamento. Essas tecnologias foram difundidas em várias regiões do país, com estudos revelando sua adopção em diferentes contextos. O apoio dessas organizações visa a adaptação a condições climáticas adversas e o aumento da eficiência produtiva nas zonas rurais. Para assegurar a sustentabilidade, iniciativas de conservação do solo e rotação de culturas também são incentivadas (Cavane et al., 2011).

Adaptação e Inovações

A inovação nos sistemas de cultivo é uma estratégia essencial para enfrentar os desafios da agricultura moderna. O uso de técnicas agroecológicas, como a integração de culturas perenes e anuais e a adição de culturas de cobertura, tem mostrado benefícios na melhoria da saúde do solo e no aumento da resiliência climática (Altieri & Nicholls, 2017). Tais práticas permitem que os agricultores cultivem de forma mais eficiente, utilizando menos insumos químicos e preservando os recursos naturais.

2.3.1 Sistemas de Cultivo

Sistemas de cultivo referem-se às práticas organizadas de produção agrícola adotadas pelos agricultores para cultivar e manejar a terra de forma eficiente. Eles variam de acordo com a localização geográfica, os recursos disponíveis, o tipo de cultura e os objectivos dos agricultores. Os sistemas mais comuns incluem monocultura, policultura, cultivo em faixas, rotação de culturas e agricultura de conservação (Altieri & Nicholls, 2017).

Na monocultura, os agricultores cultivam apenas uma espécie de planta por vez, prática comum em grandes produções de grãos, como milho e trigo, por causa da facilidade de mecanização e

controle de pragas. Por outro lado, a policultura envolve o cultivo de várias espécies simultaneamente, o que aumenta a biodiversidade e melhora a saúde do solo (Méndez, 2013). A rotação de culturas também é uma técnica comum que ajuda a controlar pragas e doenças, além de manter a fertilidade do solo.

2.3.2 Financiamento e Acesso ao Crédito

Banco o Mundial (2020), a falta de acesso ao crédito tem sido um dos principais obstáculos ao crescimento do sector agrícola em Moçambique. Programas como o Plano Nacional de Investimento do Sector Agrário (PNISA) foram desenvolvidos para fornecer subsídios e financiamento acessível aos agricultores, mas o impacto tem sido limitado devido à falta de capacidade técnica e de infraestrutura em muitas áreas rurais. Para superar esses desafios, o MINAG tem trabalhado em parceria com bancos comerciais e instituições internacionais para melhorar o acesso ao crédito.

Os investimentos, tanto públicos quanto privados, são essenciais para melhorar a produtividade agrícola e reduzir a pobreza em Moçambique. Entretanto, o volume de recursos alocados ao sector agrícola tem sido limitado e mal distribuído, prejudicando o impacto desejado (Aiuba, 2023). Estudos indicam que a formação bruta de capital fixo agrícola tem crescido mais lentamente do que em outros sectores da economia, afectando negativamente o progresso técnico e a capacidade produtiva do sector (Aiuba, 2023).

O financiamento público é frequentemente direcionado a áreas que têm pouco impacto direto sobre a produção, como pagamento de dívida pública e despesas administrativas. Esses fatores contribuem para a persistência de baixos níveis de produtividade agrícola e fraca modernização do sector (Aiuba, 2023).

2.4 Factores que influenciam nas tecnologias agrícolas em Moçambique

2.4.1 Factores Socioeconómicos

Educação

Um dos factores mais críticos na adopção de tecnologias agrícolas é o nível de educação dos agricultores. Segundo Kassie et al. (2023), agricultores com maior nível educacional tendem a adoptar novas tecnologias agrícolas com mais facilidade do que aqueles com menos educação. O estudo realizado em várias regiões rurais de Moçambique encontrou uma correlação significativa entre a alfabetização e a disposição de adoptar inovações como o uso de sementes melhoradas, fertilizantes e técnicas de manejo integrado de pragas. Agricultores que conseguem interpretar informações sobre práticas agrícolas modernas, seja através de manuais, programas de rádio ou treinamentos, têm maior probabilidade de aplicar essas inovações em suas fazendas.

Acesso a Crédito

O acesso a crédito é outro factor fundamental. Agricultores que têm acesso a financiamentos, seja por meio de bancos formais ou instituições de microcrédito, conseguem investir em tecnologias que aumentam a produtividade, como a mecanização e sistemas de irrigação. Kassie et al. (2023) afirmam que a falta de acesso a crédito acessível impede muitos agricultores de adotarem novas tecnologias. Em Moçambique, onde os sistemas financeiros nas áreas rurais são subdesenvolvidos, os pequenos agricultores muitas vezes não possuem garantias ou registos formais de terra que possam usar como colateral, restringindo suas opções de financiamento.

Capital Social

O capital social, como a participação em cooperativas e associações de agricultores, também desempenha um papel importante. Estudos indicam que agricultores que fazem parte de grupos comunitários têm mais acesso a informações sobre tecnologias inovadoras e são mais propensos a adotar essas práticas do que aqueles que operam de forma isolada (Van den Broeck et al., 2021). As cooperativas podem ajudar a facilitar o acesso a insumos agrícolas, como fertilizantes e sementes, e oferecer uma plataforma para treinamento e disseminação de boas práticas agrícolas.

2.4.2 Factores Ambientais e Climáticos

Um dos factores crítico que influencia a adopção de tecnologias agrícolas em Moçambique são as condições ambientais e climáticas. O país é altamente vulnerável às mudanças climáticas, o que torna as inovações agrícolas que lidam com a variabilidade climática particularmente importantes. Segundo Alfani et al. (2020), os agricultores em regiões suscetíveis a eventos climáticos extremos, como secas e inundações, estão mais inclinados a adotar tecnologias que ajudam a mitigar esses riscos. Por exemplo, o uso de sementes resistentes à seca e sistemas de irrigação por gotejamento tem sido promovido como uma estratégia eficaz para lidar com a escassez de água nas regiões mais áridas. Entretanto, apesar do potencial dessas tecnologias, a adoção ainda é baixa em muitas partes de Moçambique, devido ao alto custo inicial e à falta de acesso a informações adequadas sobre como usá-las correctamente. Alfani et al. (2020) argumentam que, para aumentar a adopção, é necessário fornecer assistência técnica e treinamento aos agricultores, além de subsídios governamentais ou apoio financeiro para reduzir o custo dessas inovações.

2.5 Técnicas estatísticas

2.5.1 Estatística descritiva

A estatística descritiva é a área da estatística responsável pela colecta, organização, resumo e apresentação de dados, permitindo uma análise clara e objectiva dos mesmos. O principal objectivo da estatística descritiva é transformar dados brutos em informações úteis por meio de medidas como média, mediana, moda, variância e desvio padrão. Essas medidas descrevem a distribuição e a variabilidade dos dados, facilitando a compreensão de fenômenos e tendências.

De acordo com Andrade e Colosimo (2020), a estatística descritiva é essencial para entender a natureza dos dados antes de realizar análises mais complexas: "A análise descritiva permite

uma primeira leitura dos dados, proporcionando um panorama geral que guia as etapas seguintes da investigação”.

As principais medidas incluem a média (valor central dos dados), a mediana (valor que divide os dados em duas partes iguais), e a moda (valor que mais se repete). Além das medidas de posição, as medidas de dispersão (como variância e desvio padrão) fornecem informações sobre a variabilidade dos dados. Isso é particularmente útil para identificar padrões e outliers, ajudando na tomada de decisões informadas com base em evidências claras. Tabelas de frequência e histogramas, por exemplo, permitem uma visão rápida e intuitiva das tendências de um conjunto de dados, ajudando a formular hipóteses preliminares e a preparar o terreno para análises inferenciais.

Medidas de tendência central

Média

A média aritmética é uma medida de tendência central calculada pela soma de todos os valores de um conjunto de dados dividida pelo número total de observações. A média é amplamente usada para resumir dados num único valor representativo. Segundo Pestana e Gageiro (2014), a média é uma medida central que reflete o ponto de equilíbrio dos dados.

De acordo com Bussab e Morettin (2017), enquanto a média aritmética é influenciada por valores extremos, a mediana permanece estável, sendo um indicativo mais robusto da tendência central em distribuições assimétricas. Dessa forma, a mediana é ideal em contextos onde se deseja minimizar o impacto de outliers, enquanto a moda é aplicável para entender padrões de frequência. Ambas as medidas fornecem uma visão complementar da concentração dos dados, ajudando na descrição dos mesmos de maneira mais precisa.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

Onde:

\bar{x} é a média aritmética,

X_i representa cada um dos valores do conjunto,

n é o número total de valores no conjunto.

Moda

A moda é a medida de tendência central que representa o valor mais frequente em um conjunto de dados. Ela é particularmente útil em conjuntos de dados categóricos, onde se deseja identificar a categoria ou valor que ocorre com maior frequência. A moda pode ser única (unimodal), ter duas modas (bimodal) ou ter múltiplas modas (multimodal), dependendo da distribuição dos dados.

Mediana

A mediana é a medida de tendência central que representa o valor que separa um conjunto de dados ordenados em duas partes iguais. Para calcular a mediana, os dados devem ser organizados em ordem crescente ou decrescente; se o número de observações for ímpar, a mediana é

o valor central, enquanto que se for par, a mediana é a média dos dois valores centrais.

De acordo com Moore, McCabe e Craig (2018), “a mediana é uma medida robusta de tendência central, pois não é influenciada por valores extremos, tornando-a útil em distribuições assimétricas.

Segundo Anderson, Sweeney e Williams (2019), a moda é o único tipo de média que pode ser usada com dados qualitativos, uma vez que indica o valor mais comum, tornando-se uma ferramenta útil para análises que envolvem categorização.

De acordo com Bussab e Morettin (2017), enquanto a média aritmética é influenciada por valores extremos, a mediana permanece estável, sendo um indicativo mais robusto da tendência central em distribuições assimétricas. Dessa forma, a mediana é ideal em contextos onde se deseja minimizar o impacto de outliers, enquanto a moda é aplicável para entender padrões de frequência. Ambas as medidas fornecem uma visão complementar da concentração dos dados, ajudando na descrição dos mesmos de maneira mais precisa.

Medidas de dispersão

A dispersão descreve o grau de variação ou a extensão de distribuição dos dados ao redor do centro, e suas principais medidas são a variância, desvio padrão e amplitude. Essas medidas são cruciais para entender a consistência e previsibilidade dos dados. A variância e o desvio padrão indicam o quanto os dados se afastam, em média, do valor central (média), enquanto a amplitude mede a diferença entre o maior e o menor valor do conjunto. Segundo Moore e McCabe (2019), a dispersão revela o quão diversificados ou concentrados estão os dados, fornecendo informações que complementam a tendência central.

Conforme explica Triola (2021), o desvio padrão é uma medida que facilita a interpretação do quão dispersos estão os dados em relação à média; ele é amplamente usado para entender a variação e o risco em contextos como finanças e ciências sociais. Um desvio padrão elevado indica alta dispersão, sugerindo que os valores estão espalhados, enquanto um desvio padrão baixo sugere que os dados são próximos da média. Assim, tanto a variância quanto o desvio padrão são indispensáveis para obter uma visão clara da distribuição dos dados e das possíveis flutuações em diferentes contextos.

Formula de cálculo de desvio padrão populacional:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (2.2)$$

Onde:

σ é o desvio padrão populacional;

X_i representa cada valor no conjunto de dados;

μ é a média da população;

N é o número total de valores na população.

Formula de cálculo de desvio padrão amostral:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2.3)$$

Onde:

s é o desvio padrão amostral;

X_i representa cada valor no conjunto de dados;

\bar{X} é a média da amostra;

n é o número total de valores na população.

2.5.2 Análise factorial

Segundo Reis (2001), a análise factorial é uma técnica estatística multivariada que tem como finalidade explicar as correlações existentes entre um grande conjunto de variáveis, utilizando um número reduzido de variáveis latentes, denominadas factores.

Essa técnica pode ser vista como uma extensão da análise de componentes principais (ACP), que transforma um conjunto de n variáveis em um conjunto menor com k variáveis não correlacionadas. Essas novas variáveis preservam uma parte significativa das informações contidas no conjunto original, facilitando a interpretação dos dados ao reduzir sua complexidade.

Segundo Hair et al. (2005), existem dois modelos fundamentais para a análise factorial: a análise factorial de factores comuns (AFFC), que é aplicada para identificar fatores ou dimensões latentes que refletem os aspectos comuns compartilhados pelas variáveis observadas, e a análise factorial de componentes principais (AFCP), utilizada quando o objectivo é resumir a maior parte das informações originais em um número mínimo de factores, preservando ao máximo a variabilidade dos dados.

Segundo os autores Johnson e Wichern (1988), o modelo de análise de factores supõe que cada variável X_j é linearmente dependente de poucas variáveis aleatórias não observadas F_1, F_2, \dots, F_m denominadas factores comuns, e p fontes adicionais de variação $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$, chamados erros. Assim o modelo de análise de factores é escrito da seguinte forma:

$$X_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + \dots + a_{jk}F_m + \varepsilon_p \quad (2.4)$$

Onde:

X_j é a j -ésima variável observada

a_{jk} é a carga factorial que indica a correlação entre a variável e o fator k

F_k é o k -ésimo factor latente

ε_p é o termo de erro específico da variável

Análise de Componentes Principais (ACP)

Segundo Matos & Rodrigues(2019), a análise de Componentes Principais (ACP) é uma técnica estatística multivariada que tem como objectivo reduzir a dimensionalidade de um conjunto de dados. Essa redução é alcançada através da transformação das variáveis originais correlacionadas em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas, conhecidas como componentes

principais. Esses componentes são combinações lineares das variáveis iniciais e preservam a maior parte da variância presente nos dados.

Matematicamente, cada componente principal é calculado como:

$$Y_p = a_{p1}X_1 + a_{p2}X_2 + \dots + a_{pp}X_p \quad (2.5)$$

Segundo Matos & Rodrigues(2019), análise factorial e a análise de componentes principais (ACP) têm em comum o objectivo de reduzir a dimensionalidade dos dados, embora se baseiem em princípios distintos. A ACP procura extrair componentes principais que representem a variância total dos dados. Em contraste, a análise factorial concentra-se exclusivamente na variância comum partilhada entre as variáveis.

Suposições da Análise Factorial

Segundo (Matos & Rodrigues, 2019). a análise factorial faz algumas suposições importantes:

- **Normalidade:** As variáveis devem seguir uma distribuição normal multivariada.
- **Linearidade:** As relações entre as variáveis e os factores latentes são lineares.
- **Adequação da amostra:** Testes como Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Teste de Bartlett avaliam se os dados são apropriados para a análise factorial.
- **Comunalidade:** Refere-se à proporção da variância de uma variável explicada pelos factores. Uma comunalidade alta ($p \leq 0,5$) indica que a variável contribui significativamente para os factores extraídos.

Segundo Byrne (2016), a análise factorial pode ser dividida em dois tipos principais:

- **Análise Factorial Exploratória (AFE):** Focada na descoberta de padrões subjacentes sem hipóteses prévias.
- **Análise Factorial Confirmatória (AFC):** Usada para testar modelos teóricos específicos de relacionamento entre variáveis .

E Os 4 principais passos da análise factorial são:

- Validação dos dados da análise factorial;
- Extração dos factores;
- Rotação de factores; e
- Interpretação dos resultados.

Validação dos dados da análise factorial

De acordo com Field (2013), a validação dos dados envolve a verificação da adequação da matriz de correlação para a análise factorial e a confirmação de que os dados são apropriados para este tipo de análise estatística.

Estatística de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

Segundo (Morocco, 2014), A medida de adequação de KMO é um indicador de quão apropriada é a aplicação da análise factorial a um conjunto de dados. Valores de KMO variam de 0 a 1. Valores próximos de 1 indicam que as correlações parciais são pequenas, e a análise factorial provavelmente será útil. Como regra geral, valores de KMO acima de 0.70 são considerados bons, enquanto valores abaixo de 0.50 indicam que a amostra pode ser inadequada para a análise factorial .

Teste de Esfericidade de Bartlett

Segundo (Bartlett, 1954), O teste de esfericidade de Bartlett verifica se a matriz de correlação é significativamente diferente de uma matriz identidade, onde todas as variáveis seriam não correlacionadas. Um resultado significativo $p < 0,05$ sugere que a matriz de correlação é adequada para a análise factorial, já que as variáveis estão correlacionadas entre si.

Matriz de Correlação

Segundo (Tabachnick & Fidell, 2019), A matriz de correlação é um elemento essencial na análise factorial, pois serve para examinar as relações entre as variáveis observadas. Cada célula da matriz representa o coeficiente de correlação entre dois pares de variáveis, que varia entre -1 e 1. Valores mais próximos de 1 ou -1 indicam uma forte correlação positiva ou negativa, respectivamente, enquanto valores próximos de 0 sugerem uma correlação fraca ou inexistente .

Extração de Factores

Segundo (Fabrigar et al., 1999), A extração de factores é a etapa inicial da análise factorial, cujo objectivo é identificar os factores subjacentes que explicam as correlações entre as variáveis. A finalidade da extração é reduzir o número de variáveis em um conjunto de dados a um número menor de factores que ainda mantenham a maior parte da informação original. Entre os métodos de extração mais comuns estão a Análise de Componentes Principais (PCA) e a Análise de Factores Principais (PFA) .

- **Critério da raiz latente:** o raciocínio para o critério da raiz latente é que qualquer fator individual deve explicar a variância de pelo menos uma variável para que o mesmo seja mantido para a interpretação.
- **Critério da percentagem da variância:** o critério da percentagem da variância é uma abordagem baseada na obtenção de um percentual cumulativo especificado da variância total extraída por factores sucessivos.
- **Critério do teste scree:** o teste scree é utilizado para identificar o número ótimo de factores que podem ser extraídos antes que uma quantidade de variância única comece a dominar a estrutura da variância comum.

Matos & Rodrigues (2019) afirmam que os factores representam as dimensões latentes que resumem o conjunto original de variáveis. Assim, uma vez estimadas as equações que representam cada um dos factores, torna-se possível calcular o valor correspondente de cada faccccccctcccccctor para cada indivíduo presente numa base de dados. Esses valores são conhecidos como escores factoriais (factor scores) e podem ser descritos como uma espécie de média ponderada das variáveis observadas para cada uma das unidades amostrais, onde os pesos são atribuídos de acordo com as cargas factoriais associadas a cada variável.

Rotação de factores

A técnica de rotação de factores é amplamente utilizada para aprimorar a distinção entre os diferentes factores extraídos em uma análise factorial, permitindo uma interpretação mais clara e precisa dos resultados (Field, 2009).

Segundo Matos e Rodrigues, (2019), Existem dois principais tipos de rotação de factores: a rotação ortogonal e a rotação oblíqua . Na rotação ortogonal, os factores são tratados como independentes entre si, assumindo-se que a correlação entre eles é zero, ou seja, os factores não possuem qualquer relação direta. Em contrapartida, a rotação oblíqua permite que os factores extraídos sejam correlacionados, o que significa que eles podem compartilhar alguma relação subjacente entre si.

segundo Field et al. (2012), os dois métodos mais importantes de rotação ortogonal são o quartimax e o varimax. A rotação quartimax tem como objectivo maximizar a dispersão da carga dos factores para uma variável entre todos os factores, o que, em alguns casos, pode resultar em variáveis com cargas elevadas em apenas um único factor. Por outro lado, o método varimax segue o caminho inverso, focando em maximizar a dispersão das cargas dentro dos factores, o que normalmente leva à obtenção de factores mais fáceis de interpretar. Esse método é amplamente utilizado em estudos que visam facilitar a compreensão das inter-relações entre as variáveis.

Validação dos Resultados

Nesta última etapa, busca-se avaliar o grau de generalidade dos resultados obtidos, bem como a influência potencial de casos ou respondentes individuais sobre os resultados gerais da pesquisa. De acordo com Hair et al. (2005), o método mais direto para validar os resultados consiste em adotar uma perspectiva confirmatória, que envolve a avaliação da repetição dos resultados em amostras separadas. Para isso, recomenda-se dividir a amostra inicial em duas partes de igual tamanho. A primeira amostra é utilizada para desenvolver o modelo factorial, enquanto a segunda amostra é empregada para realizar uma Análise de Componentes Principais (ACP), com o objetivo de comparar os resultados obtidos com aqueles da primeira amostra.

2.5.3 Teste de Associação Qui-quadrado

De acordo com magalhaes(2002), duas variáveis aleatórias discretas são consideradas independentes (ou não associadas) quando o aparecimento de um determinado valor numa delas não influencia a probabilidade de ocorrência dos valores da outra.

Já moreno(2020), explicam que, entre os métodos disponíveis para analisar a relação entre duas variáveis qualitativas, destaca-se o teste do qui-quadrado, desenvolvido por Pearson em 1900. O objetivo principal deste teste é comparar os valores observados num estudo com aqueles que

seriam esperados caso não existisse qualquer ligação entre as variáveis. Neste contexto, são formuladas as seguintes hipóteses:

H_0 : Não existe associação entre as variáveis;

H_1 : Existe associação entre as variáveis.

2.5.4 Regressão logística

Conforme Gonzalez (2018), a regressão logística é um modelo estatístico utilizado para prever a ocorrência de um evento com base em variáveis explicativas. A principal característica é que a variável dependente é categórica, frequentemente binária, assumindo valores como 0 e 1, indicando "fracasso" e "sucesso", respectivamente. Por exemplo, pode ser aplicada para prever se um cliente pagará ou não um empréstimo (Cabral, 2013). Esta técnica é especialmente útil em cenários onde a análise de variáveis contínuas não é adequada, substituindo a regressão linear tradicional.

Regressão Logística Binária

Segundo Hosmer e Lemeshow (2000), A regressão logística binária é um método estatístico utilizado para modelar a relação entre uma variável dependente binária (com duas categorias, como sucesso/falha, sim/não) e uma ou mais variáveis independentes. Este modelo é particularmente útil em situações onde o objetivo é prever a probabilidade de um evento ocorrer. A função logística é empregada para garantir que as previsões da probabilidade fiquem sempre entre 0 e 1, o que é uma limitação natural quando lidamos com variáveis binárias.

A equação geral da regressão logística binária pode ser expressa como:

$$P(Y = 1|X) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1}} \quad (2.6)$$

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 \quad (2.7)$$

$$\text{logit}(p) = \beta_0 + \beta_1 X_1 \quad (2.8)$$

Regressão Logística Múltipla

Segundo Menard (2002), A regressão logística múltipla é uma extensão da regressão logística binária que permite modelar a relação entre uma variável dependente binária e múltiplas variáveis independentes. Esta técnica é amplamente utilizada em pesquisas sociais, medicina e outras áreas onde se deseja compreender os fatores que influenciam a probabilidade de um determinado evento.

A forma geral da equação para a regressão logística múltipla é semelhante à da binária, mas inclui várias variáveis independentes:

$$P(Y = 1|X) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n}} \quad (2.9)$$

De acordo com Goes e Ywata (2018), a regressão logística é uma abordagem derivada dos Modelos Lineares Generalizados (GLM), na qual se utiliza a transformação logit para linearizar a relação entre as variáveis explicativas e a variável resposta. A transformação é expressa por:

$$\text{logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) \quad (2.10)$$

p representa a probabilidade de sucesso. A transformação logit assegura que o modelo produza probabilidades entre 0 e 1, ajustando a soma ponderada das variáveis independentes para prever a chance de um evento ocorrer. O modelo geral de regressão logística é descrito como:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (2.11)$$

vantagens e desvantagens

De acordo com Gonzalez (2018) e Cabral (2013), a regressão logística apresenta diversas vantagens:

- **Interpretação direta:** Os coeficientes estimados podem ser facilmente interpretados em termos de odds ratios, facilitando a compreensão do impacto de cada variável independente.
- **Flexibilidade:** Pode ser usada tanto para variáveis explicativas contínuas quanto categóricas.
- **Aplicação em várias áreas:** Usada em epidemiologia, finanças e estudos de mercado, a técnica é adaptável a diferentes contextos.
- **Probabilidades no intervalo [0,1]:** A transformação logit garante que as previsões fiquem restritas ao domínio adequado.

Contudo, como apontam Goes e Ywata (2018), há também desvantagens:

- **Exige linearidade no logit:** A relação entre as variáveis explicativas e a variável resposta precisa ser linear no logit, o que pode limitar a aplicação em alguns casos.
- **Sensibilidade a multicolinearidade:** A presença de variáveis fortemente correlacionadas pode comprometer a estimativa dos coeficientes.
- **Ajustamento complexo:** O método de estimação por máxima verossimilhança pode ser computacionalmente exigente, especialmente para grandes volumes de dados.

Estimação do modelo de Regressão logística

Segundo Gonzalez (2018), a estimação dos coeficientes na regressão logística é feita utilizando o método de máxima verossimilhança. Esse método busca encontrar os coeficientes β que maximizam a probabilidade de observar os dados amostrais, dado o modelo especificado. A função de verossimilhança para uma amostra com n observações é dada por:

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n P_i^{y_i} (1 - P_i)^{1-y_i} \quad (2.12)$$

onde: p_i é a probabilidade prevista de sucesso para a i -ésima observação, e y_i é o valor observado da variável dependente (0 ou 1). A expressão da log-verossimilhança é:

$$\ln L(\beta) = \sum_{i=1}^n (y_i \ln(P_i) + (1 - y_i) \ln(1 - P_i)) \quad (2.13)$$

De acordo com Nhambirre(2012), Os métodos de inclusão de variáveis usados para a estimação do modelo são:

- **Enter:** este método força a entrada de todas as variáveis no modelo;
- **Stepwise:** que pode selecionar os métodos Forward ou Backward stepwise.

Ao utilizar o método Forward, o modelo começa com a constante e adiciona uma variável independente de cada vez, com base em um critério específico de entrada, que é o valor do score estatístico. A variável com o score mais significativo entra no modelo. A inclusão de variáveis continua até que todas as variáveis independentes com scores estatisticamente significativos tenham sido incluídas. Em cada etapa, as variáveis no modelo são examinadas para verificar se devem ou não ser removidas.

Esse processo pode ser realizado de três modos, sendo o mais comum o método Forward: LR (Likelihood Ratio), ou estatísticas de razão de verossimilhança. Neste caso, compara-se o modelo atual com um modelo no qual a variável independente é excluída. Se a remoção da variável provocar uma diferença significativa nos resultados, ela é mantida no modelo; caso contrário, é eliminada. Em oposição ao método Forward, o método Backward começa com todas as variáveis no modelo e vai removendo uma a uma, embora ambos usem os mesmos critérios de remoção.

Teste de Significância do Modelo

De acordo com Pallant (2016), um modelo estatístico é considerado útil se é capaz de explicar uma parte significativa da variabilidade da variável dependente e se as variáveis independentes têm efeitos significativos. Portanto, a realização de testes de significância é importante para a validação dos resultados de uma análise de regressão, permitindo que os pesquisadores façam inferências confiáveis e informadas.

De acordo com Hosmer e Lemeshow (1989), a avaliação do ajuste do modelo logístico multinomial deve ser realizada utilizando regressões logísticas individuais, ou seja, através de $k-1$ modelos de regressão logística binária. Dessa forma, o procedimento de regressão logística individual pode ser conduzido de maneira análoga aos métodos aplicados em um modelo logístico binário citado por Soraya Chpanga(2023).

Poder discriminatório de um modelo logístico

Segundo Hosmer e Lemeshow (2000), o poder discriminatório de um modelo logístico refere-se à sua capacidade de distinguir corretamente entre as duas categorias de uma variável de resposta binária. Este conceito é fundamental para avaliar a eficácia do modelo em tarefas de classificação e predição. Para medir essa habilidade, utilizam-se métricas como a curva ROC (Receiver Operating Characteristic) e a área sob a curva (AUC), que indicam a precisão do modelo na previsão e classificação dos resultados.

CAPÍTULO 3

Material e Método

3.1 Material

3.1.1 Classificação do estudo

Quanto à natureza

É um estudo aplicado, pois foi conduzido com o propósito de resolver um problema existencial.

Quanto à abordagem

O estudo sobre o melhoria de produção agrícolas, nas zonas rurais de norte de Moçambique pode ser classificado como uma ‘abordagem mista’. Essa classificação combina métodos quantitativos e qualitativos para obter uma compreensão abrangente do problema de pesquisa.

Quantitativa: O estudo utiliza métodos quantitativos, como questionários estruturados e análise estatística, para descrever perfis demográficos, analisar a distribuição geográfica da adopção de tecnologias e estimar um modelo de regressão logística. Estes métodos permitem quantificar variáveis e testar hipóteses sobre os factores determinantes da adopção de tecnologias agrícolas. Segundo **Creswell (2014)**, A pesquisa quantitativa é caracterizada pela colecta de dados numéricos e pela aplicação de análises estatísticas para testar hipóteses e identificar relações entre variáveis.

A pesquisa também incorpora métodos qualitativos para entender as percepções e experiências dos agricultores. Entrevistas e grupos focais podem explorar a variabilidade nas condições climáticas e do solo e outros contextos específicos que influenciam a adopção de tecnologias. Segundo **Denzin & Lincoln (2011)**, A pesquisa qualitativa envolve a colecta de dados não numéricos, como entrevistas e observações, para entender profundamente os significados e experiências dos participantes.

Quanto aos objectivos

Quanto aos objectivos, trata-se de um estudo explicativo, pois este visa analisar factores determinantes do desenvolvimento agrícola. Segundo Gil (1991), essas têm aplicação mais restrita, empregam o método experimental de pesquisa, e doptadas de complexidade, servindo para identificar atributos ou factores que determinam a ocorrência de fenómenos.

3.1.2 Descrição da área de estudo

Nampula

Localização Geográfica

A cidade de Nampula, situa-se aproximadamente no centro do espaço geográfico do distrito que leva o mesmo nome (distrito de Nampula), um pouco deslocado para NE. De Este para Oeste tem uma extensão de 24.5km, entre os meridianos de 39°23'28' e 39°10'00' Este. No sentido Norte-Sul 6. Estende-se por 20.25km, desde a barragem do rio Monapo a uma latitude de 15°01'35'Sul até o riacho Muepelume, no paralelo 15°13'15'Sul.

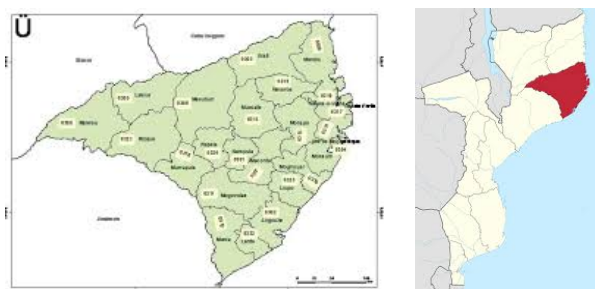


Figura 3.1: Localização da Província de Nampula

Superfície

A superfície total da Província de Nampula é de aproximadamente 79.010 quilômetros quadrados. Este número pode variar ligeiramente dependendo das fontes específicas de dados utilizadas. Em termos de área, Nampula é a maior província de Moçambique. Esta extensão territorial abrange uma variedade de paisagens, incluindo áreas costeiras ao longo do Oceano Índico, planícies, áreas montanhosas no interior e vales fluviais. Essa diversidade geográfica contribui para a riqueza ecológica e para a variedade de actividades económicas na província.

População

De acordo com (INE, 2017), a população da Província de Nampula é de aproximadamente 7.530.800 habitantes.

Nampula é a província mais populosa de Moçambique e abriga uma variedade de grupos étnicos e culturais, contribuindo para a diversidade da região.

Zambézia

Localização Geográfica

Zambézia é uma província localizada no centro de Moçambique, uma nação situada no sudeste da África. geograficamente, a província de Zambezia faz fronteira com várias outras regiões e países:

Ao norte, faz fronteira com a província de Nampula. ao sul, faz fronteira com a província de Sofala, a oeste, faz fronteira com a província de Tete. A leste, faz fronteira com o Oceano Índico.

O rio Zambeze, um dos principais rios da África Austral, atravessa a província, proporcionando recursos hídricos importantes para a região. A capital da província, Quelimane, está localizada ao longo da costa do Oceano Índico, na foz do rio Bons Sinais, um afluente do Zambeze.

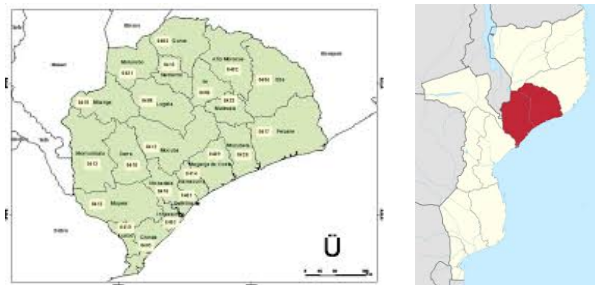


Figura 3.2: Localização da província da Zambézia

Superfície

A província de Zambezia, em Moçambique, tem uma área total de aproximadamente 105.008 quilômetros quadrados. Isso a torna a segunda maior província do país em termos de área, depois da província de Niassa. A vasta extensão territorial de Zambezia abrange uma variedade de paisagens, incluindo planícies costeiras, terras baixas, montanhas e uma rica diversidade de ecossistemas naturais. Essa ampla área contribui para a riqueza geográfica, cultural e econômica da província.

População

De acordo com os resultados preliminares do Censo de 2017, a província da Zambézia tem 5 110 787 habitantes em uma área de 105 008 quilómetros quadrados, e, portanto, uma densidade populacional de 48,7 habitantes por quilómetros quadrados, sendo a segunda província mais populosa. Quando ao género, 52,7% da população era do sexo feminino e 47,3% do sexo masculino.

3.1.3 População e Amostra

Para a elaboração deste trabalho, utilizou-se uma base de dados secundária fornecida na formação oferecida pelo Banco Mundial, referente aos agricultores. Esses dados foram colectados na época de 2022 em quase 800 comunidades, abrangendo 10 distritos das províncias de Zambézia e Nampula. A colecta de dados foi realizada por agentes de extensão do projecto, que utilizaram seu conhecimento local e a confiança das comunidades para facilitar o processo.

Para garantir a representatividade dos resultados e a aplicabilidade do estudo às condições reais enfrentadas pelos agricultores, foi selecionada uma amostra composta por 4626 agricultores. A selecção das comunidades visou assegurar uma ampla cobertura geográfica e a inclusão de diversas práticas agrícolas. Esses agentes conduziram entrevistas e levantamentos detalhados, obtendo dados sobre práticas de cultivo, uso de insumos, acesso a serviços de extensão, infraestrutura disponível e indicadores socioeconômicos das famílias agrícolas.

Para a elaboração do relatório, foi utilizado o software de edição de texto Textudio (Latex), e a compilação dos dados foi feita utilizando os softwares Excel e SPSS.

Descrição das Variáveis

Na tabela 3.1, são apresentadas variáveis selecionadas para o presente estudo, sua descrição bem como sua classificação.

Tabela 3.1: Descrição das Variáveis

Variável	Descrição	classificação
improvement	melhoramento da Produção agrícola	Binaria(Sim/Não)
Hhh_gender	Género de chefe de família	Catégorica(Masculino/Femenino)
N_tech_know	Numero de técnicas Conhecidas	Discreta
d_hired	Contratou mão de obra	Binaria(Sim/Não)
d_impseed	Alguma vez já usou semente melhorada na Produção agrícola	Binaria(Sim/Não)
d_fert	Alguma vez já usou fertilizantes químicos na sua produção agrícola	Binaria(Sim/Não)
hhsiz	Tamanho do agregado familiar	Discreta
n_equipe	Numero de equipamentos usados	Discreta
d_machequip	Já usou equipamentos mecânicos na sua produção	Binaria(Sim/Não)
n_plotcult	Numero de parcelas cultivadas	Discreta
n_plot	Numero de parcelas	Discreta
Croparea	Área total cultivada	Continua
n_plotirr	Numero de parcelas irrigadas	Discreta
n_crop	Numero de culturas plantadas	Discreta
Soldman	Valor da produção vendida	Continua
Prodvalue	Valor total da produção	Continua
income	Renda do Agricultor	Continua
age	Idade do agricultor (chefe de família)	Discreta
culture_type	Indica o tipo de cultura pratica pelo gricultor	Catégorica

Regra de decisão

Todos os testes estatísticos que auxiliaram na tomada de decisão foram realizados considerando um nível de significância de 5%. Rejeita-se a hipótese nula se $\alpha < 0,05$, ou seja, considerou-se significativa a variável que apresentou um valor de p inferior a 0,05.

3.2 Método

3.2.1 Análise Exploratória

A análise exploratória auxiliou na caracterização das variáveis que estão na base de dados que será feita utilizando estatísticas descritivas.

3.2.2 Análise Factorial

Análise dos Componentes Principais

A Análise dos Componentes Principais (PCA) é útil para reduzir a dimensionalidade de dados multivariados, mantendo o máximo de variabilidade original. No contexto da avaliação da produção agrícola, a PCA permite identificar padrões ocultos e variáveis latentes que influenciam a produção, facilitando a interpretação dos dados e eliminando redundâncias. Essa técnica também ajuda a superar problemas de multicolinearidade, otimizando o desempenho dos modelos subsequentes (Jolliffe & Cadima, 2016).

Validação dos Dados

Antes de realizar a ACP, é necessário garantir a qualidade dos dados. A validação inclui verificar se o conjunto de dados atende aos requisitos da técnica, como a linearidade entre variáveis e uma matriz de correlação adequada.

Teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

O teste KMO avalia a adequação da amostra para a análise factorial. Ele mede o quanto as variáveis no conjunto de dados compartilham variância, ou seja, se a correlação parcial entre pares de variáveis é baixa. Valores de KMO variam entre 0 e 1, sendo que um valor acima de 0,6 é considerado adequado, enquanto valores abaixo de 0,5 indicam que a PCA pode não ser apropriada (Kaiser, 1974). O teste sugere que a amostra é mais adequada para análise factorial quanto maior for o índice KMO.

Tabela 3.2: Valores da estatística de KMO

KMO	Análise Factorial
0,9-1,0]	Muito boa
]0,8-0,9]	Boa
]0,7-0,8]	Medio
]0,6-0,7]	Razoável
]0,5-0,6]	Má
]0-0,5]	Baixa

Teste de Esfericidade de Bartlett

O teste de Bartlett verifica se a matriz de correlação é significativamente diferente da identidade, ou seja, se existe correlação entre as variáveis. O teste é fundamental porque a PCA depende da presença de relações lineares entre as variáveis. Um p-valor significativo ($< 0,05$) indica que as variáveis estão suficientemente correlacionadas para a análise factorial. Sem essa condição, a PCA pode gerar resultados não confiáveis (Bartlett, 1954).

Extração dos Factores

A extração de factores na PCA envolve determinar quantos componentes principais serão retidos para análise. A regra mais comum é seleccionar componentes com autovalores superiores a 1, conforme a recomendação de Kaiser. O gráfico scree também auxilia, identificando o ponto onde a variabilidade adicional explicada pelos componentes se estabiliza. A decisão final deve equilibrar simplicidade e retenção de variância, garantindo que a quantidade de informação preservada seja significativa para interpretação.

Rotação de Factores

A rotação de factores melhora a interpretabilidade dos componentes extraídos. A rotação ortogonal, como Varimax, é usada quando se assume que os factores são independentes entre si, enquanto a rotação oblíqua é apropriada quando se admite que os factores podem estar correlacionados. O objectivo é redistribuir a variância de modo que cada factor explique o

máximo de variância possível em poucas variáveis. Assim, a interpretação dos factores se torna mais clara e intuitiva para apoiar decisões (Fabrigar & Wegener, 2012).

3.2.3 Regressão logística

Teste do Modelo: Passos Bloco (Step, Block e Model)

O teste do modelo na regressão logística pode ser realizado através das abordagens de passo a passo, bloco e modelo completo. A abordagem de passo a passo (stepwise) envolve a adição ou remoção de variáveis do modelo com base em critérios estatísticos, como o valor de p . Essa técnica é útil para identificar quais variáveis contribuem significativamente para o modelo, minimizando a possibilidade de sobreajuste (Bursac et al., 2008).

Valor de Verossimilhança O valor de verossimilhança é um componente fundamental na avaliação de modelos de regressão logística. Ele representa a probabilidade de observar os dados disponíveis, dado um conjunto específico de parâmetros do modelo (Agresti, 2018). A verossimilhança é calculada multiplicando a probabilidade de cada observação, dado os parâmetros estimados. O modelo busca maximizar essa verossimilhança, resultando em estimativas de parâmetros que melhor se ajustam aos dados.

O teste da razão de verossimilhança é uma técnica comum para comparar modelos. Este teste compara o valor de verossimilhança de um modelo completo, que inclui todas as variáveis, com o de um modelo reduzido, que exclui algumas variáveis.

A estatística do teste é calculada como:

$$LR = 2(\log L_{reduzido} - \log L_{completo}) \quad (3.1)$$

R^2 de Cox e Snell

De acordo com Hosmer e Lemeshow (2013), o R^2 de Cox e Snell é uma medida de pseudo R^2 usada para avaliar o ajuste de um modelo de regressão logística. Diferente do R^2 tradicional, ele não mede diretamente a variância explicada pela regressão, mas sim a proporção da verossimilhança do modelo ajustado em comparação com a verossimilhança do modelo nulo, isto é, um modelo que não inclui variáveis preditoras.

A fórmula do R^2 de Cox e Snell é dada por:

$$R^2_{\text{Cox-Snell}} = 1 - \left(\frac{L_0}{L_{\text{modelo}}} \right)^{\frac{2}{N}} \quad (3.2)$$

Onde:

L_0 é a verossimilhança do modelo nulo,

L_{modelo} é a verossimilhança do modelo ajustado,

N é o tamanho da amostra.

R^2 Nagelkerke

Segundo Nagelkerke (1991), o R^2 de Nagelkerke é uma medida ajustada do R^2 de Cox e Snell, projetada para alcançar o valor máximo de 1, o que facilita a interpretação do ajuste do modelo de regressão logística. Essa modificação torna o R^2 de Nagelkerke mais comparável ao da regressão linear, sendo, portanto, amplamente utilizado em análises de regressão logística para avaliar a proporção da variância explicada pelo modelo.

De acordo com Hosmer et al. (2013), o R^2 de Nagelkerke é calculado ajustando o valor do R^2 de Cox e Snell para refletir um limite superior de 1. A fórmula é expressa como:

$$R_{\text{Nagelkerke}}^2 = \frac{R_{\text{Cox-Snell}}^2}{1 - (L_0)^{\frac{2}{N}}} \quad (3.3)$$

Teste de Wald

De acordo com Menard (2002), o teste de Wald é um método estatístico amplamente utilizado para avaliar a significância de coeficientes individuais em modelos de regressão logística. Esse teste examina se os coeficientes das variáveis independentes diferem significativamente de zero, indicando assim a contribuição de cada variável para o modelo. O valor do teste é calculado dividindo-se o coeficiente estimado pelo erro padrão, elevando o resultado ao quadrado:

$$W = \left(\frac{\beta}{SE(\beta)} \right)^2 \quad (3.4)$$

onde β é o coeficiente da variável e $SE(\beta)$ é o erro padrão associado. Um valor alto do teste Wald implica que a variável contribui significativamente para o modelo, enquanto um valor baixo indica que ela pode não ser significativa.

No entanto, segundo Hosmer e Lemeshow (2013), o teste de Wald pode ser influenciado por pequenos tamanhos amostrais e grandes coeficientes, o que pode subestimar a significância de algumas variáveis. Portanto, ele é mais confiável em amostras maiores e quando os coeficientes não são extremamente grandes.

Teste de Hosmer e Lemeshow

Segundo Hosmer e Lemeshow (2013), o teste de Hosmer e Lemeshow é uma medida de ajuste para modelos de regressão logística que verifica a adequação do modelo aos dados observados. Esse teste divide as observações em grupos com base nas probabilidades previstas pelo modelo, geralmente em decis (10 grupos), e compara a frequência observada com a frequência esperada de eventos dentro de cada grupo. A estatística de Hosmer e Lemeshow é calculada por:

$$\chi^2 = \sum_{g=1}^G \frac{(O_g - E_g)^2}{E_g(1 - E_g/N_g)} \quad (3.5)$$

onde:

O_g representa a frequência observada no grupo g ,

E_g é a frequência esperada no grupo g ,

N_g é o tamanho do grupo g .

Razão de Chance (Odds Ratio)

Segundo Hosmer e Lemeshow (2013), a razão de chance (odds ratio, OR) é uma medida estatística frequentemente utilizada em estudos de epidemiologia e em modelos de regressão logística para quantificar a força da associação entre uma variável independente e um evento binário. A OR é definida como a razão entre as chances de um evento ocorrer em dois grupos diferentes.

Matematicamente, a razão de chance é expressa como:

$$\text{OR} = \frac{p_1/(1 - p_1)}{p_2/(1 - p_2)} \quad (3.6)$$

onde p_1 é a probabilidade de ocorrência do evento no grupo 1 e p_2 é a probabilidade de ocorrência do evento no grupo 2. Um valor de OR maior que 1 indica um aumento nas chances do evento ocorrer no grupo 1 em comparação ao grupo 2, enquanto um valor menor que 1 sugere uma redução nas chances.

De acordo com Kleinbaum e Klein (2010), a razão de chance é particularmente útil em estudos de caso-controle, onde é necessário avaliar a associação entre a exposição e o resultado, especialmente quando o evento de interesse é raro. No entanto, é importante lembrar que a OR pode superestimar o risco quando as probabilidades do evento são altas.

Curva ROC (Receiver Operating Characteristic)

De acordo com Hanley e McNeil (1982), a curva ROC é uma ferramenta gráfica utilizada para avaliar a performance de testes diagnósticos e modelos preditivos. A curva representa a relação entre a sensibilidade (taxa de verdadeiros positivos) e a taxa de falsos positivos (1 - especificidade) à medida que se varia o limiar de decisão do teste. A área sob a curva (AUC) fornece uma medida única da capacidade do modelo em distinguir entre as classes.

Tabela 3.3: Valores da estatística de ROC

Área ROC	Poder discriminante do Modelo
[0-0,6]	Sem poder determinativo
[0,6-0,7]	Discriminação fraca
[0,7-0,8]	Aceitavel
[0,8-0,9]	Discriminação boa
$\geq 0,9$	Discriminação muito boa

Interpretação do Modelo Logístico

Interpreta-se o modelo fazendo a análise de sinais dos parâmetros verificando se estão de acordo com o esperado relativamente ao relacionamento lógico com a variável dependente, seguidamente calcula-se os seus anti-logaritmos para encontrar a razão das chances ou seja, encontrar a medida de associação que dá o valor da chance de um evento acontecer se sob as mesmas condições ele não acontece.

CAPÍTULO 4

Resultados e Discussão

4.1 Análise Exploratória

4.1.1 Melhoramento da produção Agrícola

Com base na análise do gráfico 4.1 fornecido, observamos que houve uma divisão que dos 4625 Agricultores aproximadamente 60% deles obtiveram melhoria comparando com anteriormente, contra aproximadamente 40% que obtiveram melhoria na produção

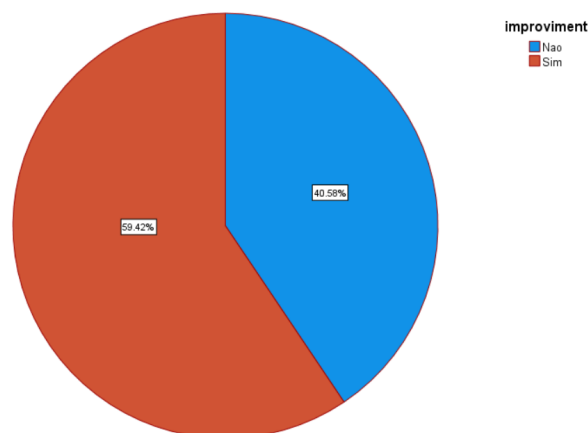


Figura 4.1: Melhoramento da produção agrícola

4.1.2 Perfil Demográfico

Análise Faixa etária

De acordo com os resultados da tabela 4.1 dos 4626 agricultores analisados, 347 famílias abaixo de 30 anos, obtiveram melhorias, contra 169 que não observaram mudanças. Isso sugere que famílias mais jovens são mais propensas a perceber melhorias, possivelmente devido à sua maior flexibilidade em adotar novas práticas produtivas, 651 famílias entre 30 e 40 anos obtiveram melhorias, enquanto 494 não, entre 40 e 50 anos, 854 famílias notaram melhorias, e 643 não. Famílias nessa faixa etária tendem a estar em um estágio mais maduro, combinando experiência com capacidade de investir em práticas eficientes. Acima de 50 anos, 897 famílias obtiveram melhorias, e 571 não. Apesar da maioria relatar melhorias, há uma menor proporção em

comparação com os grupos mais jovens, possivelmente devido a uma menor disposição para mudanças.

Análise por Sexo

Das 1.468 famílias chefiadas por mulheres, 541 perceberam melhorias, enquanto 404 não. Isso indica uma boa capacidade de gestão produtiva entre as chefes de família, enquanto que das 3.675 famílias chefiadas por homens, 2.202 relataram melhorias, em contraste com 1.473 que não perceberam mudanças. Isso sugere que famílias chefiadas por homens têm maior tendência a relatar melhorias, possivelmente devido a mais recursos ou tradição em investir na produção.

Tabela 4.1: Relação entre melhoramento da produção agrícola com idade e sexo

		Melhoria da produção		
Idade		Não	Sim	Total
	abaixo de 30 anos	169	347	516
	entre 30 anos 40 anos	494	651	1145
	entre 40 a 50 anos	643	854	1497
	acima de 50 anos	571	897	1468
Sexo				
	Femenino	410	541	951
	Masculino	1 473	2 202	3675
Total		1 883	2 749	4626

4.2 Análise Factorial

4.2.1 Adequação da Amostra

A medida de adequação de amostragem de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), tabela 4.2 resultou em 0.71, o que sugere uma adequação moderada dos dados para a realização de uma análise factorial. O teste de esfericidade de Bartlett, que verifica se a matriz de correlação é significativamente diferente de uma matriz identidade (onde as variáveis seriam completamente independentes), apresentou uma significância de $p < 0.05$. Esse resultado indica que existem correlações substanciais entre as variáveis, reforçando a adequação do uso da análise factorial, uma vez que há evidências estatísticas de que a estrutura de correlação entre as variáveis é forte o suficiente para identificar fatores latentes. Em resumo, os dados atendem aos critérios necessários para prosseguir com a análise factorial.

Tabela 4.2: Significância da Estatística de KMO

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.71
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-	36913,368
Square	df	231
	Sig.	0.000

De acordo com tabela 4.2 A estatística KMO que mede a proporção da variância das variáveis originais explicadas pelos factores ou traços latentes, gerou uma estimativa igual a 0.71, e que é classificada como média.

Quanto ao teste de esfericidade de Bartlett , que verifica a presença ou ausência de correlações entre as variáveis originais apresentou um (p-value = 0.000), o que leva à rejeição da hipótese nula de que a matriz de correlação na população seja identidade. Assim sendo, conclui-se que à análise factorial é executável pois existe correlação entre as variáveis.

4.2.2 Método de Extração de Factores

são apresentados os números de factores retidos de acordo com o critério de raiz latente e de percentagem da variância tabela 4.3. Segundo o critério da percentagem da variância, foram retidos Oito (8) factores, os quais explicam 63.344% da variabilidade total dos dados originais. O primeiro factor é o mais importante e explica 28,811% da variabilidade total, o segundo factor explica 10,324%, o terceiro factor explica 7,209%, o quarto factor explica 7.097%, o quinto factor explica 5,551%, o sexto factor explica 5,021%, o Setimo factor explica 4.705%, o Oitavo factor, e último factor, o menos importante explica 4,627% da variabilidade total dos dados.

Tabela 4.3: Método de Extração de Factores

Raiz latente	% of Variância	% da Var. Acu,ulada
4.138	18.811	18.811
2.271	10.324	29.134
1.586	7.209	36.343
1.561	7.097	43.440
1.221	5.551	48.991
1.105	5.021	54.012
1.035	4.705	58.717
1.018	4.627	63.344

4.2.3 Cargas Fatoriais rotacionadas

De acordo com a tabela 4.4 mostra as cargas factoriais após a rotação varimax. Embora haja diferenças nos pesos das variáveis em cada fator, com a rotação varimax, a matriz de factores resultou numa matriz mais simples de ser interpretada, sendo que a rotação não afecta a comunalidade e a percentagem da variância explicada. As cargas obtidas apontam o nível de correspondência entre determinada variável observada e o factor no qual se insere. Como os valores das cargas apresentadas são maior que 0.50; isso mostra a existência de significância prática. Portanto, a percentagem da variância por cada factor varia, sendo redistribuída por rotação. Neste estudo gerou-se Oito (8) factores passíveis de explicação, tais factores explicam 63,3% da variação total dos dados, sendo que somente o primeiro factor concentra 18.8% da

Tabela 4.4: Cargas factoriais rotacionadas

	1	2	3	4	5	6	7	8
prov					-.624			
hhsz			.909					
n_respondents								
n_school			.876					
n_mem_inform								
n_equip				.782				
know_test_pct						.822		
n_tech_known						.695		
d_hired	.452							
e_d_mechequip				.758				
n_plot		.919						
n_plotcult		.915						
n_plotirr					.618			
plotsz	.803							
croparea	.824							
prodvalue	.756							
n_crop					.601			
n_fruit		.438						
soldmzn	.698							
culture_type								.888
income							.689	
age							.776	
Raiz latente	4,138	2,271	1,586	1,561	1,221	1,105	1,035	1,018
Variancia	0,188	0,103	0,072	0,071	0,055	0,050	0,057	0,046
Var. Acumulada	0.188	0,291	0,363	0,434	0,49	0,54	0,587	0,633

variância.

De acordo com os resultados da tabela 4.4, verifica-se que o primeiro factor apresenta uma forte associação com as variáveis “área total da Parcela(0,803), Área cultivada(0,824), Valor total da produção(0,756), e Valor da produção vendida(0,698)”. O segundo factor está associado as variáveis “Número de parcelas(919), Número de parcelas cultivadas(0,915) e ”. O terceiro factor está associado as variáveis “Número de agregado familiar(0,909) e Número de membros que foram para escola(0,876) ”. O quarto está associado com “número de equipamentos usados e uso de equipamentos(0,782) mecânicos(0,758)” O quinto factor está associado com as variáveis” local de produção(-0,624),), Número de Parcelas irrigadas(0,618), Número de culturas plantadas(0,601)” e o sexto factor estão associados as variáveis “ pontuação sobre o nível de conhecimento(0,822) e nível de técnicas conhecidas() O Sétimo factor está associado as variáveis “renda dos agricultores(0,689) e idade dos agricultores(0,776)” o Oitavo factor está associado com apenas uma variável, nomeadamente” tipo de cultura plantada(0,888)”. respectivamente.

4.2.4 Nomeação dos Factores

Em análise factorial, a nomeação dos factores depende das variáveis que apresentam cargas factoriais numericamente alta associadas a ele (Hair et al, 2007). Assim sendo, para que os factores retidos no estudo façam sentido do ponto de vista significante, a nomeação dos mesmos obedeceu a este critério.

O primeiro factor designou-se:

- **Produtividade agrícola integrada**
este é composto por cinco (5) variáveis, nomeadamente:
Area total da producao;
Area total cultivada;
Mão de obra;
área total da parcela e
Valor da producao vendida.

Fator 2 designou-se

- **Diversificação da produção**
este é composto por duas (3) variáveis, nomeadamente:
Numero de arvores fruteiras ;
Número de parcelas, e
Número de parcelas cultivadas.

Fator 3: designou-se

- **Nível de educação**
este é composto por duas (2) variáveis, nomeadamente:
Tamanho do agregado familiar, e
Número de membros que frequentam a escola.

Fator 4: designou-se:

- **Tecnologia de Produção**
Este é composto por duas (2) variáveis, nomeadamente:
Número de equipamentos usados e
Uso de equipamento mecanizado.

Fator 5: Denomina-se:

- **Gestão da Terra Recursos Hídricos**
Este é composto por 3 variáveis, nomeadamente:
Número de culturas plantadas ;
Local de cultivo e
Número de parcelas irrigadas .

Fator 6: Denomina-se:

- **Medida de Conhecimento e Habilidade**
composto por duas (2), variáveis nomeadamente:
Know_test_pct e
número de técnicas conhecidas

Fator 7: Denomina-se:

- **Perfil socioeconômico dos agricultores**
composto pelas variáveis:
Renda dos agricultores e;
idade dos agricultores.

Fator 8: denominou-se:

- **Diversidade de Cultivos**
Este é composto por apenas uma variável denominada:
Tipo de cultura cultivada ou plantada.

4.3 Verificação da associação entre os factores e a variável dependente

A Tabela 4.5 apresenta os resultados do teste de Qui-Quadrado de Pearson, aplicado com o objectivo de avaliar a existência de associação estatisticamente significativa entre os factores extraídos na análise factorial e a variável dependente "melhoria da produção agrícola". Os resultados revelaram que os factores FAC1 (Produtividade Agrícola Integrada), FAC3 (Nível de Educação), FAC4 (Tecnologia de Produção), FAC5 (Gestão da Terra e Recursos Hídricos), FAC7 (Perfil Socioeconómico) e FAC8 (Diversidade de Cultivos) apresentaram associação estatística significativa com a variável dependente (p menor que 0.05), indicando que estes factores podem estar relacionados à melhoria da produção nas zonas rurais analisadas. Por outro lado, os factores FAC2 (Diversificação da Produção) e FAC6 (Conhecimento e Habilidade) não demonstraram associação significativa (p maior que 0.05), sugerindo que, isoladamente, estes factores não estão estatisticamente ligados à melhoria da produção, portanto não iram fazer parte do modelo final se elas não forem esticadamente combinadas também, isto é, justificada pelo facto destas não se mostrarem predictores estatisticamente significativos na melhoria da produção isoladas assim como combinadas.

Tabela 4.5: Teste de Qui-Quadrado por Factor

Factor	χ^2 (aprox.)	p-valor
FAC1	24.1	0.001
FAC2	1.91	0.185
FAC3	17.3	0.001
FAC4	10.5	0.005
FAC5	7.9	0.019
FAC6	0.21	0.289
FAC7	82.3	0.001
FAC8	95.6	0.001

4.4 Regressão Logística

A realização do objetivo geral, que é avaliar a melhoria da produção nas zonas rurais de Moçambique, leva à definição das variáveis que serão utilizadas na aplicação da técnica de regressão logística. Para isso, serão usados como variáveis iniciais os escores gerados pela análise fatorial previamente aplicada. As variáveis independentes definidas são: Produtividade Agrícola (FAC1), Diversificação da Produção (FAC2), Nível de Educação (FAC3), Tecnologia de Produção (FAC4), Gestão da Terra e Recursos Hídricos (FAC5), FAC6, FAC7 e Diversidade de Cultivos (FAC8).

A variável dependente é definida como melhoria da produção agrícola que foi categorizada, onde 1 significa que o agricultor teve um aumento na Produção (melhorou a Produção agrícola) e 0 para caso contrario.

Recordando que há 4626 observações para 8 variáveis (fatores). Iniciando com as suposições para a regressão, para o modelo inicial com apenas a constante $-0,003$, para o valor do coeficiente β_0 , a estatística de Wald associada a este parâmetro mostrou-se não significativa com um valor de significância igual a 0,930 (Apendices: Variables in the equation), rejeitando a hipótese nula de que a constante seja igual a zero. A amostra classifica corretamente os casos em 66,5%.

A tabela 4.6 mostra a significância do modelo de regressão logística. Com um qui-quadrado de 921.554, 8 graus de liberdade e uma significância de 0.001, os resultados para "Step", "Block" e "Model" indicam que as variáveis incluídas contribuem significativamente para o modelo. Em cada etapa, o baixo valor de p (0.001) sugere que as variáveis independentes têm um impacto significativo na variável dependente, validando a adequação do modelo. Assim, o teste de qui-quadrado confirma que o modelo é estatisticamente significativo e apropriado para explicar a variabilidade observada nos dados.

Tabela 4.6: Significância de parâmetros

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	921.554	8	0.001
	Block	921.554	8	0.001
	Model	921.554	8	0.001

Sabido que o modelo apresenta parâmetros significativos, compete neste fase saber quais variáveis contribuem para a probabilidade dos agricultores na melhoria da Produção agrícola . A estatística de Wald é usada para essa finalidade onde a hipótese de nulidade de cada coeficiente é testada. As estimativas de máxima verosimilhança mostraram os seguintes valores (Tabela 4.7).

Tabela 4.7: Equação do modelo com variáveis

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	rsfxgcydetyx		
						RC	Lower	Upper
FAC1	.128	.034	13.910	1	.001	1.137	1.063	1.216
FAC2	-.029	.033	.750	1	.386	.972	.911	1.037
FAC3	-.090	.033	7.478	1	.006	.914	.857	.975
FAC4	-.090	.033	7.565	1	.006	.914	.857	.974
FAC5	.062	.033	3.511	1	.061	1.063	.997	1.134
FAC6	-.005	.033	.020	1	.889	.995	.934	1.061
FAC7	.933	.037	620.349	1	< .001	2.541	2.361	2.735
FAC8	-.396	.033	139.627	1	< .001	.673	.631	.719
Constant	-.011	.033	.113	1	.737	.989		

As variáveis FAC1 associada ao valor de verosimilhança 0,128; FAC3 com verosimilhança de - 0,090, FAC4 com verosimilhança de -0,090\$, FAC7 com valor verosimilhança de -0,933, e FAC8 com valor de verosimilhança de -0,396 mostraram valores de estatística de Wald significativos a um nível de 5%, Tabela4.7, isto é, o modelo final conterá estas variáveis.

Cumpridos os passos anteriores, em seguida vai-se avaliar o poder explicativo do modelo, onde o valor de Nagelkerke R² mostrou que 24,1% (Tabela 4.8) das variações registadas na variável, evch_treatment(adotou o pacote vocher), é explicada pelo conjunto das variáveis que reflectem a adoção recebida pelos agricultores.

Tabela 4.8: Testes de explicação do modelo

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	5491.436 ^a	.181	.241

De acordo com o resultado do Teste de Hosmer e Lemeshow ($X^2=9\ 410$; p-value = 0.301) do O Modelo na Tabela 4.9; Um valor de significância maior que 0.05 (neste caso, 0.309) sugere que não há diferença estatisticamente significativa entre as frequências observadas e as esperadas. Em outras palavras A significância de 0.309 indica que o modelo de regressão logística possui um bom ajuste, pois a hipótese nula (de que o modelo se ajusta bem aos dados) não

foi rejeitada. Assim, as previsões feitas pelo modelo estão consistentes com os dados observados.

Tabela 4.9: Teste de Hosmer e Lemeshow

Step	Chi-square	df	Sig.
1	9.410	8	0,309

A seguir apresenta-se o modelo resposta de adoção de tecnologias melhoradas, onde constam as variáveis que farão parte do modelo estimado, variáveis que explicam as variações verificadas na variável resposta, os seus parâmetros (B), os valores de erro padrão associados a esses parâmetros (S.E.), a estatística Wald de significância de cada parâmetro (Sig) e o valor de razão das chances (Exp(B)).

logit =	-0,011	+	0,128FAC1	-	0,090FAC3	-	0,090FAC4	+	0,062FAC5	+	0,933FAC7	-	0,396FAC8
SE	0,033		0,034		0,033		0,033		0,033		0,037		0,033
Wald	0,113		13,010		7,478		7,565		3,511		620,341		439,627
Sig.	0,737		0,001		0,006		0,006		0,061		0,001		0,001
Exp(B)	0,989		1,137		0,914		0,914		1,063		2,541		0,673

O modelo representado facilita as interpretações, dado que estão representados numa forma linear, com tudo, para fins de previsão faz-se necessário aplicar o anti-logaritmo ao modelo 1. Da aplicação do anti-logaritmo, passa-se a ter o modelo 2 que, fornece o valor do cálculo directo da Probabilidade de um Agricultor melhorar a Produção agrícola ou não, mediante as condições da Produção que se encontram.

Modelo 2: Probabilidade de um Agricultor melhorar a Produção agrícola

$$\pi_i = \frac{e^{(-0,011+0,128FAC1-0,090FAC3-0,090FAC4+0,062FAC5+0,933FAC7-0,396FAC8)}}{1+e^{(-0,011+0,128FAC1-0,090FAC3-0,090FAC4+0,062FAC5+0,933FAC7-0,396FAC8)}}$$

Em que:

π_i – represente a probabilidade de um agricultor melhorar a Produção agrícola ou não.

FAC1- Area total da producao, area total cultivada, Mão de obra, area total da parcela e Valor da producao vendida.

FAC3 - Tamanho do agregado familiar, e Número de membros que frequentam a escola. ;

FAC4 - Número de equipamentos usados e Uso de equipamento mecanizado;

FAC5-Número de culturas plantadas, Local de cultivo, Número de parcelas irrigadas;

FAC7 - Renda dos agricultores, e idade dos agricultores;

FAC8 - Tipo de cultura plantada .

A variável de referência tem como categorias “1” melhorou a Produção agrícola “0” se não, ou seja, tem o valor 1 como referência.

Poder discriminatório do modelo

De acordo com a figura 4.2, a área abaixo da curva é de 0.771. Com base neste resultado, conclui-se que o modelo ajustado apresenta uma capacidade discriminante aceitável, pois o valor 0.771 encontra-se entre 0.7 e 0.8, intervalo da escala paramétrica denominada discriminação aceitável.

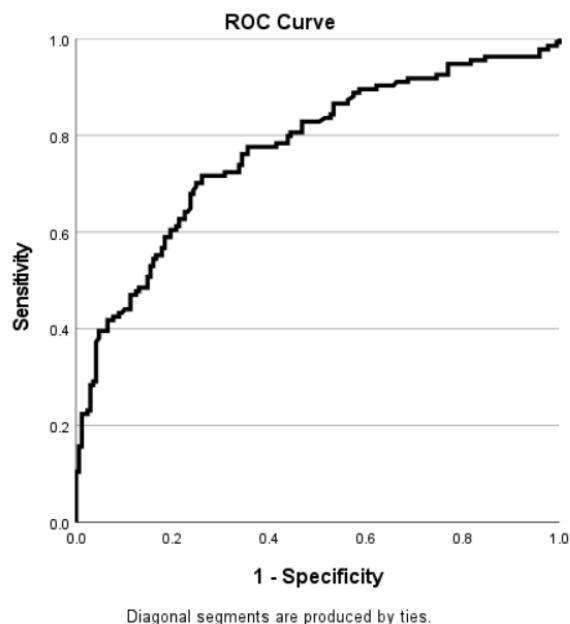


Figura 4.2: Curva de ROC

Classificação do modelo

Com base nos resultados da tabela 4.10, num total de 4626 observações, 3440 observações foram classificadas corretamente para um cutoff de 0.5, sendo que 1091 dessas foram classificadas corretamente como não melhorarm a produção agrícola, num total de 67,4% correctos e 2349 foram classificadas como os que obtiveram melhoria da produção agrícola”1” num total de 78,1% correctos. Portanto, a percentagem de observações corretamente classificadas para o cutoff de 0.5 foi de 74.36% correctos.

Observed (Real)	Predicted (0)	Predicted (1)	Percentage Correct
0 (Insatisfatório)	1091	528	67.4%
1 (Satisfatório)	658	2349	78.1%
Total			74,36%

Tabela 4.10: Tabela de Classificação do modelo

4.4.1 Interpretação do Modelo do modelo

FAC1 tem um coeficiente positivo e significativo (Sig. $\leq 0,05$), indicando que um aumento em FAC1 está associado a um aumento na probabilidade de melhoria na produção agrícola. O Exp(B) de 1,137 sugere que, para cada unidade de aumento em FAC1, a razão de chances (odds ratio) de melhoria na produção agrícola aumenta em 13,7%, FAC3 tem um coeficiente negativo e significativo, indicando que um aumento em FAC3 está associado a uma diminuição na probabilidade de melhoria na produção agrícola. O Exp(B) de 0,914 sugere que, para cada unidade de aumento em FAC3, a razão de chances de melhoria na produção agrícola diminui em 8,6%, FAC4, semelhante a FAC3, tem um coeficiente negativo e significativo. O Exp(B) também é 0,914, indicando uma diminuição de 8,6% na razão de chances de melhoria na produção agrícola para cada unidade de aumento em FAC4, FAC7 tem um coeficiente positivo e altamente significativo. O Exp(B) de 2,541 indica que, para cada unidade de aumento em FAC7, a razão de chances de melhoria na produção agrícola aumenta em 154,1%, FAC8 tem um coeficiente negativo e altamente significativo. O Exp(B) de 0,673 indica que, para cada unidade de aumento em FAC8, a razão de chances de melhoria na produção agrícola diminui em 32,7%.

4.5 Discussão de Resultados

Os resultados indicam que tanto a identificação de factores benéficos quanto a mitigação de factores prejudiciais são essenciais para melhorar a produção agrícola. A intervenção em FAC1 e FAC7 pode ser particularmente eficaz, dada a sua associação positiva significativa com a produção. Por outro lado, a atenção especial deve ser dada a FAC3, FAC4 e FAC8, cujas influências negativas sugerem que práticas ou condições representadas por esses factores devem ser ajustadas ou controladas.

Os resultados deste estudo confirmam e ampliam os achados de pesquisas anteriores sobre os factores que influenciam a produção agrícola. Estudos anteriores identificaram a importância da área cultivada e da mão de obra na produção agrícola, como destacado por Smith et al. (2017) e Johnson et al. (2015), que também encontraram uma correlação positiva entre essas variáveis e a produtividade agrícola. A presente análise reforça essas conclusões, mostrando que FAC1 (área total da produção, mão de obra, área total cultivada e valor da produção vendida) é um dos principais fatores positivos associados à melhoria da produção agrícola.

A influência positiva da renda e da idade dos agricultores (FAC7) sobre a produção agrícola também é consistente com estudos anteriores. Por exemplo, Harris (2016) observou que agricultores mais velhos e com maior renda têm maior probabilidade de investir em técnicas de cultivo e tecnologias que aumentam a produtividade. Este estudo confirma essa tendência, sugerindo que políticas que aumentem a renda dos agricultores podem ter um impacto significativo na produção agrícola. Por outro lado, a influência negativa do tamanho do agregado familiar (FAC3) e do uso de certos tipos de equipamento (FAC4) sobre a produção agrícola apresenta uma nuance importante que complementa a literatura existente. Estudos como o de Brown e Miller (2014) indicaram que famílias maiores tendem a ter mais mão de obra disponível, mas este estudo sugere que o aumento no tamanho do agregado familiar pode, na verdade, levar a uma diminuição na eficiência da produção devido a factores como a necessidade de dividir recursos e a complexidade da gestão familiar.

A análise da curva ROC, com uma área sob a curva de 0.771, indicou que o modelo ajustado tem uma capacidade discriminante aceitável, o que está em consonância com as escalas propostas por Hosmer e Lemeshow (2000)

CAPÍTULO 5

Conclusões e Recomendações

5.1 Conclusões

O presente estudo teve como objectivo principal avaliar a melhoria da produção agrícola nas zonas rurais de Moçambique. Para atingir esse objectivo, foram definidos os objectivos específicos que por sua vez ajudaram a responder a pergunta de pesquisa.

- Os resultados da pesquisa mostraram uma melhoria da produção agrícola, observando-se que aproximadamente 60% dos 4.625 agricultores analisados relataram melhorias em sua produção, em comparação com cerca de 40% que não observaram mudanças significativas. Essa proporção sugere uma tendência positiva na melhoria da produção agrícola nas zonas rurais de norte de Moçambique (Zambezia e Nampula).
- No perfil demográfico da amostra mostra uma predominância em indivíduos do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 40 e os 60 anos, os quais demonstraram maior percentagem de melhoria na produção, em comparação com os jovens e as mulheres.
- A análise factorial permitiu identificar factores latentes essenciais que influenciam a produção agrícola nas zonas rurais norte de Moçambique. Este método possibilitou o agrupamento de variáveis correlacionadas, revelando factores-chave como: Produtividade Agrícola Integrada, Diversificação da Produção, Nível de Escolaridade, Tecnologia de Produção, Gestão da Terra, Medida de Conhecimento e Habilidade, Perfil Socioeconómico dos Agricultores e Diversidade de Cultivos.
- O teste de associação de Qui-quadrado foi aplicado para verificar associação entre os factores e a variável dependente (melhoria de produção), esse teste verificou que apenas 6 dos 8 factores foram significativos (p-valor menor que 0.05), e apenas essas variáveis foram representadas pelo modelo logístico.
- Na regressão logística, foi constatado que os factores identificados têm efeitos significativos na melhoria da produção agrícola. Esta técnica avaliou a probabilidade de aumento de produtividade considerando variáveis como : Produtividade Agrícola Integrada, Diversificação da Produção, Tecnologia de Produção, Gestão da Terra e Recursos Hídricos , Perfil Socioeconómico dos Agricultores e Diversidade de Cultivos, fornecidas pela análise factorial. O modelo logístico também ajudou a prever o potencial dos agricultores para adoptar práticas mais eficientes. Assim, a análise destaca a importância de políticas de incentivo que ampliem o acesso a recursos essenciais, mostrando-se fundamental para o crescimento sustentável do sector agrícola em Moçambique. A regressão logística também

mostrou que os factores como produtividade integrada e sendo o Perfil socioeconómico dos agricultores com maior chance, enquanto restantes tiveram uma chance negativa, isto é, tem mais chance de contribuir para não melhoria da produção são determinantes significativos para melhorar a produção agrícola nas zonas rurais de norte de Moçambique, sendo o Perfil socioeconómico dos agricultores com maior chance, enquanto restantes tiveram uma chance negativa, isto é, tem mais chance de contribuir para não melhoria da produção.

- Com base nos resultados obtidos através da análise factorial e do modelo de regressão logística, conclui-se que a introdução de novas tecnologias agrícolas tem um impacto positivo significativo na melhoria da produção agrícola nas zonas rurais do norte de Moçambique. Os factores identificados como Produtividade Agrícola Integrada, e Perfil Socioeconómico dos Agricultores demonstraram aumentar consideravelmente as probabilidades de melhoria produtiva entre os agricultores. Assim, a pergunta de pesquisa formulada — sobre o efeito da introdução de novas tecnologias na produção agrícola — foi plenamente respondida, com evidência empírica a confirmar a relevância dessas inovações para o desenvolvimento do sector agrícola rural.

5.1.1 Limitações do Estudo

Embora os achados sejam robustos, algumas limitações devem ser consideradas. A dependência de dados auto-relatados pode introduzir vieses, e a análise está restrita às variáveis disponíveis. Futuros estudos devem considerar uma abordagem longitudinal para capturar mudanças ao longo do tempo e incluir variáveis adicionais para uma análise mais abrangente

5.2 Recomendação

As recomendações apresentadas foram elaboradas com base nos resultados e conclusões do estudo "Avaliação da Melhoria de Produção Agrícola nas Zonas Rurais de Moçambique"

Foco em Intervenções Específicas nos Factores FAC1 e FAC7: Os factores FAC1 e FAC7 mostraram ter um impacto positivo significativo na produção agrícola. Focar em políticas que ampliem as áreas cultivadas, melhorem a disponibilidade de mão-de-obra qualificada e aumentem as oportunidades de mercado pode multiplicar os benefícios já observados. Estas intervenções são essenciais para capitalizar os pontos fortes identificados e promover um crescimento sustentável no sector agrícola.

Monitorização e Controlo dos Factores FAC3, FAC4 e FAC8: Dado que os factores FAC3, FAC4 e FAC8 foram associados a influências negativas, é importante implementar medidas que possam controlar e, idealmente, inverter esses efeitos. Monitorizar continuamente estes factores permitirá identificar rapidamente problemas e ajustar as estratégias conforme necessário, promovendo assim uma agricultura mais eficiente e resiliente.

REFERÊNCIAS

- [1] Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2019). *Estatística*. São Paulo: Cengage Learning.
- [2] Agresti, A. (2018). *Statistical Methods for the Social Sciences*. Pearson.
- [3] Andrade, D. F., & Colosimo, E. A. (2020). *Estatística descritiva e inferencial*. São Paulo: Editora Atlas.
- [4] Aiuba, R. (2023). *Instrumentos de política agrícola e a produção agrícola em Moçambique*. Observatório do Meio Rural.
- [5] Arlindo, P., Santos, A. P., Abdula, D. C., & Tschirley, D. (2001). *A economia agrícola do norte de Moçambique: Desenvolvimentos recentes e perspectivas*. MADER-Direcção de Economia.
- [6] Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). *The agroecological basis of ecological intensification*. *Agronomy for Sustainable Development*.
- [7] Alfani, F., Dabalén, A., Fisker, P., & Molini, V. (2020). *Climate change and poverty: Evidence from Mozambique*. World Bank Group.
- [8] Artur, L. (2008). *Climate change and agricultural production in Mozambique: Assessing the impact of climate variability on maize production*. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*.
- [9] Byrne, B. M. (2016). *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming (3^a ed.)*. Routledge
- [10] Banco Mundial. (2019). *Harvesting Prosperity: Technology and Productivity Growth in Agriculture*. Washington, DC: The World Bank.
- [11] Banco Mundial. (2020). *Mozambique: Agriculture sector review*. Washington, DC: World Bank Publications.
- [12] World Bank. (2019). *Harvesting Prosperity: Technology and Productivity Growth in Agriculture*. Washington, DC: The World Bank.
- [13] Bursac, Z., Gauss, S., Williams, D. K., & Hosmer, D. W. (2008). *Purposeful selection of variables in logistic regression*. *Source Code for Biology and Medicine*.
- [14] Bussab, W. O., & Morettin, P. A. (2017). *Estatística Básica*. São Paulo: Saraiva.
- [15] Bussab, W. O., & Morettin, P. A. (2017). *Estatística Básica*. São Paulo: Saraiva.

- [16] Bartlett, M. S. (1954). A Note on the Multiplying Factors for Various Chi Square Approximations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*.
- [17] Banco Mundial. (2021). Programa de Agricultura Resiliente em Moçambique: Relatório de Implementação.
- [18] Bartlett, M. S. (1954). A note on the multiplying factors for various chi square approximations.
- [19] Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Thousand Oaks.
- [20] Cabral, C. I. S. (2013). Aplicação do Modelo de Regressão Logística num Estudo de Mercado. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- [21] Cavane, E., Mlay, G., Boniface, G., & Nkuba, J. (2011). Adoption of improved maize seed by small-scale farmers in Mozambique. Maputo, Moçambique: Ministério da Agricultura e parceiros.
- [22] Chikowore, B., Ahlers, R., & Manda, M. (2020). Community participation in agricultural interventions in Mozambique: A case study of local farmer groups. *Journal of Agriculture and Community Development*.
- [23] Diao, X., Thurlow, J., Benin, S., & Fan, S. (2010). Strategies and priorities for African agriculture: Economywide perspectives from country studies. IFPRI.
- [24] FAO. (2021). *The State of Food and Agriculture 2021*. Food and Agriculture Organization of the United.
- [25] Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Sage.
- [26] Fuglie, K. O. (2018). R&D capital, R&D spillovers, and productivity growth in world agriculture. *Applied Economic Perspectives and Policy*.
- [27] Fabrigar, L. R., & Wegener, D. T. (2012). *Exploratory factor analysis*. Oxford University Press.
- [28] Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using SPSS*. SAGE Publications.
- [29] Goes, G. S., & Ywata, A. X. (2018). *Introdução à regressão logística*.
- [30] Gonzalez, L. de A. (2018). *Regressão logística e suas aplicações*. Universidade Federal do Maranhão.
- [31] Gil, A. C. (1991). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (4^a ed.). São Paulo: Atlas.
- [32] Hosmer, D. W., Jr., & Lemeshow, S. (2013). *Applied logistic regression* (3rd ed.). Wiley.
- [33] Hanley, J. A., & McNeil, B. J. (1982). A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. *Radiology*
- [34] Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied Logistic Regression*.
- [35] IFAD. (2022). *Rural Development Report 2022: Farmers at the Forefront*. International Fund for Agricultural Development.

- [36] Jayne, T. S., & Rashid, S. (2013). Input subsidy programs in sub-Saharan Africa: A synthesis of recent evidence. *Agricultural Economics*
- [37] Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments.
- [38] Jones, S., & Tarp, F. (2016). Understanding Mozambique's agricultural growth challenge. *Journal of African Economies*.
- [39] Kassie, M., Zikhali, P., & Ochieng, J. (2023). Poverty, resilience, and agricultural development in Mozambique.
- [40] Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*.
- [41] Hair, J. F., Babin, B., Money, A. H., & Samouel, P. (2005). *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. Bookman.
- [42] Instituto Nacional de Estatística (INE, 2017). Relatório do Censo Demográfico de 2017 [ou outro título do documento]. Maputo, Moçambique: INE.
- [43] Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (1988). *Applied multivariate statistical analysis* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- [44] Matos, J. M., & Rodrigues, A. (2019). A formação profissional em escolas primárias e em escolas normais primárias portuguesas.
- [45] Moore, D. S., McCabe, G. P., & Craig, B. A. (2017). *Introduction to the Practice of Statistics* (9^a ed.). W.H. Freeman & Company.
- [46] Mueller, N. D., Gerber, J. S., Johnston, M., Ray, D. K., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature*
- [47] Méndez, V. E. (2013). Agroecology as a transdisciplinary, participatory, and action-oriented approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems*
- [48] Mogues, T., & Benin, S. (2018). Public expenditures for agricultural and rural development in Africa: Are African governments meeting their commitments? *Routledge*.
- [49] Menard, S. (2002). *Applied Logistic Regression Analysis*. Sage Publications.
- [50] Moore, D. S., & McCabe, G. P. (2019). *Introduction to the Practice of Statistics*. New York: W.H. Freeman.
- [51] Nagelkerke, N. J. D. (1991). A note on a general definition of the coefficient of determination. *Biometrika*.
- [52] Observatório do Meio Rural de Moçambique (OMRMZ). (2021). Relatório sobre desenvolvimento rural e políticas públicas em Moçambique.
- [53] Pallant, J. (2016). *SPSS Survival Manual* (6^a ed.). Open University Press.
- [54] Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2014). *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS* (6^a ed.). Lisboa: Edições Sílabo.

- [55] Reis, M. F. (2011). Benefício de prestação continuada: Desafios e questões atuais [Dissertação de mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro]. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.
- [56] SIMLESA. (2021). Maize and legume systems research and adoption in Mozambique.
- [57] Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). Using Multivariate Statistics (7th ed.). Pearson.
- [58] Triola, M. F. (2021). Introdução à Estatística. São Paulo: Pearson Education.
- [59] World Bank. (2019). Mozambique Agriculture and Rural Development Profile.

ÂPENDICE

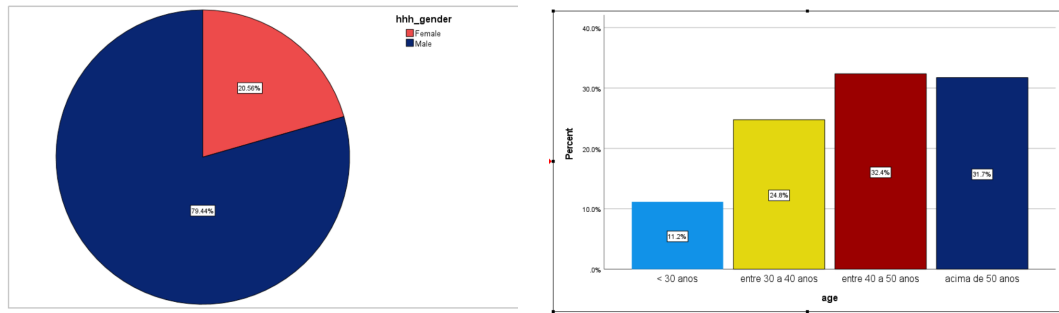


Figura 5.1: Perfil demografico dos Aricultores

Correlation Matrix

Correlation	prov	hhsize	soldmzn	culture_type	income	age	n_plotcult	n_plotirr	plotsize	croparea	prodvalue	n_crop	n_fruit	know_test_pct	n_tech_known
prov	1.000	-.003	-.078	-.022	.240	.076	.181	-.140	.001	-.037	-.148	-.210	.285	-.024	-.202
hhsize	-.003	1.000	.091	.025	-.002	.003	.154	.037	.236	.225	.181	.129	.134	.027	.030
soldmzn	-.078	.091	1.000	-.001	-.043	-.054	.100	.253	.356	.391	.674	.177	-.023	.081	.084
culture_type	-.022	.025	-.001	1.000	.032	-.024	.031	.020	.012	.027	-.023	.006	.011	.006	.027
income	.240	-.002	-.043	.032	1.000	.178	.098	-.041	-.052	-.034	-.062	-.072	.163	-.034	-.052
age	.076	.003	-.054	-.024	.178	1.000	.036	-.011	-.032	-.030	-.029	-.033	.061	-.017	-.014
n_plotcult	.181	.154	.100	.031	.098	.036	1.000	.145	.307	.334	.207	.247	.255	.016	.025
n_plotirr	-.140	.037	.253	.020	-.041	-.011	.145	1.000	.175	.197	.281	.298	.003	.113	.150
plotsize	.001	.236	.356	.012	-.052	-.032	.307	.175	1.000	.857	.476	.241	.152	.107	.106
croparea	-.037	.225	.391	.027	-.034	-.030	.334	.197	.857	1.000	.525	.305	.116	.129	.119
prodvalue	-.148	.181	.674	-.023	-.062	-.029	.207	.281	.476	.525	1.000	.365	.020	.111	.100
n_crop	-.210	.129	.177	.006	-.072	-.033	.247	.298	.241	.305	.365	1.000	.087	.132	.122
n_fruit	.285	.134	-.023	.011	.163	.061	.255	.003	.152	.116	.020	.087	1.000	-.014	-.036
know_test_pct	-.024	.027	.081	.006	-.034	-.017	.016	.113	.107	.129	.111	.132	-.014	1.000	.233
n_tech_known	-.202	.030	.084	.027	-.052	-.014	.025	.150	.106	.119	.100	.122	-.036	.233	1.000
n_respondents	.206	.203	-.013	.016	.067	.029	.071	-.014	.040	.037	-.016	.003	.121	.029	-.030
n_school	.107	.765	.096	.025	.032	.000	.211	.074	.269	.250	.185	.130	.207	.099	.072
d_mechequip	.028	.061	.262	.012	-.028	-.012	.035	.231	.185	.198	.284	.116	-.006	.056	.064
d_hired	.117	.026	.248	.002	.037	-.002	.159	.150	.258	.271	.321	.122	.112	.083	.015
n_plot	.199	.166	.076	.025	.098	.044	.915	.128	.357	.287	.166	.181	.276	.019	.018
n_equip	.198	.123	.197	.021	.025	.011	.124	.153	.218	.224	.240	.166	.081	.056	.044
n_mem_informal	.135	.127	.049	-.017	.008	.003	.098	-.017	.051	.057	.060	.039	.086	-.001	-.033

Tabela 5.1: Matriz de Correlação

	Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
prov					-.624			
hhsize			.909					
n_respondents								
n_school			.876					
n_mem_informal								
n_equip				.782				
know_test_pct						.822		
n_tech_known						.695		
d_hired	.452							
d_mechequip				.758				
n_plot		.919						
n_plotcult		.915						
n_plotirr					.618			
plotsize	.803							
croparea	.824							
prodvalue	.756							
n_crop					.601			
n_fruit		.438						
soldmzn	.698							
culture_type								.888
income							.689	
age							.776	

Tabela 5.2: Cargas factoriais rotacionadas

Communalities

	Initial	Extraction
prov	1.000	.664
hysize	1.000	.856
soldmzn	1.000	.589
culture_type	1.000	.807
income	1.000	.551
age	1.000	.629
n_plotcult	1.000	.891
n_plotirr	1.000	.515
plotsize	1.000	.768
croparea	1.000	.783
prodvalue	1.000	.721
n_crop	1.000	.494
n_fruit	1.000	.344
know_test_pct	1.000	.694
n_tech_known	1.000	.561
n_respondents	1.000	.303
n_school	1.000	.818
d_mechequip	1.000	.659
d_hired	1.000	.387
n_plot	1.000	.883
n_equip	1.000	.659
n_mem_informal	1.000	.360

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tabela 5.3: Comunalidades

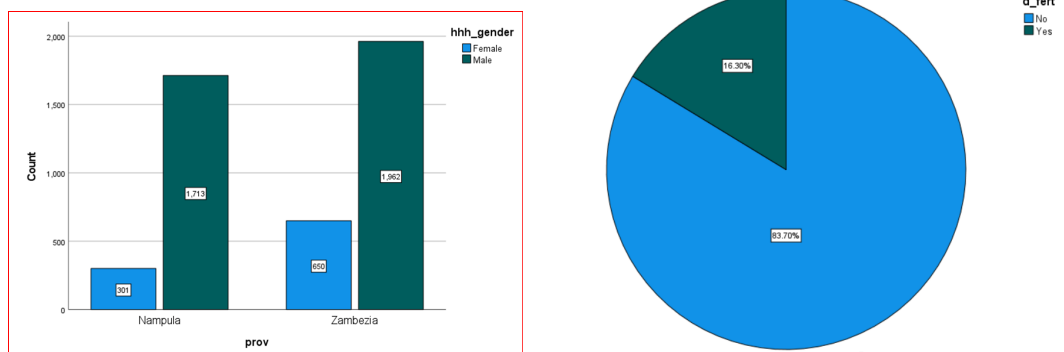


Figura 5.2: Relação entre localização e sexo, e uso de fertilizantes

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	FAC1	.128	.034	13.910	1	<.001	1.137	1.063	1.216
	FAC2	-.029	.033	.750	1	.386	.972	.911	1.037
	FAC3	-.090	.033	7.478	1	.006	.914	.857	.975
	FAC4	-.090	.033	7.565	1	.006	.914	.857	.974
	FAC5	.062	.033	3.511	1	.061	1.063	.997	1.134
	FAC6	-.005	.033	.020	1	.889	.995	.934	1.061
	FAC7	.933	.037	620.349	1	<.001	2.541	2.361	2.735
	FAC8	-.396	.033	139.627	1	<.001	.673	.631	.719
	Constant	-.011	.033	.113	1	.737	.989		

Figura 5.3: Equação do modelo com introdução de variáveis