



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – UFG**  
**PRÓ-REITORIA DE POS-GRADUAÇÃO – PRPG**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - CIAMB**

Abdulai Ismail Seca

**Mudanças Territoriais e Econômicas na África Ocidental:**  
**Comércio Exterior, Uso do Solo e Agricultura em Expansão**

Goiânia – Goiás

Setembro, 2026



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese     Outro\*: \_\_\_\_\_

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estado de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

#### 2. Nome completo do autor

Abdulai Ismail Seca

#### 3. Título do trabalho

Mudanças Territoriais e Econômicas na África Ocidental: Comércio Exterior, Uso do Solo e Agricultura em Expansão

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

**a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Abdulai Ismail Seca, Discente**, em 31/10/2025, às 17:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Fausto Miziara, Professor do Magistério Superior**, em 27/01/2026, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5757826** e o código CRC **4D773957**.

---

Abdulai Ismail Seca

**Mudanças Territoriais e Econômicas na África Ocidental:  
Comércio Exterior, Uso do Solo e Agricultura em Expansão**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Estrutura e Dinâmica Ambiental.

Orientador: Prof. Doutor Fausto Miziara.

Coorientador: Prof. Doutor Nilson Clementino Ferreira

Goiânia – Goiás

Setembro, 2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Seca, Abdulai Ismail  
Mudanças Territoriais e Econômicas na África Ocidental: Comércio Exterior, Uso do Solo e Agricultura em Expansão [Manuscrito] / Abdulai Ismail  
Seca. - 2025.  
LXXVII, 77 f.: 2025

Orientador: Prof. Dr. Fausto Miziara; co-orientador: Dr. Nilson Clementino Ferreira  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Pró-reitoria de Pós-graduação (PRPG), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Goiânia, 2025.  
Inclui: lista de figuras.

1. África Ocidental; Expansão Agrícola; Comércio Exterior; Uso do Solo; GLMM; Random Forest.

I. Miziara, Fausto , orient. II. Ferreira, Nilson Clementino , co-orient. III. Título.  
CDU 502/504



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

**ATA DE DEFESA DE TESE**

Ata Nº **DD008/2025** da sessão de Defesa de Tese de **Abdul Ismail Seca**, que confere o título de **Doutor(a)** em **Ciências Ambientais**, na área de concentração em **Estrutura e Dinâmica Ambiental**.

Ao(s) **três dias de setembro de dois mil e vinte e cinco**, a partir da(s) **nove horas**, no(a) sala virtual do **Google Meet** <<https://meet.google.com/cjw-hade-gke>>, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada **"Mudanças Territoriais e Econômicas na África Ocidental: Comércio Exterior, Uso do Solo e Agricultura em Expansão"**. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Orientador(a) Doutor(a) **Fausto Miziara (FCS/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Doutor(a) **Elaine Barbosa da Silva (IESA/UFG)**, membro titular interno, cuja participação ocorreu através de videoconferência; Doutor(a) **Manuel Eduardo Ferreira (IESA/UFG)**, membro titular interno, cuja participação ocorreu através de videoconferência; Doutor(a) **Lindon Fonseca Matias (UNICAMP)**, membro titular externo, cuja participação ocorreu através de videoconferência; e Doutor(a) **Andrei de Lima e Silva (UFRR)**, membro titular externo, cuja participação ocorreu através de videoconferência. Durante a arguição os membros da banca **nã o fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros.

Proclamados os resultados pelo(a) Professor(a) **Fausto Miziara (FCS/UFG)**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos membros da Banca Examinadora, ao(s) **três dias de setembro de dois mil e vinte e cinco**.

**TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA**



Documento assinado eletronicamente por **Andrei de Lima e Silva, Usuário Externo**, em 31/10/2025, às 17:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lindon Fonseca Matias, Usuário Externo**, em 31/10/2025, às 17:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Manuel Eduardo Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 31/10/2025, às 18:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elaine Barbosa Da Silva, Professora do Magistério Superior**, em 04/11/2025, às 16:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fausto Miziara, Professor do Magistério Superior**, em 27/01/2026, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufpr.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufpr.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código verificador **5757805** e o código CRC **B4A1F1D2**.

**Referência:** Processo nº 23070.044601/2025-62

SEI nº 5757805

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Deus e à minha mãe, Ana Cumba Sissé, pelo amor, força e sabedoria que sempre me inspiraram. Agradeço, em especial, ao Governo Brasileiro, ao meu orientador, Prof. Dr. Fausto Miziara, ao meu coorientador, Prof. Dr. Nilson Clementino Ferreira, aos meus professores, pelo valioso aprendizado ao longo da formação acadêmica, e à CAPES, pelo financiamento da bolsa de estudos, que tornou possível a concretização deste trabalho. Estendo também meus agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

Esta pesquisa analisa as mudanças territoriais e econômicas na África Ocidental entre 1990 e 2024, com foco nas interações entre comércio exterior, uso do solo e expansão agrícola. A sub-região, composta por 16 países, apresenta uma forte dependência da agricultura como base econômica e possui elevado potencial produtivo. Contudo, enfrenta desafios relacionados à baixa produtividade, perda florestal e vulnerabilidade econômica, especialmente diante das mudanças climáticas e da crescente pressão sobre os recursos naturais. O estudo adota uma abordagem quantitativa e geoespacial, empregando modelos estatísticos de correlação e regressão simples, Modelos Lineares Mistos Generalizados (GLMM) e o algoritmo Random Forest. Os modelos de correlação e regressão simples foram utilizados para identificar a relação entre as áreas agrícolas e as exportações de mercadorias. O GLMM foi aplicado para determinar os fatores socioeconômicos e ambientais que influenciam a produção agrícola, considerando variáveis como Produto Interno Bruto (PIB), população, importações e área florestal. Já o Random Forest foi empregado para mapear as áreas mais propícias à expansão agrícola, com base em variáveis edáficas, topográficas e de infraestrutura. Os resultados revelam uma correlação positiva e significativa ( $r = 0,83$ ) entre exportações e expansão das terras agrícolas, indicando que o comércio exterior tem atuado como um importante vetor de transformação territorial na sub-região. Entre as variáveis analisadas, o PIB apresentou efeito positivo e estatisticamente significativo sobre a área agrícola, enquanto as importações mostraram efeito negativo, evidenciando uma relação de substituição entre variáveis econômicas e a expansão das terras agrícolas. A modelagem espacial via Random Forest identificou amplas zonas com potencial para expansão agrícola, destacando-se Mali e Mauritânia, ambos localizados na região do Sahel. Essa faixa de transição entre o deserto do Saara e as savanas tropicais enfrenta intensos desafios climáticos e de degradação ambiental, mas também representa uma das principais fronteiras agrícolas emergentes do continente. Em termos percentuais, os países com maior potencial relativo de expansão agrícola são Gana, Guiné e Libéria (252,41%), evidenciando oportunidades significativas de crescimento produtivo em escala nacional. O estudo conclui que o crescimento econômico da África Ocidental está estreitamente vinculado à agricultura e às exportações, porém a dependência de commodities primárias ainda limita o desenvolvimento sustentável e amplia a vulnerabilidade ambiental. Reforça-se, assim, a importância de políticas públicas voltadas à intensificação

sustentável da produção agrícola, à diversificação econômica e à mitigação dos impactos ambientais, como caminhos para promover uma agricultura resiliente e equilibrada entre desenvolvimento e conservação.

**Palavras-chave:** África Ocidental; Expansão Agrícola; Comércio Exterior; Uso do Solo; GLMM; Random Forest.

## ABSTRACT

This research analyzes territorial and economic changes in West Africa between 1990 and 2024, focusing on the interactions between foreign trade, land use, and agricultural expansion. The subregion, composed of 16 countries, shows a strong dependence on agriculture as its economic base and holds significant productive potential. However, it faces challenges related to low productivity, forest loss, and economic vulnerability, particularly in the context of climate change and growing pressure on natural resources. The study adopts a quantitative and geospatial approach, employing statistical models of simple correlation and regression, Generalized Linear Mixed Models (GLMM), and the Random Forest algorithm. Simple correlation and regression models were used to identify the relationship between agricultural areas and merchandise exports. The GLMM was applied to determine the socioeconomic and environmental factors influencing agricultural production, considering variables such as Gross Domestic Product (GDP), population, imports, and forest area. The Random Forest model was employed to map areas most suitable for agricultural expansion, based on edaphic, topographic, and infrastructure variables. The results reveal a positive and significant correlation ( $r = 0.83$ ) between exports and the expansion of agricultural land, indicating that foreign trade has acted as an important driver of territorial transformation in the subregion. Among the analyzed variables, GDP showed a positive and statistically significant effect on agricultural area, while imports had a negative effect, suggesting a substitution relationship between economic variables and agricultural land expansion. Spatial modeling using Random Forest identified broad zones with high potential for agricultural expansion, particularly in Mali and Mauritania, both located in the Sahel region. This transitional zone between the Sahara Desert and tropical savannas faces severe climatic and environmental degradation challenges but also represents one of the continent's key emerging agricultural frontiers. In relative terms, the countries with the highest agricultural expansion potential are Ghana, Guinea, and Liberia (252.41%), revealing significant opportunities for national-scale productive growth. The study concludes that West Africa's economic growth is closely linked to agriculture and exports, but the dependence on primary commodities still constrains sustainable development and heightens environmental vulnerability. Therefore, the research highlights the importance of public policies aimed at sustainable agricultural intensification, economic

diversification, and environmental impact mitigation as essential pathways to fostering a resilient agricultural system that balances development with conservation.

**Keywords:** West Africa; Agricultural Expansion; Foreign Trade; Land Use; GLMM; Random Forest.

## LISTA DE FIGURA

FIGURA 1 - DIVISÃO DO CONTINENTE AFRICANO	11
FIGURA 2- PAÍSES DA ÁFRICA OCIDENTAL	11
FIGURA 3 - TERRAS AGRÍCOLAS E ÁREA FLORESTAL NA ÁFRICA OCIDENTAL	17
FIGURA 4 - ÁREA DO ESTUDO	23
FIGURA 5 - USO E COBERTURA DA TERRA	32
FIGURA 6 - TEOR DE AREIA	33
FIGURA 7 - TEOR DE ARGILA	33
FIGURA 8 - TEOR DE SILTE	34
FIGURA 9 – DENSIDADE DE CARBONO ORGÂNICO	36
FIGURA 10 - DECLIVIDADE	37
FIGURA 11- DISTÂNCIA DE RODOVIAS	38
FIGURA 12 - DISTÂNCIA DE ÁREAS URBANAS	39
FIGURA 13 - ÁFRICA OCIDENTAL: RELAÇÃO ENTRE TERRAS AGRÍCOLAS E EXPORTAÇÃO (1990 A 2021).	43
FIGURA 14 - EXPORTAÇÃO DE MERCADORIA DOS PAÍSES DA ÁFRICA OCIDENTAL.	45
FIGURA 15 - ÁFRICA OCIDENTAL: VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NA TAG (1990 A 2021).	48
FIGURA 16 - PIB DOS PAÍSES DA ÁFRICA OCIDENTAL	49
FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO ATUAL E POTENCIAL DE EXPANSÃO DAS ÁREAS AGRÍCOLAS NOS PAÍSES DA ÁFRICA OCIDENTAL	52
FIGURA 18 - POTENCIAL DE EXPANSÃO AGRÍCOLA	53

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1 Uma breve História da África Ocidental .....	9
2.2 Localização Geográfica .....	11
2.3 Clima e Tipos de Solo.....	12
2.4 Desmatamento .....	15
2.5 Produção agrícola .....	16
2.6 Economia da África Ocidental.....	19
2.7 Estudos sobre Exportação na África Ocidental .....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1 Área do Estudo.....	23
3.2 Classificação da Pesquisa .....	24
3.2.1 Natureza .....	24
3.2.2 Objetivos .....	24
3.2.3 Procedimentos .....	25
3.3 Procedimento Metodológicos .....	25
3.3.1 Modelo Estatístico de Correlação e Regressão Simples .....	26
3.3.2 Identificação das variáveis que influenciam a dinâmica de produção agrícola na África Ocidental .....	27
3.3.3 Identificação da distribuição espacial das áreas propícias à agricultura .....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	42
4.1 Transformações econômicas na África Ocidental e sua relação com a dinâmica da produção agrícola.....	42
4.2 GLMM .....	47
4.3 Random Forest.....	51
4.4 Uso de Tecnologia na Agricultura .....	56
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste em um estudo sobre as mudanças territoriais e econômicas na África Ocidental, com foco em comércio exterior, uso do solo e expansão agrícola, considerando o período de 1990 a 2024. O tamanho da amostra das variáveis varia de acordo com a disponibilidade de dados secundários obtidos em sites e documentos oficiais.

A escolha do tema justifica-se pela relevância do comércio exterior, do uso do solo e da expansão agrícola para os países da África Ocidental. Observa-se que, nas últimas décadas, essas três dimensões têm apresentado crescimento contínuo. Nesse contexto, este estudo busca identificar as variáveis que influenciam o comércio exterior, bem como delimitar as áreas mais propícias à expansão agrícola na região.

O setor agrícola da África Ocidental representa, simultaneamente, um desafio e uma oportunidade para o desenvolvimento sub-regional. A região é composta por dezesseis (16) países com grande heterogeneidade, forte presença da agricultura em suas economias e elevado potencial de crescimento agrícola (Mancal, 2018). Nos últimos anos, muitos desses países vêm apresentando expansão significativa nesse setor.

Além disso, a África Ocidental abriga uma ampla variedade de ecossistemas e sistemas de produção de alimentos. A agricultura constitui o principal motor da economia regional, da qual depende a maioria da população, tanto para subsistência quanto para a geração de excedentes destinados à exportação (USGS, 2023), contribuindo de forma expressiva para o crescimento econômico da sub-região.

Esse dinamismo agrícola está diretamente relacionado ao comércio exterior. Em 2024, o valor total das exportações de mercadorias dos países da África Ocidental alcançou aproximadamente US\$ 135,75 bilhões. De modo geral, as exportações proporcionam benefícios como ingresso de divisas, geração e manutenção de empregos e renda, aumento da qualificação da mão de obra e estímulo ao crescimento econômico (World Bank, 2025).

Entretanto, o avanço da atividade agrícola também tem provocado transformações significativas na paisagem regional. Em 1975, as terras agrícolas estavam amplamente dispersas entre as paisagens naturais, cobrindo 10,7% da área mapeada. Destacavam-se duas regiões agrícolas: a Bacia do Amendoim, no Senegal, e o Cinturão de Grãos, no norte da Nigéria, cujas paisagens eram quase totalmente dedicadas a áreas cultiváveis.

Nas décadas seguintes, as terras agrícolas expandiram-se rapidamente e passaram a ocupar praticamente toda a região. Em 2013, a área cultivada havia dobrado, alcançando 22,4% da superfície terrestre. Em todos os países, a agricultura exerce forte pressão sobre o solo, substituindo e fragmentando savanas, bosques, áreas úmidas e florestas, processo impulsionado pelo elevado crescimento demográfico (USGS, 2023).

O aumento populacional mundial das últimas décadas gerou maior demanda por alimentos, tornando a expansão agrícola a principal causa do desmatamento na África Ocidental. A agricultura de subsistência ainda desempenha papel central, embora a agricultura comercial venha se expandindo, muitas vezes acompanhada pela extração madeireira em pequena escala para geração de energia. Essas atividades estão diretamente associadas ao desmatamento (WWF, 2020).

Como consequência, as florestas dos países da porção sul da região tornaram-se cada vez mais fragmentadas e degradadas fora das áreas protegidas. Entre 1975 e 2013, a cobertura florestal foi reduzida em 37%. Atualmente, a Libéria possui a maior extensão de floresta da região, cobrindo cerca de 37% do território. Em contraste, a Costa do Marfim perdeu 60% (22.000 km<sup>2</sup>) de sua floresta em 38 anos; Gana perdeu 24% (4.000 km<sup>2</sup>) e a Nigéria, 45% (9.570 km<sup>2</sup>). Já na Guiné, Serra Leoa e Togo, restam apenas fragmentos das outrora extensas florestas (USGS, 2023).

Diante desse cenário, compreende-se que o crescimento das exportações na África Ocidental pode exercer impacto cada vez mais significativo sobre o meio ambiente. Ao mesmo tempo, a dependência econômica das exportações aumenta a vulnerabilidade dos países da região. Assim, a problemática deste estudo se estrutura a partir das seguintes questões:

- i) Quais fatores têm impulsionado as mudanças territoriais e econômicas na África Ocidental, com ênfase na expansão agrícola?
- ii) De que maneira as condições solo, relevo e infraestrutura podem influenciar a expansão agrícola nos diferentes países da África Ocidental?

Para se responder a essas questões foram definidos os seguintes objetivos:

**Objetivo Geral:**

Analisar as transformações econômicas na África Ocidental e sua relação com a dinâmica da expansão agrícola, considerando as interações entre comércio exterior, uso do solo e expansão das atividades agrícolas na região.

**Objetivos Específicos:**

1) Identificar as variáveis que influenciam a dinâmica de produção agrícola na África Ocidental;

2) Mapear a distribuição espacial das áreas propícias à agricultura da sub-região.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Uma breve História da África Ocidental**

A África Ocidental é composta por um conjunto de Estados que se construíram a partir de diferentes experiências históricas e administrações coloniais. Esses processos coloniais desempenharam um papel fundamental na definição das fronteiras territoriais atuais da sub-região.

Embora os países da sub-região utilizem atualmente três línguas oficiais (inglês, francês e português), existem mais de mil línguas locais, incluindo idiomas transfronteiriços como ewe, fulfulde, hausa, mandingo, wolof, iorubá e ga (CEDEAO, 2020).

O conhecimento sobre a história antiga dos países da África Ocidental é limitado pela escassez de documentos e registros escritos. Contudo, sabe-se que a região foi palco de três grandes impérios: Gana, Mali e Songhay. A maior parte das narrativas sobre esses impérios era transmitida oralmente ou por meio dos cantos dos griôs (Cali, 2012).

No século IV d.C., surgiu o Império de Gana, localizado entre o deserto do Saara, o rio Senegal e o alto rio Níger, que exerceu domínio sobre a África Ocidental por vários séculos. No século XI, os almorávidas conquistaram Kumbi-Salen, então capital de Gana, e, no início do século XII, o rei do Mali converteu-se ao islamismo, marco importante na consolidação da religião islâmica na sub-região. No século XV, o Império do Mali entrou em declínio, abrindo espaço para a ascensão do Império de Songhai, que passou a dominar grande parte da sub-região (Cali, 2012). Além da influência dos grandes impérios regionais, a África Ocidental também foi marcada pela dominação colonial europeia, especialmente por França, Portugal e Inglaterra.

Essa presença europeia foi consolidada após a Conferência de Berlim, em 1885, que formalizou a partilha do continente africano entre as potências europeias e estabeleceu a transferência de estruturas político-administrativas para o continente, legitimando a ocupação territorial segundo os padrões da época (Seide, 2020).

O avanço dessa dominação foi notavelmente rápido, pois até 1880 apenas algumas áreas bastante restritas da África estavam sob a dominação direta de potências coloniais. Essa presença limitava-se, em geral, a zonas costeiras e ilhas do Senegal, à cidade de

Freetown e seus arredores (atualmente em Serra Leoa), às regiões meridionais da Costa do Ouro (atual Gana), ao litoral de Abidjan, na Costa do Marfim, à cidade de Porto-Novo, no Daomé (atual Benin), e à ilha de Lagos, no atual território da Nigéria (Boahen, 2010).

O projeto colonial europeu não apenas impôs uma nova ordem político-administrativa nas colônias africanas, mas também introduziu novas dinâmicas sociais. Um exemplo disso foi a criação de um grupo social até então inexistente: os assimilados indivíduos nativos que adotaram a cultura, a língua e os valores das metrópoles coloniais, especialmente da França e de Portugal. Além disso, a divisão territorial imposta pela Conferência de Berlim não respeitou as fronteiras étnicas preexistentes, separando grupos pertencentes à mesma origem e, ao mesmo tempo, unificando etnias distintas sob um mesmo domínio colonial.

Essa realidade contribuiu para a formação de sociedades multiétnicas em várias regiões da África Ocidental. Paradoxalmente, esse arranjo artificial remete, em certa medida, a uma característica do antigo Império do Mali: a convergência étnica. Assim como naquele império, os territórios coloniais passaram a reunir diversos grupos culturais e linguísticos, ainda que, no caso colonial, sob a expectativa de assimilação à cultura europeia (Seide, 2020).

No âmbito econômico, as economias coloniais em análise caracterizavam-se por dois grandes setores: um que garantia essencialmente as necessidades alimentares dos agricultores e do mercado interno, e outro de bens primários voltados à exportação.

O setor de exportação consistia, majoritariamente, na produção primária (produtos agrícolas e produtos minerais). Com exceção de alguns casos excepcionais, em que colonos europeus possuíam importantes extensões de terra, o setor agrícola de exportação, nas antigas possessões britânicas da África tropical, estava quase inteiramente em mãos de milhões de pequenos produtores locais, geralmente não especializados (Boahen, 2010).

A virada do século XIX para século XX foi marcada por um importante movimento político, econômico e cultural conhecido como pan-africanismo. Originado na diáspora africana, suas primeiras manifestações ocorreram nas igrejas afro-americanas nos Estados Unidos. O movimento ganhou força por meio de congressos que reuniram intelectuais, líderes religiosos e políticos em torno de diferentes pautas.

O Congresso Pan-Africano de 1945, realizado em Manchester, destacou-se como um marco fundamental, pois contou com a participação de africanos que, após retornarem ao continente, lideraram os processos de luta pela independência.

O ano de 1960 ficou conhecido como o “Ano da África”, já que, nesse período, a maioria dos países africanos alcançaram a independência, sobretudo os da África Ocidental, com exceção de Guiné-Bissau e Cabo Verde, então colônias portuguesas, que conquistaram sua soberania apenas na década de 1970 (Boahen, 2010).

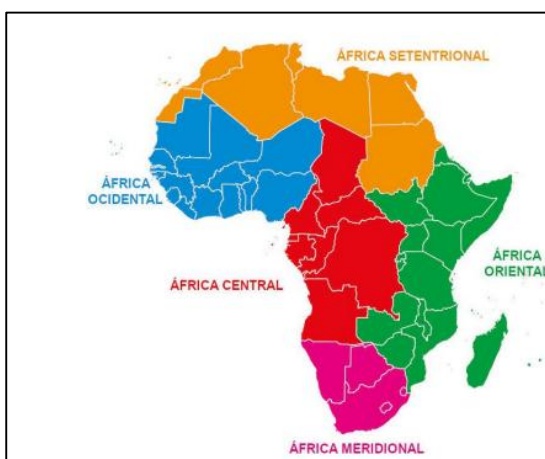
## 2.2 Localização Geográfica

O continente Africano está dividido em 5 sub-região: África Setentrional, África Central, África Oriental, África Meridional e África Ocidental (**Figura 1**) (Union Africana, 2025). Sendo esta última o objeto da presente pesquisa

Geograficamente, a África Ocidental é delimitada pelo Oceano Atlântico a oeste e ao sul, pelo Deserto do Saara ao norte e pela África Central, a leste. A região apresenta paisagens diversas, incluindo o Sudão ocidental semiárido, o Sahel e as exuberantes florestas equatoriais da Costa da Guiné ao longo da costa atlântica (**Figura 2**) (Fage, 2025).

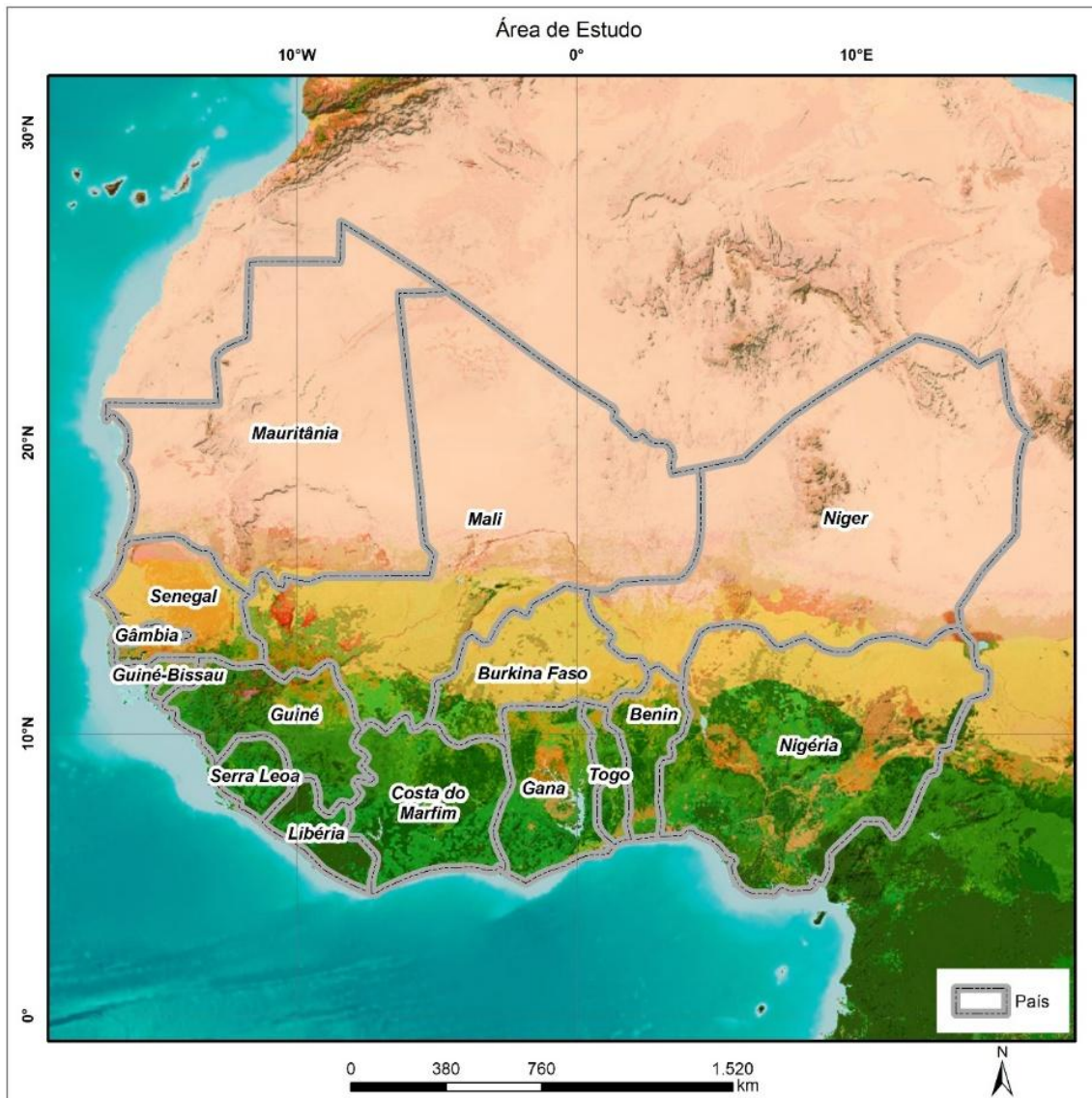
A sub-região abrange os seguintes países: Benim, Burkina Faso, Cabo Verde, Costa do Marfim, Gâmbia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Libéria, Mali, Mauritânia, Níger, Nigéria, Senegal, Serra Leoa e Togo. Juntos, esses países possuem uma população estimada de aproximadamente 456 milhões de habitantes e ocupam uma área total de cerca de 6 milhões de km<sup>2</sup> (World Bank, 2025).

Figura 1 - Divisão do Continente Africano



Fonte: Nedel, 2020.

Figura 2- Países da África Ocidental



Fonte: Elaboração dos autores (2025). Fonte: SOILGRIDS.

Na África Ocidental, o clima apresenta significativa variabilidade, abrangendo desde regiões tropicais úmidas até áreas semiáridas. Essa variação determina diretamente a quantidade e distribuição de chuvas, a duração da estação agrícola e os tipos de culturas que podem ser desenvolvidas em cada localidade. Além disso, a sub-região apresenta uma grande diversidade de solos, cada qual com suas potencialidades e limitações.

### 2.3 Clima e Tipos de Solo

A África Ocidental apresenta, predominantemente, um clima tropical com alternância entre duas estações bem definidas: a chuvosa e a seca. A região inclui o Sahel, uma zona semiárida que funciona como transição entre o Deserto do Saara, ao norte, e as savanas mais úmidas, ao sul.

O Sahel registra baixos índices de pluviosidade, concentrados principalmente entre junho e agosto. A paisagem da África Ocidental é marcada por grande diversidade, abrangendo desde as florestas equatoriais da Costa da Guiné até as savanas e a vegetação arbustiva do Sahel.

A distribuição da vegetação é fortemente influenciada pela precipitação, cobrindo áreas extensas com florestas, bosques e pastagens (Fage, 2025). Essas condições refletem-se diretamente nas principais características dos solos da sub-região.

Os solos são corpos naturais que integram diferentes paisagens e apresentam variações condicionadas por fatores como clima, relevo, vegetação e geologia (Lepsch, 2011). Na África Ocidental, os solos se distribuem em distintas zonas ecológicas, associadas às variações de clima e vegetação.

A primeira zona é a florestal úmida, que se estende de Oeste ao Leste da África Ocidental, abrangendo partes da Guiné, Guiné-Bissau, Libéria, Serra Leoa, Costa do Marfim, Gana e Nigéria. Essa região apresenta precipitação anual superior a 1500 mm, temperaturas médias entre 24 e 28 °C. Os solos predominantes são Ferralsolos, Nitosolos, Acrisols e Arenossolos geralmente profundos, altamente intemperizados, ácidos, mas ricos em matéria orgânica, o que favorece o cultivo de cacau, café, dendê, borracha, coco, citros, mandioca, milho, banana-da-terra e inhame.

A segunda é a zona de savana arborizada úmida a subúmida, localizada entre as latitudes 5° e 15° N e compreende áreas da Gâmbia, Mali, Burkina Faso, Senegal, Benim, Costa do Marfim, Gana, Guiné, Nigéria e Togo. Apresenta precipitação anual entre 650 mm e 1.400 mm e vegetação predominantemente campestre. Os solos predominantes dessa região são Luvisolos, Acrisols e Nitosolos, geralmente bem drenados, mas de baixa fertilidade, sendo utilizados para o cultivo de sorgo, milho, inhame, milheto e leguminosas como amendoim, feijão e feijão-caupi.

A terceira zona é a savana semiúmida a semiárida, situada entre as latitudes 15° e 20° N e entre 15° e 25° S. Essa faixa abrange o sul da Mauritânia, o norte de Burkina Faso e do Senegal, além do centro do Mali e o norte da Nigéria. A precipitação anual varia entre 200 mm e 800 mm, sendo distribuída de forma irregular ao longo do ano.

Os solos predominantes nessa região são Xerossolos, Luvisolos e Arenossolos, geralmente encontrados em áreas planas, cobertas por gramíneas baixas, que gradualmente evoluem para condições desérticas.

Por fim, a zona semiárida a árida encontra-se ao norte da latitude 20°N e ao sul de 20°S, correspondendo principalmente ao deserto do Saara e abrangendo áreas do norte da Mauritânia, Níger e Mali. A precipitação anual é inferior a 200 mm. Os solos arenosos, rochosos e salinos, como Yermossolos, Regossolos e Solonchakos, apresentam baixíssima fertilidade e alta suscetibilidade à erosão eólica. Nessas áreas, o uso da terra é extremamente limitado, predominando o pastoreio nômade (FAO, 2025). Assim, compreender a textura do solo é essencial para a análise da produção agrícola na África Ocidental.

A agricultura, definida como a aplicação de técnicas no solo para o cultivo de vegetais destinados à alimentação, produção de matérias-primas e ornamentação, apresenta duas modalidades principais: agricultura de subsistência, voltada ao consumo próprio, e agricultura comercial, destinada ao mercado. Independentemente da forma, ambas dependem dos fatores de produção: terra (recurso natural), trabalho (recurso humano) e capital (bens de produção). Do ponto de vista agronômico, também devem ser considerados elementos como o clima, tipos de cultura implantada, tratamentos culturais, colheita, comercialização e solo (Silva et al., 2018).

A textura do solo corresponde à proporção relativa de partículas menores que 2 mm. A seguir será apresentada a classificação da textura do solo:

- Textura muito argilosa: maior que 60% de argila
- Textura argilosa: 35 a 60% de argila
- Textura média: menor que 35% de argila e maior 15% de areia
- Textura siltosa: maior que 50% de silte, menor que 15% de areia e menor que 15% de argila.
- Textura arenosa: menor que 15% de argila (Silva et al., 2018).

**Solo Arenoso:** o solo arenoso permite que a água percorra rapidamente por camadas mais profundas, o que pode deixar as camadas superficiais secas, dificultando o crescimento das plantas. Caracteristicamente, o solo arenoso não é pegajoso, áspero ao toque e não plástico.

**Solo Argiloso:** este solo retém mais água e é menos permeável devido à sua alta capacidade de armazenamento. Contém grandes quantidades de óxidos de alumínio e ferro. O solo argiloso é pegajoso.

**Solo Siltoso:** Com partículas pequenas e leves, o solo siltoso é altamente suscetível à erosão, tornando-o menos adequado para a agricultura. Caracteriza-se por não ser pegajoso.

**Solo de Textura Média:** Os solos com textura média ocupam uma posição intermediária entre os solos arenosos e os argilosos. Apresentam textura pouco pegajosa, levemente áspera, com plasticidade e maleabilidade moderadas, facilitando o preparo e o manejo do solo (Embrapa, 2025). Outro aspecto essencial para a produção agrícola é o carbono orgânico do solo.

A entrada de carbono orgânico no solo ocorre pela senescência natural do material orgânico proveniente das plantas. Após a incorporação, ele pode ser redistribuído no perfil do solo por meio da lixiviação e da infiltração da água, influenciando diretamente sua fertilidade e estrutura (Pulrolnik, 2009).

Quando o solo tem pouca carga elétrica (arenoso ou pouca argila e pouca matéria orgânica) ou é cultivado várias vezes sem reposição dos nutrientes com adubo orgânico ou mineral, ele pode perder os nutrientes ou as plantas podem absorver a maioria dos nutrientes no solo (Silva et al., 2018). A África Ocidental que é o objeto do estudo tem características do solo diverso e com baixa produtividade.

Uma das causas apontadas para o problema da fome e má nutrição na África é a baixa produtividade agrícola, a qual é motivada pela debilidade dos solos e a fraca utilização de tecnologias modernas (Mancal, 2018).

Na sub-região, as grandes áreas são caracterizadas por solos com camadas superficiais endurecidas por compostos de ferro e argila, frequentemente levando a uma inversão da paisagem (os Plintossolos são representados pela cor marrom-escura) (Jones, 2018).

## **2.4 Desmatamento**

Uma das consequências mais notáveis do desenvolvimento das atividades humanas é a mudança no uso e ocupação do solo. O crescimento urbano e o estabelecimento de áreas de cultivo em áreas naturais são exemplos das principais mudanças no uso e ocupação do solo observado nas últimas décadas (Xiong et al., 2014).

Com o aumento da população mundial, aliado ao avanço tecnológico, a humanidade emergiu como o principal, mais poderoso e universal instrumento de mudança ambiental na biosfera (Traore, 2018).

Os impactos causados pelas alterações no uso do solo caracterizam-se como uma das principais preocupações para o planejamento ambiental, uma vez que podem afetar significativamente o meio natural, não somente em escala local, mas como também nas escalas regional e global. Assim, estudar as tendências futuras da dinâmica temporal do uso do solo é de suma importância para o planejamento geoambiental. (Xavier, 2018).

A população do planeta está crescendo constantemente e a África, onde se espera que a população dobre de 2016 até o ano de 2035, o continente africano tem a maior taxa de crescimento (Bello; Schünemann, 2017).

O alto crescimento populacional na África Ocidental resulta em aumento da demanda por alimentos para atender às necessidades. A agricultura tem sido o principal motor da economia em uma região onde as oportunidades são limitadas. Portanto, uma maior demanda por alimentos levou a uma expansão da área de cultivo.

A expansão da fronteira agrícola pode resultar do crescimento populacional e/ou do aumento do capital investido na produção agrícola. Há consenso de que os avanços tecnológicos não foram a principal causa das melhorias observadas no setor (Mancal, 2018).

De acordo com Hollinger e Staatz (2015), o crescimento agrícola na África Ocidental, no período de 1980 a 2009, foi predominantemente impulsionado pela expansão da área cultivada. Eles mostraram que durante este período a área plantada com culturas de cereais aumentou 3,9%, enquanto o rendimento aumentou apenas 1,2%. Com uma expansão tão drástica da terra agrícola, a técnica de pousio foi praticamente negligenciada, tornando a terra cultivável quase sinônimo de área cultivada.

As discussões sobre as ameaças causadas pelo desmatamento e seus impactos ambientais têm sido cada vez mais presentes no cotidiano social, em decorrência das mudanças climáticas, poluição atmosférica, escassez de água para o consumo humano e para a produção alimentar.

A agricultura é a espinha dorsal do crescimento econômico de base ampla, da redução da pobreza e segurança alimentar na África Ocidental, com impacto tanto a nível econômico como social. A sub-região tem passado por transformações estruturais (por exemplo, crescimento demográfico, mudanças econômicas e políticas), diante da demanda global por commodities, alguns países do continente vêm aumentando as suas produções em função da demanda internacional (Monteiro et al., 2017).

## **2.5 Produção agrícola**

A África Ocidental é composta por uma ampla variedade de ecossistemas e um número igualmente elevado de sistemas de produção de alimentos. A agricultura é o motor básico da economia da África Ocidental, da qual depende a maior parte da população para sua subsistência (Issifou Alfari, 2016).

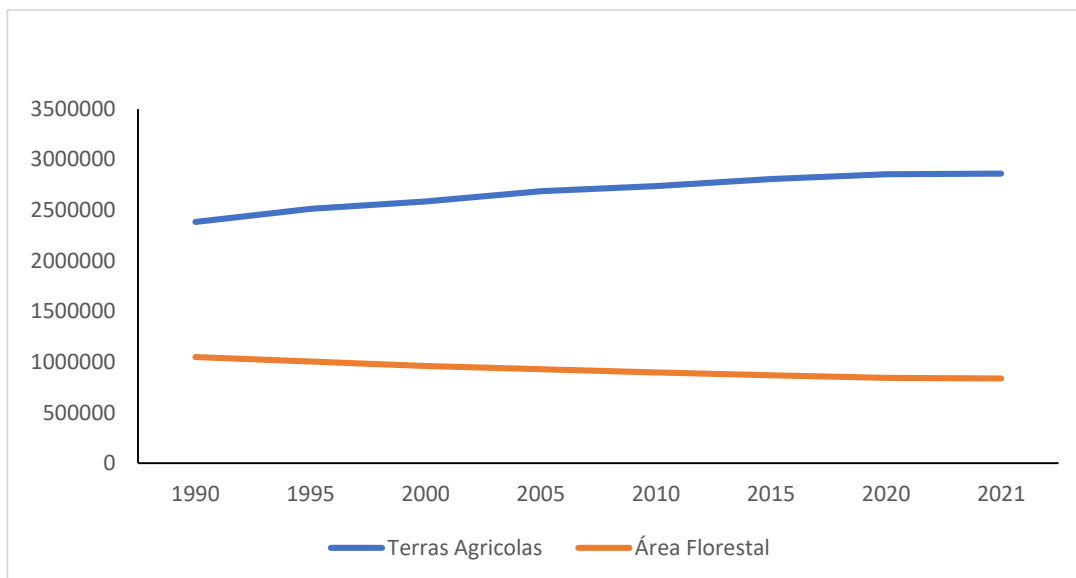
Na década de 1975, as Terras agrícolas na África Ocidental, foram vistas amplamente dispersas entre as paisagens naturais, cobrindo 10,7% da área. Duas regiões agrícolas se destacaram: a Bacia do Amendoim, no Senegal, e o Cinturão de Grãos, no norte da Nigéria, cujas paisagens eram quase totalmente dedicadas a terras cultiváveis.

As terras agrícolas expandiram-se rapidamente, inicialmente ao longo das principais rotas de transporte do país, agora permeando toda a região. As taxas médias anuais mais rápidas de expansão de terras agrícolas ao longo do período de 38 anos (1975-2013) foram encontradas no Togo, Benin Mauritânia e Burkina Faso. Nesse período, a área coberta por plantações dobrou na África Ocidental, atingindo um total de 1.1 milhões km<sup>2</sup>, o que corresponde a 22,4% da superfície terrestre (USGS, 2023).

Nesta região, a produção agrícola não prosperou como o verificado nas outras partes do mundo. Embora seja o principal setor econômico da maioria dos países africanos, o setor agrícola não sofreu transformações estruturais significativas, como mudanças tecnológicas na produção primária, o que limita sua capacidade de atender às crescentes demandas globais (Mancal, 2018).

Segundo dados do World Bank (2025), as terras agrícolas crescerem cerca de 20%, em toda sub-região da África Ocidental já a área florestal diminuiu (-20), como se vê na **figura 3**:

Figura 3 - Terras Agrícolas e Área Florestal na África Ocidental



Fonte: Elaboração dos autores, 2025. Fonte de dados: World Bank.

Em todos os países da sub-região, a expansão agrícola exerce crescente pressão sobre as paisagens naturais, resultando na substituição e fragmentação de savanas, bosques e florestas. Apenas algumas áreas protegidas, dispersas pelo território, permanecem relativamente preservadas e se destacam em meio ao avanço das atividades agrícolas. Essas áreas protegidas são particularmente visíveis em Burkina Faso, Gana, Togo, Benin e Nigéria. A Libéria ainda mantém grandes extensões de natureza intocada; entretanto, sinais de transformação também já podem ser observados nesse país (USGS, 2023).

Do total da área da África Ocidental, 44% a 61% são agricultáveis; deste total agricultável 77% a 83% foram incorporadas na produção agrícola entre 1970 e 2013. No mesmo período, 21% a 31% do Produto Interno Bruto (PIB) da região provieram do setor agrícola, de acordo com dados da FAO (FAO, 2015). A população, na sua maioria, tem na produção agrícola a principal fonte de ocupação e de geração de renda, com predominante uso de tecnologias defasadas e constitui os principais lócus regional de pobreza (Mancal, 2018).

Em toda a África Ocidental observa-se um constante conflito entre a necessidade de proteger as paisagens naturais essenciais à subsistência e a pressão por aumentar rapidamente a produção agrícola para atender à crescente demanda por alimentos e fibras. Em muitas regiões, o modelo de “extensificação” agrícola encontra-se próximo do esgotamento, à medida que as áreas aráveis disponíveis para expansão tornam-se escassas. Com o fechamento das fronteiras agrícolas, a intensificação, isto é, produzir

mais alimentos na mesma área, torna-se uma meta estratégica tanto do ponto de vista produtivo quanto ambiental. Esse processo pode ser conduzido de modo a atender simultaneamente às necessidades de abastecimento e à conservação ambiental, dentro e fora das unidades produtivas (USGS, 2023).

Dada a necessidade urgente de aumentar a renda agrícola e as receitas cambiais, uma expansão substancial da produção agrícola para exportação é frequentemente uma política racional em países em desenvolvimento, incluindo os países da sub-região (Mamba, 2022).

Historicamente, o aumento da produção agrícola na região tem ocorrido, predominantemente, por meio da expansão da área cultivada, muitas vezes à custa da degradação de florestas e ecossistemas naturais (Franks, 2017).

As transações comerciais resultantes de atividades produtivas da África Ocidental, tanto internas quanto externas, são concentradas no setor agrícola. A aceleração da integração e a elevação da capacidade comercial dos países é uma das principais políticas da sub-região. O setor agrícola é reconhecido como potencial impulsionador da economia (Mancal, 2018).

A questão de considerar a agricultura como a melhor forma de reduzir a pobreza nas zonas rurais tem sido estudada por vários autores em várias partes do mundo (Siteo, 2010). Uma contribuição importante desses estudos foi feita por Ashley e Maxwell (2001), os quais identificam evidências empíricas que associam o crescimento do setor agrícola à diminuição da pobreza, mediada pelo crescimento econômico.

## **2.6 Economia da África Ocidental**

Os países do continente africano apresentam um perfil exportador fortemente baseado em recursos naturais, com a pauta de exportações predominantemente composta por produtos primários, como petróleo, ouro, diamantes, minérios e alguns produtos agrícolas. Diante desse cenário, torna-se essencial avaliar se as exportações africanas de fato desempenham um papel indutor do crescimento econômico. Essa abordagem, centrada na demanda, argumenta que os produtos primários tendem a ter menor impacto sobre o crescimento econômico quando comparados aos bens manufaturados (Veríssimo; Correia, 2017).

A África Ocidental é rica em recursos naturais, incluindo depósitos significativos de minerais e recursos energéticos. Os principais recursos incluem: **Petróleo e Gás Natural**. A Nigéria é um importante produtor de petróleo, com reservas substanciais no

Delta do Níger. Gana, Guiné Equatorial e Gabão também possuem reservas significativas de petróleo. **Ouro:** Gana é um dos maiores produtores de ouro da África, com outros depósitos significativos no Mali e em Burkina Faso.

**Bauxita:** A Guiné possui uma das maiores reservas mundiais de bauxita, o principal minério para a produção de alumínio. **Minério de ferro:** depósitos notáveis são encontrados na Libéria e na Nigéria. **Diamantes:** Serra Leoa e Libéria têm depósitos significativos de diamantes. **Manganês:** Gana é um importante produtor de manganês, com depósitos adicionais em Burkina Faso e Costa do Marfim. Esses recursos desempenham um papel crucial nas economias dos países da África Ocidental, contribuindo tanto para os mercados domésticos quanto para os internacionais (Fage, 2025). De forma geral, a agricultura continua sendo o principal motor da economia da sub-região, da qual uma parte da população depende para sua subsistência.

A diversidade de ecossistemas e de sistemas produtivos presentes na região torna ainda mais complexa a gestão territorial e ambiental do setor agrícola.

O **Quadro 1** destaca a importância da agricultura nos países da África Ocidental, evidenciando que cada país apresenta especialização em determinados produtos agrícolas, em função de suas dinâmicas sociais, econômicas e ambientais específicas.

**Quadro 1 - Produções Agrícolas dos Países da África Ocidental.**

Crops	Bénin	Burkina Faso	Cabo Verde	Côte d'Ivoire	Gambia	Ghana	Guinea	Guinea-Bissau	Liberia	Mali	Mauritania	Niger	Nigeria	Senegal	Sierra Leone	Tchad	Togo
Millet	1%	19%		1%	30%	3%	8%	3%		30%	3%	43%	6%	34%	2%	24%	3%
Sorghum	3%	27%		1%	8%	4%	1%	4%		22%	42%	19%	11%	6%	2%	26%	13%
Maize	31%	14%	46%	4%	8%	15%	14%	3%		11%	5%		12%	8%	2%	1%	32%
Cassava	8%		1%	5%	1%	13%	4%	1%	11%				12%	1%	22%	1%	19%
Cow peas		18%						1%		4%	10%	30%	7%	5%			
Rice	2%	2%		5%	16%	3%	27%	22%	42%	11%	9%		6%	5%	41%	4%	4%
Yams	7%			11%		8%							9%			1%	4%
Groundnuts	5%	6%		1%	29%	5%	6%	6%	1%	6%		8%	6%	37%	8%	12%	3%
Cocoa				32%		24%			10%				3%		3%		6%
Oil, palm fruit	1%			4%	1%	8%	5%	2%	3%				7%		2%		1%
Seed cotton	9%	8%					1%	1%		7%			1%	1%		5%	5%
Cashew nuts	15%	1%		12%		1%		44%					1%	1%			
Sugar cane			2%						4%								
Pulses	1%		40%		3%	4%	2%	1%	1%		15%				7%	1%	1%
Tomatoes	1%		2%			1%											
Natural rubber				2%					13%				1%				
Beans, dry	4%			1%		3%					3%					3%	13%
Sesame seed		2%			2%					1%		1%	1%			3%	
Plantains				8%		5%	3%	2%	4%				1%				1%
Coconuts	4%		3%					2%									
Fonio							9%			1%							
Peas											8%						

Crop rank by country: 1 (dark green), 2 (medium green), 3 (light green), 4 (yellow), 5 (orange)

Fonte: Fonte de dados: USGS (2023). Elaboração dos autores.

De maneira geral, a crescente demanda mundial por bens e serviços agrícolas tem estimulado os países da África Ocidental a ampliar suas áreas produtivas. Esse movimento

tem transformado as economias locais, promovendo a transição de comunidades tradicionais de subsistência para sistemas agrícolas voltados ao mercado, o que tem contribuído para a formação de novas expansões agrícolas na região.

Em 2024, o valor total das exportações de mercadorias dos países da África Ocidental atingiu aproximadamente 135,75 bilhões de dólares americanos (USD). De maneira geral, as exportações proporcionam diversos benefícios aos países, incluindo ingresso de divisas, geração e manutenção de empregos e renda, aumento da qualificação da mão de obra e estímulo ao crescimento econômico (World Bank, 2025). São países que importam deferentes produtos, inclusive agrícolas.

Entretanto crescente dependência da África Ocidental de importações agrícolas tem sido um dos vetores centrais das transformações econômicas e da insegurança alimentar na região. Nas últimas décadas observou-se um aumento acentuado no valor das importações agrícolas africanas, tendência que se intensificou desde 2017 e se traduziu em um crescimento substancial até 2022, fenômeno documentado em análises continentais de comércio agrícola que destacam a trajetória de rápida expansão das importações diante de uma produção local estagnada em vários países (Odjo et al., 2023).

Em suma, a literatura recente sugere que importações podem contribuir para redução do desmatamento doméstico em contextos específicos, especialmente quando substituem diretamente a produção extensiva; contudo, o risco de deslocamento de pressão e outros efeitos indiretos é elevado.

Para a África Ocidental, recomenda-se investigação empírica que combine dados de comércio, séries temporais de cobertura florestal (e.g. Hansen / GFW) e indicadores locais de produção e políticas, a fim de distinguir efeitos de substituição, deslocamento e redistribuição de uso da terra informação essencial para formular políticas comerciais e ambientais que gerem ganho líquido de conservação (Odjo, 2024).

## **2.7 Estudos sobre Exportação na África Ocidental**

A hipótese de que as exportações agrícolas podem impulsionar tanto o crescimento agrícola, medido pelo aumento do valor bruto da produção, quanto o crescimento econômico tem sido amplamente debatida na literatura, incluindo estudos de Seok e Moon (2021), Ahmed e Sallam (2016) e Ramphul (2013) (Mamba et al., 2022). Isso se deve ao papel significativo do setor agrícola no processo de transformação estrutural e no crescimento econômico das economias em desenvolvimento.

Seok e Moon (2021), em seu estudo “Exportações agrícolas e crescimento econômico agrícola nos países desenvolvidos: Evidências dos países da OCDE, de 1997 a 2016”, analisaram especificamente o efeito das exportações agrícolas sobre o crescimento do setor agrícola.

O Ahmed e Sallam (2016) examinaram a relação de longo e curto prazo entre as exportações agrícolas e a participação da agricultura no PIB. As conexões entre as séries analisadas foram avaliadas por meio de análise de cointegração, utilizando a técnica de Johansen e o modelo ECM-GARCH (Ahmed et al.,2016). O Ramphul (2013) investigou empiricamente a causalidade entre exportações agrícolas e o produto interno bruto (PIB) da agricultura na Índia usando o teste de causalidade de Granger via Modelo de Correção de Erros Vetoriais.

De uma perspectiva teórica, a relação entre as exportações agrícolas e crescimento econômico pode ser explicada pela teoria do crescimento liderado pela demanda. As exportações agrícolas influenciam o crescimento econômico ao ampliar o mercado, em particular, o acesso a mercados externos o que, por sua vez, aumenta a demanda e, finalmente, a produção agrícola (Seok; Moon, 2021).

A teoria do crescimento da demanda refere-se à explicação keynesiana de curto prazo, que sugere que as exportações agrícolas contribuem para o crescimento da renda agrícola por meio do multiplicador do comércio agrícola internacional.

A teoria do crescimento puxado pela demanda, elaborada por Nicholas Kaldor (1957) a partir das ideias de Keynes (1936), parte da premissa de que os fatores de produção são endógenos à economia. Isso significa que, quanto maior a demanda, maior será a necessidade de produção, o que leva à expansão da capacidade produtiva. Nesse caso, a produção depende diretamente da demanda.

Quando a demanda aumenta, os produtores tendem a ampliar sua produção por meio de novos investimentos, que, por sua vez, geram mais emprego e renda. Esse processo estimula a economia e cria um ciclo em que a elevação da renda leva a uma nova expansão da demanda por bens e serviços.

A ligação empírica entre exportações agrícolas e crescimento agrícola ainda é incipiente. Os raros trabalhos sobre o tema na Sub-região da África Ocidental incluem estudos de Mancal (2018), UIjuoe e Andohol (2020), Yaro, Teye e Bawakyillenuo (2021) e Mamba e Ali (2022).

Mancal (2018) investigou a estrutura de produção, o desempenho e o comércio internacional do setor agrícola da África Ocidental. UIjuoe e Andohol (2020) examinaram

o impacto das exportações agrícolas no crescimento econômico de países selecionados da África Ocidental (Nigéria, Gana, Costa do Marfim e Benim), utilizando dados em painel de 1982 a 2016. O estudo adotou o método de efeito fixo em painel evidenciando que as exportações agrícolas têm um impacto significativo e positivo no crescimento econômico desses países.

Estudo Yaro, Teye e Bawakyillenuo (2021) que estudaram, Mudança agrária e expansão de terras agrícolas na África Ocidental. Mamba e Ali (2022) analisaram os efeitos das exportações agrícolas no crescimento agrícola e no crescimento econômico geral na região da CEDEAO para o período de 1996 a 2018. Ele também explora o efeito combinado das exportações agrícolas e do crescimento agrícola no crescimento econômico.

Diferentemente da literatura mencionada, o presente estudo concentra-se na análise das mudanças territoriais e econômicas na África Ocidental entre 1990 e 2024, com ênfase na relação entre comércio exterior, uso do solo e expansão agrícola. O objetivo é compreender as transformações econômicas da região e sua articulação com a dinâmica da produção agrícola, considerando as interações entre o comércio exterior, as mudanças no uso da terra e a expansão das atividades agrícolas.

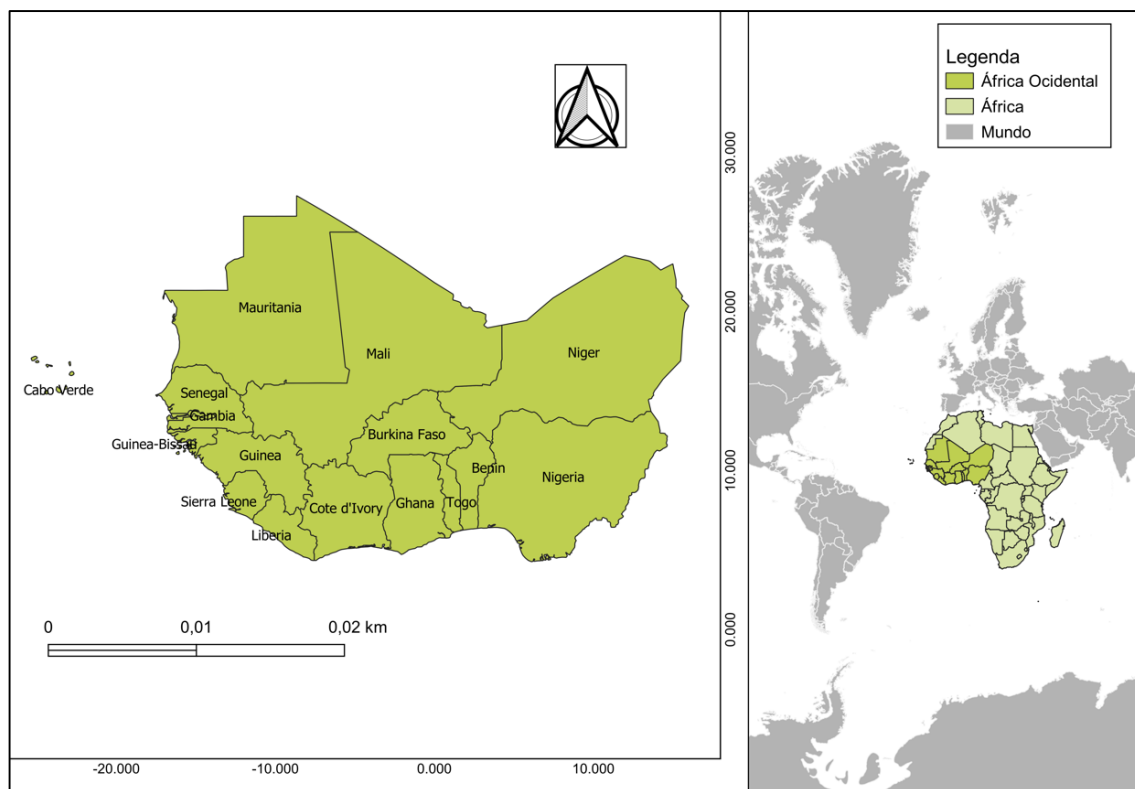
### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos adotados nesta pesquisa estão estruturados a partir da área de estudo, da classificação da pesquisa e dos procedimentos metodológicos relacionados à coleta e ao tratamento dos dados.

#### **3.1 Área do Estudo**

A área de estudo corresponde ao território da África Ocidental. A sub-região é composta por 16 países: Benin, Burkina Faso, Cabo Verde, Costa do Marfim (Côte d'Ivoire), Gâmbia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Libéria, Mali, Níger, Nigéria, Senegal, Serra Leoa, Togo, Mauritânia, conforme ilustrado na **figura 4**.

Figura 4 - Área do Estudo



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

### 3.2 Classificação da Pesquisa

A pesquisa foi classificada metodologicamente quanto à natureza, aos objetivos e os procedimentos.

#### 3.2.1 Natureza

Trata-se de uma pesquisa aplicada, pois caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, os resultados são aplicados ou utilizados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade (Silva, 2015).

#### 3.2.2 Objetivos

A pesquisa enquadra-se como explicativa, pois tem como finalidade identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos estudados. Trata-se do tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, ao buscar explicar o porquê e a razão dos fenômenos observados (Gil, 2002). Considerando o aumento das áreas agrícolas ao longo dos anos, esta investigação procura identificar os principais fatores que influenciam a expansão das terras agrícolas, bem como as variáveis

que condicionam a aptidão à expansão dessas áreas e a distribuição espacial das zonas propícias à agricultura.

### **3.2.3 Procedimentos**

A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, documental e do tipo *ex post facto*. Classifica-se como pesquisa bibliográfica por se fundamentar em estudos previamente desenvolvidos, tanto no Brasil quanto no exterior, abordando o tema sob diferentes perspectivas. É também documental, pois utiliza informações provenientes de órgãos oficiais e instituições competentes.

Para Gil (2002), pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. A pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes.

Enquanto a pesquisa bibliográfica utiliza fundamentalmente as contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental se vale de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa.

A pesquisa documental é proveniente dos próprios órgãos, entidades ou empresas, correspondendo aos documentos de primeira mão, ainda não alterados, escritos ou não, mas que podem servir como fonte de informação para a pesquisa científica. São normalmente desenhos, indumentárias, fotografias, registros de manifestações folclóricas, relatórios técnicos, gravações de entrevistas, pinturas, objetos de arte, canções etc. A pesquisa bibliográfica é obrigatória em qualquer pesquisa científica, pois reduz a possibilidade de o pesquisador trabalhar em vão (Silva, 2015).

Além disso, foi adotado o procedimento *ex post facto*, em razão das transformações observadas ao longo dos anos, como o aumento das áreas agrícolas e a redução das áreas florestais. O termo *ex post facto* significa “a partir do fato passado”, indicando que esse tipo de pesquisa é conduzido após a ocorrência dos fenômenos, com o objetivo de analisar variações em variáveis dependentes a partir de acontecimentos já ocorridos (Gil, 2002).

### **3.3 Procedimento Metodológicos**

Os procedimentos metodológicos dessa pesquisa estão divididos de acordo com os objetivos do estudo:

**Objetivo Geral:** Analisar as transformações econômicas na África Ocidental e sua relação com a dinâmica da produção agrícola, considerando as interações entre comércio exterior, uso do solo e expansão das atividades agrícolas na região.

Para esse objetivo usou-se o modelo estatístico de correlação e regressão para avaliar a relação da dinâmica da expansão das áreas agrícolas, considerando as interações entre comércio exterior, uso do solo e expansão das atividades agrícolas na região. Também foram consultadas diversas referências bibliográficas e documentais para embasar os resultados obtidos.

**Objetivos específicos:**

1) Identificar as variáveis que influenciam a dinâmica da expansão das áreas agrícolas na África Ocidental. Para esse objetivo aplicou-se o Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM).

2) Mapear a distribuição espacial das áreas propícias à agricultura na sub-região. Para esse objetivo, utilizou-se o modelo Random Forest.

### **3.3.1 Modelo Estatístico de Correlação e Regressão Simples**

A região da África Ocidental apresenta condições agroclimáticas altamente diversificadas, o que lhe confere potencial para uma produção agrícola.

Desde a década de 1980, os volumes de produção da maioria das culturas têm crescido vigorosamente, tanto para o mercado interno quanto para o de exportação (Monteiro, 2017). A África Ocidental vem passando por transformações estruturais significativas, como o crescimento demográfico e as mudanças econômicas e políticas, que têm gerado novas oportunidades para agregar valor aos produtos agrícolas e reforçar a prioridade de desenvolvimento do setor agroalimentar em todo o continente.

O aumento da produção agrícola em resposta à forte procura global e ao aumento de preços é uma nova tendência na sub-região, uma vez que a maioria destes países continuam a enfrentar os desafios de erradicar a pobreza e encontrar soluções sustentáveis para a subnutrição e a insegurança alimentar (Chivandi, 2015). A África Ocidental está perdendo cobertura florestal devido à expansão agrícola, ao corte de lenha e à expansão da exploração madeireira comercial (Hollinger et al., 2015). Para isso foram utilizadas o modelo de correlação e regressão simples para avaliar os possíveis efeitos econômicos relacionados à expansão agrícola.

### 3.3.1.1 Correlação e Regressão Simples

Analisar as transformações econômicas na África Ocidental e sua relação com a dinâmica da produção agrícola, considerando as interações entre comércio exterior, uso do solo e expansão das atividades agrícolas na região foi avaliado por meio de modelos de correlação e regressão simples, utilizando dados do **World Bank** referentes ao período de 1990 a 2021. No estudo de Mamba e Ali (2022) foi percebido que um efeito significativo das exportações agrícolas sobre as terras agrícolas. Assim, esse estudo tem como variável  $x$ = Terras Agrícolas e  $y$ = Exportação de mercadoria.

A correlação linear foi medida pelo **coeficiente de Pearson (r)**, cujo valor varia entre -1 e +1. Quanto mais próximo de -1, maior a correlação negativa; quanto mais próximo de +1, maior a correlação positiva; e valores próximos de zero indicam ausência de correlação significativa.

Posteriormente, realizou-se a análise de regressão, técnica estatística utilizada para investigar e modelar a relação entre variáveis, com o objetivo de estimar parâmetros desconhecidos do modelo (Melo, 2014).

Os principais resultados do modelo de regressão simples foram analisados com base nos seguintes parâmetros estatísticos:

- **Valor de P (teste de significância individual):** se  $P \leq 0,05$ , a variável é considerada significativa para o modelo.
- **R<sup>2</sup> ajustado:** avalia a robustez da relação entre as variáveis, sendo que valores próximos de 0% indicam relação fraca e próximos de 100% indicam relação forte.

### 3.3.2 Identificação das variáveis que influenciam a dinâmica de produção agrícola na África Ocidental

Para este objetivo foram usadas as variáveis socioeconômico e ambiental dos países da África Ocidental. Foram usadas base de dados do banco mundial de 1990 a 2021.

Após a coleta, os dados foram processados e organizados para facilitar a interpretação dos resultados. As variáveis selecionadas para o estudo, descritas nos itens subsequentes, foram definidas com base em revisão bibliográfica especializada.

Os indicadores selecionados foram posteriormente aplicados no Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM), utilizado para identificar e avaliar as variáveis que

influenciam a dinâmica da produção agrícola na região. A seguir, apresentam-se as justificativas para as escolhas das variáveis independentes utilizadas no modelo.

### 3.3.2.1 As Variáveis Testadas no Modelo

As variáveis consideradas no modelo de Terras Agrícolas (Tag) foram selecionadas através de uma ampla revisão bibliográfica, contemplando artigos científicos, dissertações, teses e documentos institucionais relacionados à temática.

O tamanho da amostra e a abrangência temporal das variáveis variaram conforme a disponibilidade e a consolidação dos dados para todos os países da África Ocidental, compreendendo o período de 1990 a 2021. Na **Tabela 1** são apresentadas as variáveis independentes do modelo, suas respectivas unidades de medida e fontes de dados, utilizadas na análise da Tag.

A sub-região ainda é muito dependente do setor primário, tanto para consumo interno como para sua exportação, fazendo-se necessário entender, portanto, quais são as variáveis que podem impactar na Tag.

Tabela 1 - Principais variáveis que influenciam na Tag.

Variável dependente (y)	Variável independente (x)	Sigla	Medida	Fonte de dados
Tag			Km <sup>2</sup>	
	Importação	Imp	U\$	
	Produto Interno Bruto	Pib	U\$	World Bank
	População	Pop	Mil	
	Área Florestal	Aflo	Km <sup>2</sup>	

Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

#### 3.3.2.1.1 Importação

A participação da sub-região no comércio internacional centraliza-se em exportações de matérias primas e importações de bens de consumo final. Embora o setor agrícola constitua o principal ramo de produção e ocupação nos países da África Ocidental, as suas importações agrícolas são crescentes. Reflexo de desequilíbrio e/ou divergência em variedade de produtos entre a oferta e as demandas locais (Mancal, 2018).

O crescimento das importações agrícolas regionais apresenta necessidades solucionáveis a partir da produção local através de ajustes mercadológicos entre a oferta

e as demandas locais. Embora as condições edafoclimáticas revelem potencial de complementariedade produtiva na África Ocidental, o comércio intrarregional é mais intenso em produtos competitivos do que complementares (Hanink e Owusu, 1998). O déficit no setor agrícola da África Ocidental é crescente (Hollinger et al., 2015).

#### **3.3.2.1.2 PIB**

No final de 2020, o setor agroalimentar na sub-região representava cerca de 25% do PIB da sub-região e 45% do emprego. Prevê-se que o setor contribua com 430 mil milhões de dólares e crie 131 milhões de empregos até 2030. Os empregos concentram-se principalmente na agricultura (78%) e encontram-se sobretudo nas zonas rurais (81%), incluindo 15% na transformação de alimentos, no comércio e no consumo fora de casa (OECD, 2024).

A região enfrenta desafios significativos que limitam a expansão e a modernização do setor agrícola, como as condições climáticas e os modelos de produção em pequena escala. As temperaturas e a humidade elevadas podem fazer com que a fruta, os legumes e a carne se deteriore mais rapidamente. Os agricultores e as empresas de transformação agroalimentar têm frequentemente um acesso limitado às tecnologias modernas de conservação (por exemplo, refrigeração, congelação, secagem, processamento por irradiação), o que reduz a produtividade agrícola (OECD, 2024).

A falta de capacitação técnica e de conscientização sobre boas práticas de conservação entre agricultores, processadores e comerciantes resulta em perdas pós-colheita estimadas em 23,6%, a taxa mais elevada do continente (FAOSTAT, 2023). Além disso, os agricultores desempenham um papel crucial na segurança alimentar da região, mas têm um acesso insuficiente às infraestruturas adequadas, serviços de extensão agrícola, financiamento, fatores de produção agrícola e mercados externos.

#### **3.3.2.1.3 População**

O crescimento populacional acelerado e a elevação da demanda por alimentos têm impulsionado a expansão agrícola, que se destaca como a principal responsável pelas mudanças na cobertura do solo na África Ocidental (USGS, 2023). É esperado que a população da África Ocidental, cresça até 490 milhões em 2030. (FAO, 2025).

#### **3.3.2.1.4 Desmatamento**

Na África, a agricultura de subsistência como um elemento central da economia rural, embora a agricultura comercial venha se expandindo com o tempo, acompanhada pela extração madeireira em pequena escala, principalmente voltada à geração de energia.

No entanto, essas atividades estão mais associadas à degradação florestal que ao desmatamento.

Uma nova tendência em várias regiões é o aumento do número de pequenos produtores que cultivam commodities agrícolas como cacau, óleo de palma de milho ou criam gado, às vezes para a exportação, mas com frequência para atender à demanda crescente dos mercados domésticos. O desmatamento também se expande em lugares onde há pressões causadas pela mineração informal e pela expansão de assentamentos humanos (WWF, 2020).

### 3.3.2.1.5 Modelo GLMM

Para identificar as variáveis que influenciam a dinâmica da produção agrícola na África Ocidental, foi utilizado o **Modelo Linear Misto Generalizado (GLMM)**, o qual amplia a estrutura dos **Modelos Lineares Generalizados (GLMs)** ao incorporar efeitos aleatórios, além dos efeitos fixos tradicionais. Dessa forma, o modelo considera não apenas as variáveis explicativas comuns a todo o conjunto de dados, mas também as variações específicas de grupos ou unidades, capturando melhor a heterogeneidade da amostra.

O modelo foi desenvolvido conforme a abordagem proposta por McCulloch e Searle (2001) e aplicado através da função `glmer`, pertencente ao pacote *lme4* (Bates et al., 2015) no software R.

No modelo proposto, a variável resposta considerada foi a extensão de terras agrícolas (Tag). Como variáveis preditoras de efeito fixo foram incluídas: população (Pop), produto interno bruto (PIB), área florestal (Aflo) e importações (Imp). Para controlar variações não explicadas associadas ao tempo e captar a dependência intra-ano, foi incorporado um efeito aleatório para o intercepto do fator Ano (1|Ano) e (1|País), o modelo foi ajustado com distribuição gaussiana. As variáveis foram revisadas com base em uma revisão bibliográfica e documental, apresentada no **item 3.3.2.1**, que contém um resumo das justificativas para a escolha de cada variável.

O GLMM adota alguns pressupostos fundamentais: normalidade dos resíduos, independência condicional entre as observações, linearidade da relação entre variáveis, ausência de multicolinearidade entre preditores e a suposição de que o efeito aleatório segue distribuição normal.

A aplicação de um modelo permite obter diferentes resultados estatísticos, os quais são fundamentais para compreender as relações entre a variável resposta e os preditores, bem como a estrutura de variação nos dados.

Entre os principais resultados esperados estão:

Medidas de qualidade do ajuste, Critérios de informação, como AIC (Akaike Information Criterion) e logLik (verossimilhança logarítmica), utilizados para comparar modelos alternativos (McCulloch; Searle, 2001).

Efeitos aleatórios ( $u$ ), estimativas da variância atribuída ao fator aleatório (Ano e País). (Pinheiro e Bates, 2000)

Coefficientes dos efeitos fixos ( $\beta$ ), estimativas dos parâmetros associados às variáveis explicativas e a sua significância estatística (Bates et al., 2015; Zuur et al., 2009).

Intervalos de Confiança, estimativas de intervalos de confiança dos parâmetros fixos e variâncias dos aleatórios. Permitem avaliar a robustez dos efeitos encontrados e sua precisão (Bolker et al., 2009).

Para o segundo objetivo, consiste em identificar a distribuição espacial das áreas propícias à agricultura, foi utilizado o modelo Random Forest, adequado para análise preditiva e classificação espacial de dados.

### **3.3.3 Identificação da distribuição espacial das áreas propícias à agricultura**

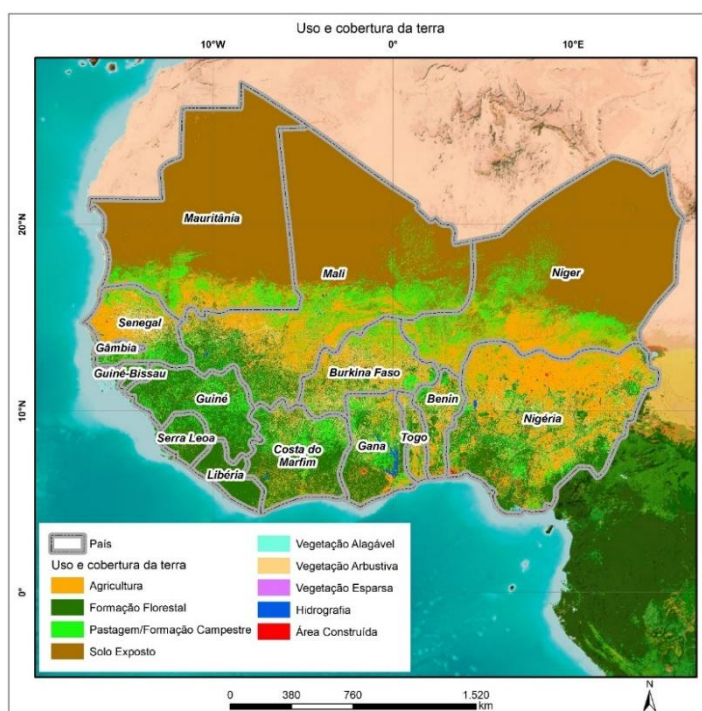
Para este objetivo, foram utilizados variáveis relacionadas à textura do solo, relevo e infraestrutura. As bases de dados incluíram: SOILGRIDS (textura do solo), SRTM (relevo) e OpenStreetMap (distância da rodovia e zona urbana).

Os dados foram processados e organizados para facilitar a interpretação dos resultados. As variáveis selecionadas para a análise, descritas nos itens 3.3.3.1 a 3.3.3.5 foram definidas com base em revisão bibliográfica especializada. O objetivo dos itens a seguir será apresentar as variáveis selecionadas de acordo com a revisão da bibliográfica e documental. Essas variáveis são apresentadas, posteriormente, foram transformadas em camadas para utilização no modelo de Random Forest.

#### **3.3.3.1 Uso e Cobertura da Terra**

De acordo com a **Figura 5**. A análise de uso e cobertura da terra permitiu identificar as áreas atualmente utilizadas para agricultura e aquelas suscetíveis à expansão (Lambin; Meyfroidt, 2011).

Figura 5 - Uso e Cobertura da Terra



Fonte: Elaboração dos autores (2025). Fonte: SOILGRIDS.

A modelagem espacial de cobertura do solo tem grande relevância para os estudos ambientais. Por meio da análise das imagens é possível observar os tipos de cobertura. A visão abrangente do meio contribui com um melhor diagnóstico e prognóstico ambiental da área, consequentemente subsidia melhores planos de manejo (Silva et al., 2018). A seguir será apresentado a textura do solo como variável importante para produção agrícola.

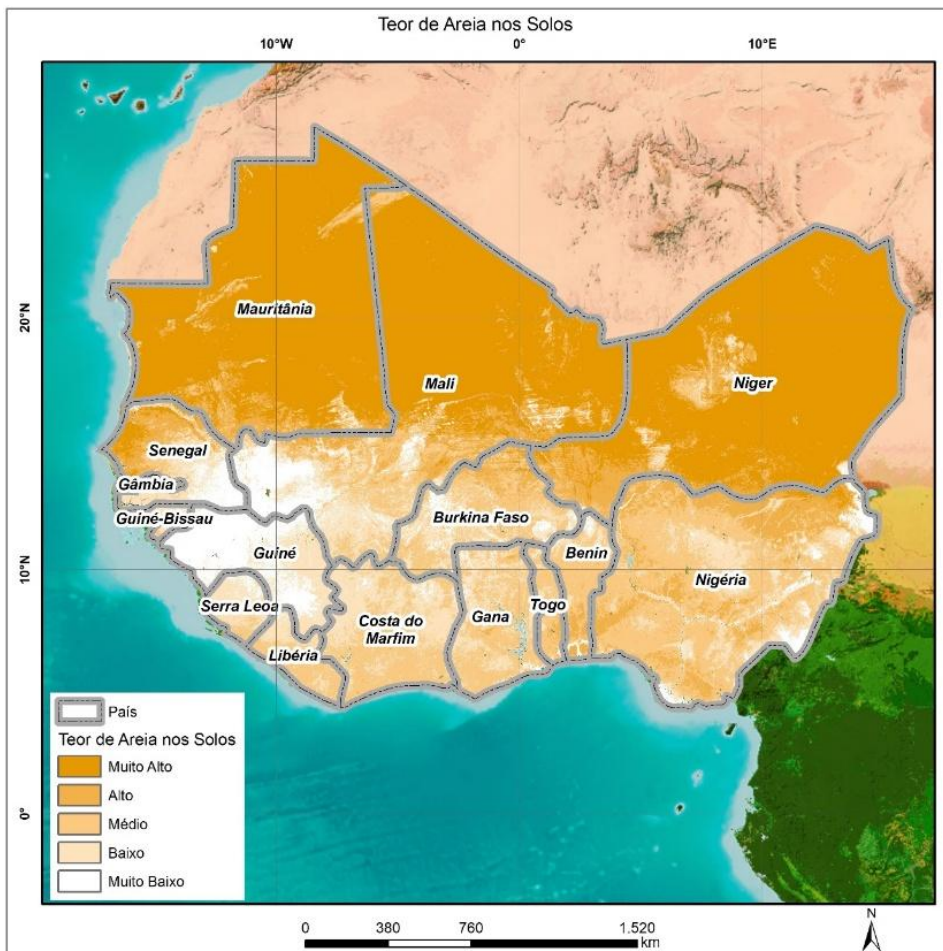
### 3.3.3.2 Textura do Solo: Areia, Argila e Silte

A textura do solo é tida como um importante indicador da qualidade do solo, visto que, sua alteração ocorre quando a degradação do solo é decorrente do processo de erosão,

pois essa, remove de maneira seletiva a argila, deixando apenas as frações mais grosseiras (Ribeiro et al., 2007).

A textura do solo é equivalente à proporção relativa em que os diferentes tamanhos de partículas se encontram em uma determinada massa de solo. Desta maneira, a textura remete-se às partículas ou frações de areia, argila e silte, a qual é uma das características físicas mais estáveis do solo (Sanchez et al., 2017). Como se vê nas figuras a seguir.

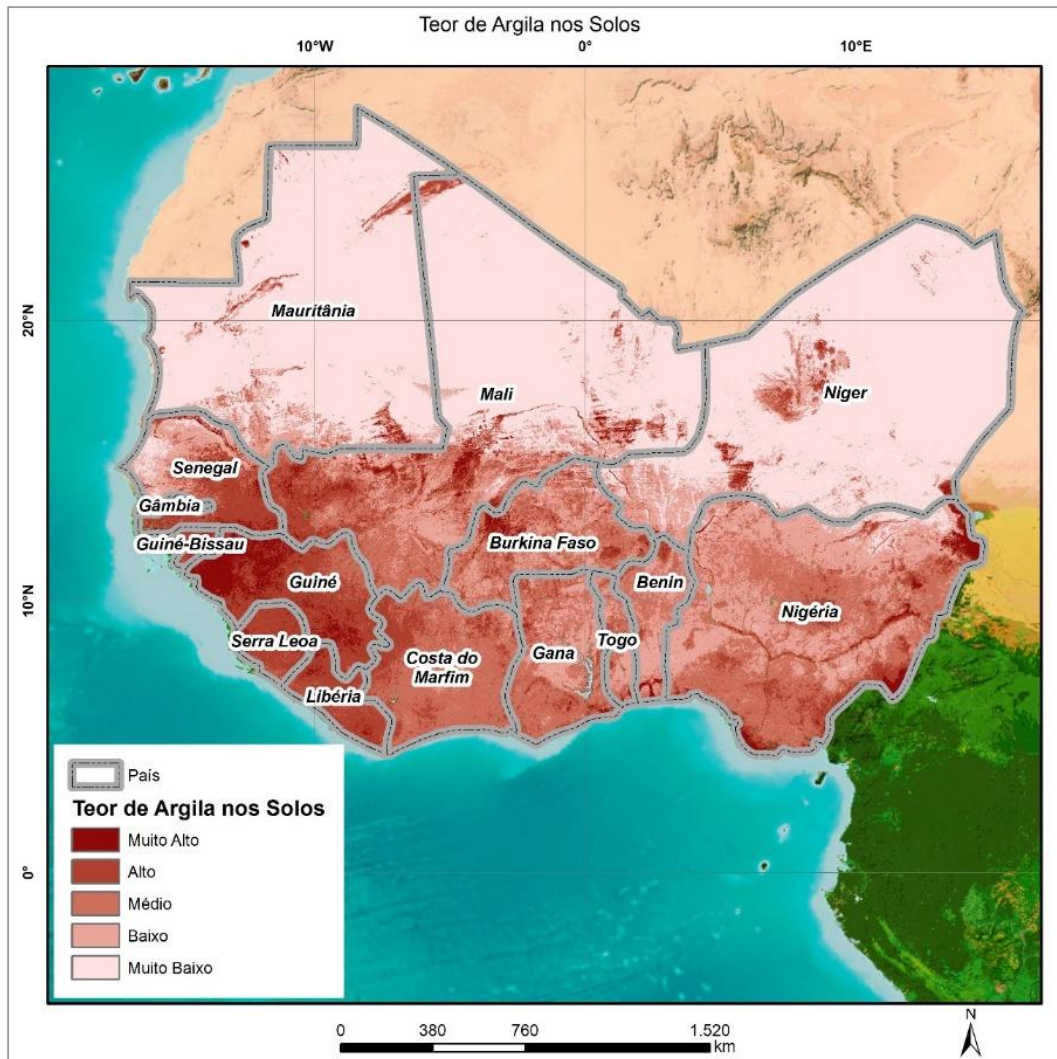
Figura 6 - Teor de Areia



Fonte: Elaboração dos autores (2025). Fonte: SOILGRIDS.

Na área de estudo há uma predominância de solos com altos teores de areia. Na porção norte, onde está localizado o deserto do Saara, o teor de areia é sempre muito alto. Por outro lado, países como a Guiné, Guiné-Bissau, Senegal, Gâmbia, Mali e Nigéria apresentam expressivas porções de solos como teores de areia baixos e muito baixos.

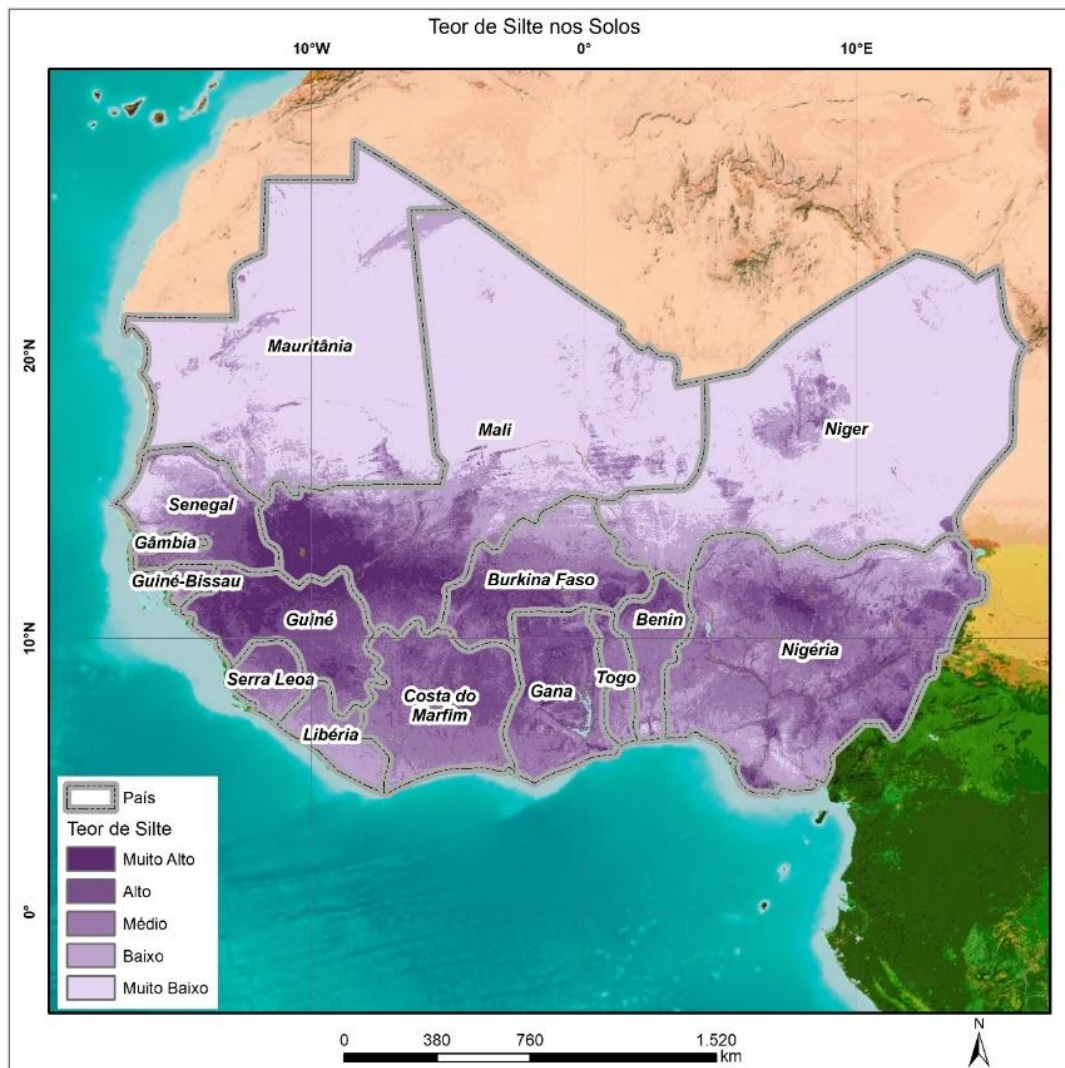
Figura 7 - Teor de Argila



Fonte: *Elaboração dos autores (2025). Fonte: SOILGRIDS.*

Na porção sul da área de estudo, observa-se predominância de solos com teores altos e muito altos de argila. Por outro lado, na porção norte, caracterizada por solos com altos teores de areia, os teores de argila variam de baixos a muito baixos.

Figura 8 - Teor de Silte



Fonte: Elaboração dos autores (2025). Fonte: SOILGRIDS.

A distribuição espacial dos teores de silte é bem similar com a distribuição espacial do teor de argila.

A densidade do solo é um importante indicador do grau de compactação do solo, a qual é oriunda de processos como pisoteio de animais, tráfego de máquinas e implementos agropecuários e florestais ou até mesmo manejo inadequado do solo decorrente da implementação de cultivos intensivistas, e tem sido amplamente utilizada para esse fim em aplicações práticas e científicas (Santos, 2022).

Com a determinação da textura do solo é possível obter uma estimativa indireta de diversos fatores dentre eles: a dinâmica da água, resistência do solo a tração, grau de compactação do solo, capacidade de troca de cátions, dosagem de nutrientes, corretivos e de herbicidas (Centeno et al., 2017).

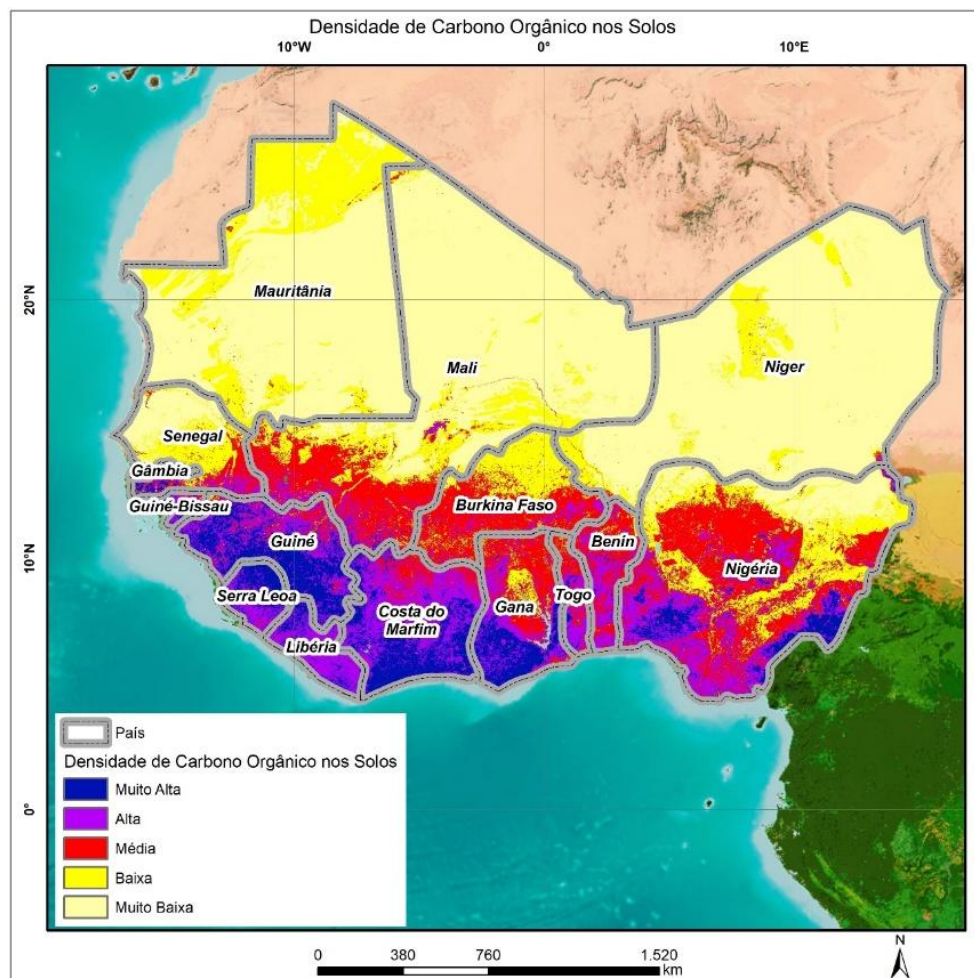
A estrutura física do solo tem se tornado tema de grande relevância entre os pesquisadores do ramo, devido ao constante uso indiscriminado do mesmo, sem práticas

conservacionistas adequadas que tem ocasionado uma grande perda, conseqüentemente vem prejudicando sua estrutura em decorrência da perda de carbono orgânico do solo, elementos esses que revelam um grande potencial na qualidade do solo (Mendes, 2015).

### 3.3.3.3 Densidade de Carbono Orgânico no Solo

O carbono orgânico total (CO) tem uma grande importância na agricultura e pela sua quantidade podemos determinar a qualidade do solo (Solohimics, 2025).

Figura 9 – Densidade de Carbono Orgânico



Fonte: Elaboração dos autores (2025). Fonte: SOILGRIDS.

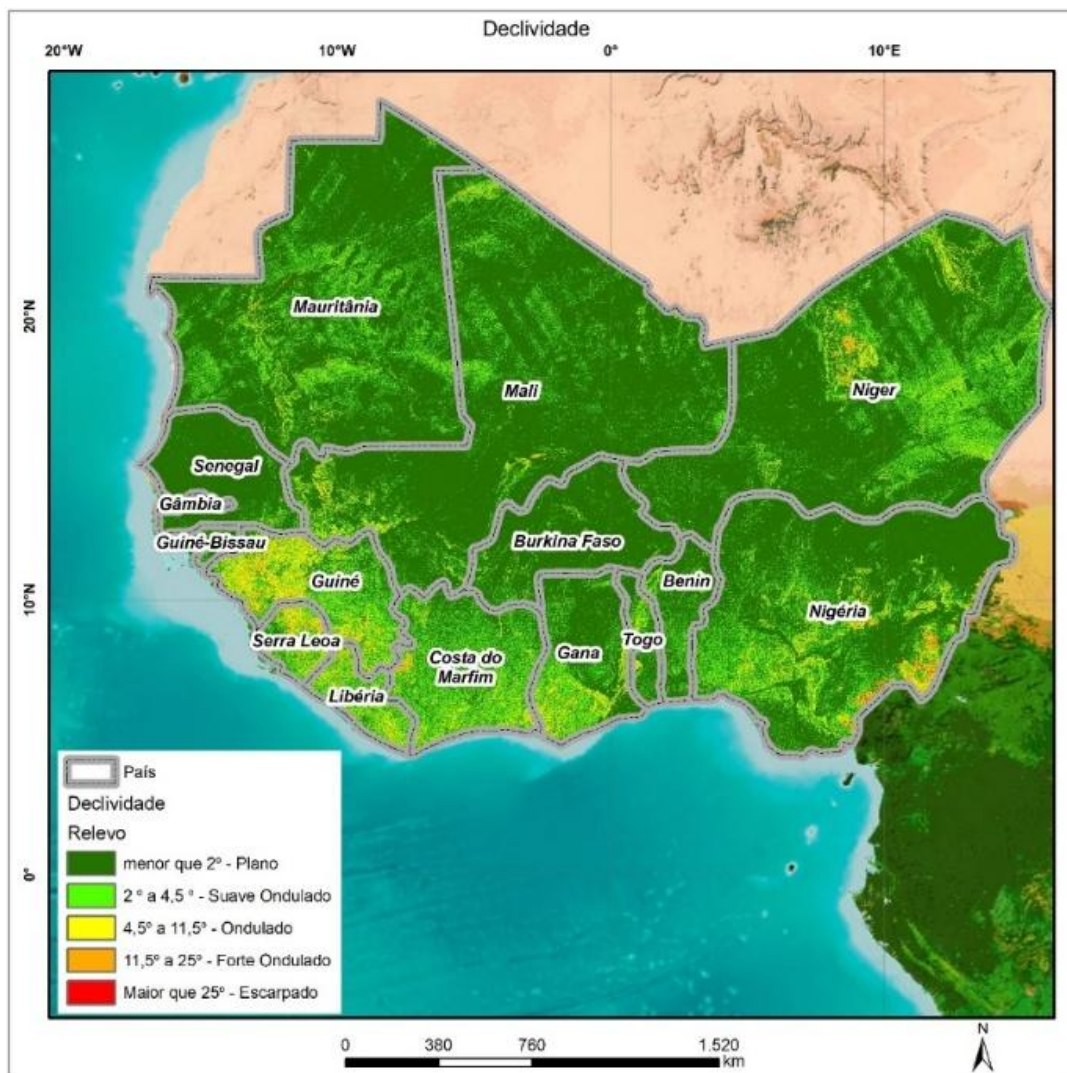
A distribuição espacial da matéria orgânica é bem similar com a distribuição espacial do teor de argila e silte. É a fração da matéria orgânica do solo composta por resíduos vegetais e animais em diferentes estágios de decomposição, além dos microrganismos que os transformam. É um componente fundamental para a fertilidade do solo.

Os teores de carbono orgânico do solo estão ligados à sua interação com a biosfera. Por meio dos produtos da fotossíntese, grande parte do carbono entra no solo. Os microrganismos heterotróficos do solo necessitam da energia de fontes de carbono derivadas da fotossíntese das plantas para crescer, multiplicar e sobreviver (Pulrolnik, 2009). Além da fertilidade do solo, torna-se necessário avaliar também o efeito da declividade, que pode influenciar processos de erosão e a dinâmica do carbono orgânico.

### 3.3.3.4 Declividade

O fator topográfico de erosão, representado por uma combinação entre a declividade e o comprimento de rampa, tem influência na infiltração da água no solo, no volume de escoamento superficial e sua velocidade ao longo das vertentes (Bertoni; Neto, 2005).

Figura 10 - Declividade



Fonte: Elaboração dos autores (2025). Fonte: SRTM.

Na área de estudo há uma predominância de solos com menores declividades encontradas na região norte. Na porção norte, onde está localizado o deserto do Saara, o teor de areia é sempre muito alto. Por outro lado, países como Serra Leoa, Libéria e Guiné, apresentaram maior declividade.

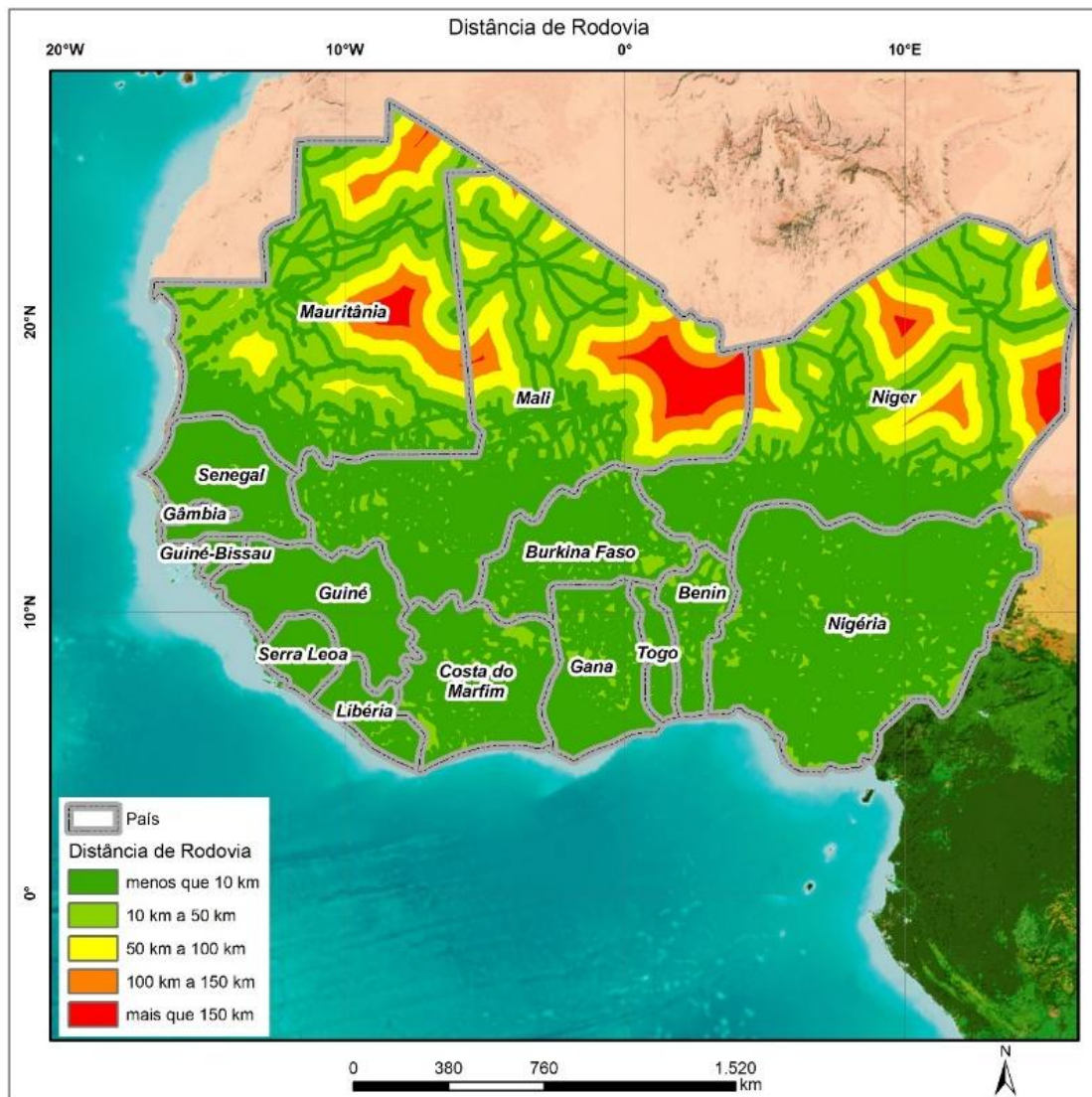
A declividade influencia o volume e a velocidade de escoamento de água na superfície do terreno. Quanto maior a declividade, maior será a velocidade do escoamento, menor a infiltração e armazenamento de água e maior o risco de erosão e de transporte de sedimentos e agroquímicos (Alba, 2011).

No planejamento conservacionista, o conhecimento da topografia é essencial. Fatores como declividade e posição topográfica influenciam na produtividade das culturas de maneira indireta, por influenciarem os atributos físicos e químicos do solo (Silva et al., 2007). Outra variável importante que influencia a produção agrícola é a distância das rodovias e centros urbanos.

#### **3.3.3.5 Distância de Rodovias e Centros Urbanos**

Indicadores de acessibilidade foram utilizados como proxies de viabilidade econômica e logística para expansão da atividade agrícola (Verburg et al., 2011). A distância em relação às rodovias exerce impacto direto sobre a produção agrícola, especialmente no que se refere ao escoamento da produção. Além disso, a localização de áreas agrícolas em relação aos centros urbanos influencia o transporte de produtos, os custos de produção e distribuição, além de afetar o uso da terra e o desenvolvimento urbano-rural (Kintai et al., 2023)

Figura 11- Distância de Rodovias

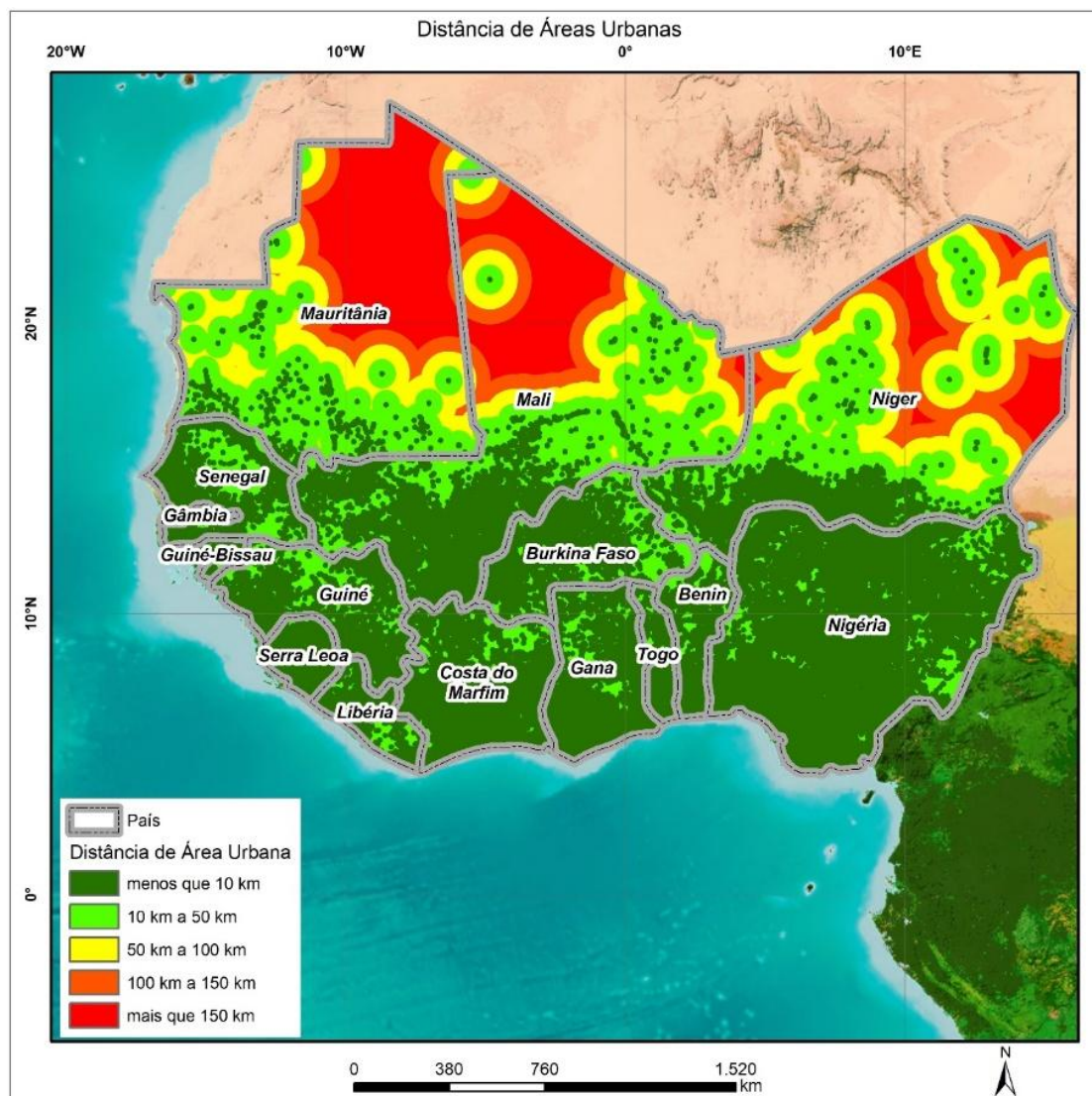


Fonte: Elaboração dos autores (2025). Fonte: OpenStreetMap.

No estudo da Costa et al., (2019) no Brasil, foi percebido que a conclusão dos projetos de infraestrutura planejados pelo governo federal e por instituições privadas tende a gerar um impacto bastante acentuado na produção de soja brasileira, uma vez que darão acesso e viabilizarão economicamente áreas atualmente pouco exploradas. Essa preocupação pode ser levada em consideração nos países da África Ocidental, onde a distância da rodovia pode ser uma variável determinante para produção agrícola.

Na área de estudo os países que ficam localizadas na porção sul como a Gambia, Guiné e Senegal apresentam uma distância menor entre rodovias e áreas onde tem a produção agrícola, em comparação aos países que ficam na porção norte.

Figura 12 - Distância de Áreas Urbanas



Fonte: Elaboração dos autores (2025). Fonte: OpenStreetMap.

Na **Figura 12**, observa-se que os países localizados na porção sul da área de estudo, como a Gâmbia, Libéria e Serra Leoa, apresentam uma distância menor entre rodovias e áreas onde tem a produção agrícola, em comparação aos países que ficam na porção norte.

A proximidade aos centros urbanos influencia diretamente a atividade agrícola, uma vez que permite o cultivo mais próximos das áreas de consumo, reduzindo os custos de transporte, minimizando o desperdício de alimentos e a poluição, e ainda possibilitando uma conexão direta entre produtores e consumidores, além de fortalecer o comércio local e oferecer produtos mais frescos e de maior valor agregado, como os orgânicos.

As variáveis acima foram integradas em um **mapa multitemático da paisagem (variáveis geoespaciais)**, que serviu como base para a modelagem estatística e espacial.

Foi utilizado Random Forest que é um algoritmo popular de aprendizado de máquina de conjunto que constrói múltiplas árvores de decisão durante o treinamento e combina suas saídas para fazer previsões.

### **3.3.3.5 Algoritmo Random Forest**

Random Forest ou Florestas aleatórias são uma combinação de preditores de árvores de modo que cada árvore depende dos valores de um vetor aleatório amostrado independentemente e com a mesma distribuição para todas as árvores na floresta.

Essa metodologia é baseada na utilização de uma árvore de decisão, onde cada árvore é criada desenhando um subconjunto de amostras de treinamento por meio da substituição. Para esse estudo foi seguido seguintes passos:

#### **3.3.3.5.1 Coleta de dados**

Para cada país analisado, foram selecionados 4.000 pontos georreferenciados, sendo 2.000 localizados em áreas agrícolas e 2.000 em áreas não agrícolas. Esses pontos foram utilizados no processo de treinamento das imagens. A seleção foi realizada de forma aleatória e balanceada, garantindo representatividade entre as classes.

Cada ponto foi associado a um conjunto de variáveis geoespaciais explicativas, incluindo:

- Textura do solo,
- Teor de carbono orgânico,
- Relevo,
- Distância até rodovias, e
- Distância até zonas urbanas.

Essas variáveis foram utilizadas como preditoras no modelo para distinguir áreas aptas e não aptas à atividade agrícola.

#### **3.3.3.5.2 Procedimento de análise**

Os dados recebidos em formato de imagem digital apresentam uma subdivisão em células de tamanhos iguais formando uma matriz, chamadas de pixels. A tonalidade presente em cada pixel é representada por um número digital (ND) registrado dentro de cada célula. Os sistemas sensores podem ser classificados quanto a sua resolução (Leticia ,2021). Cada pixel tem valores numéricos que indicam características do solo, relevo e infraestrutura.

A tarefa do estudo foi “ensinar o computador” a reconhecer se cada pixel representa uma área agrícola ou não agrícola. O modelo treinado para cada país conseguiu identificar corretamente as áreas em mais de 70% dos casos, o que mostra que a técnica é eficaz. Este índice indica a confiabilidade da amostra, ou seja, a probabilidade de uma classe de pixels no mapa representar a categoria da amostra coletada (Leticia, 2021). Após o treinamento, o modelo foi aplicado para prever as áreas propícias à expansão agrícola na região de estudo. Para isso, utilizou-se o método Random Forest (ou Floresta Aleatória), que opera com base no princípio de votação entre diversas árvores de decisão construídas durante o processo de aprendizado.

Nesse método:

- Cada “árvore” dá um voto se o pixel é agrícola ou não.
- A decisão final é feita pela maioria dos votos.

Esse método é muito utilizado porque é confiável e eficiente para lidar com informações complexas, como os dados ambientais.

Assim, foi possível identificar: Quais áreas já são agrícolas e quais áreas têm alto potencial de virar agricultura no futuro (com mais de 90% de confiança).

Por fim, calculou-se o percentual do território de cada país com potencial para expansão agrícola. Esse procedimento permitiu compreender, de forma comparativa, a capacidade de crescimento da produção agrícola em cada nação analisada, fornecendo subsídios tanto para o planejamento territorial quanto para a formulação de estratégias de desenvolvimento sustentável. Devido à limitação de dados, não foram incluídas informações referentes a Cabo Verde neste objetivo.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Transformações econômicas na África Ocidental e sua relação com a dinâmica da produção agrícola**

A análise de correlação entre a área de terras agrícolas (Tag) e as exportações (Exp) evidenciou uma forte associação positiva ( $r = 0,8269$ ), indicando que, na África Ocidental, o aumento das exportações está diretamente relacionado à expansão da fronteira agrícola. Esse resultado sugere que a agricultura voltada para o mercado externo tem desempenhado papel central na reconfiguração territorial da região, atuando como um dos principais vetores de transformação econômica.

A modelo regressão linear simples estimada entre as variáveis Tag e Exp reforça essa interpretação ao apontar uma relação positiva e estatisticamente significativa, confirmando que o crescimento das exportações tende a impulsionar a ampliação das áreas destinadas à produção agrícola. Resultados semelhantes foram observados por Seok e Moon (2021), ao constatarem que as exportações agrícolas contribuem para o crescimento do setor nos países da União Europeia, sugerindo que esse padrão pode se repetir em diferentes contextos geográficos (Seok; Moon, 2021).

O intercepto do modelo ( $2.482e+06$ ;  $p < 2e-16$ ) sugere que, mesmo na ausência de exportações, a região mantém uma base agrícola considerável, que pode ser explicada pelas práticas tradicionais de subsistência e influência de outras variáveis.

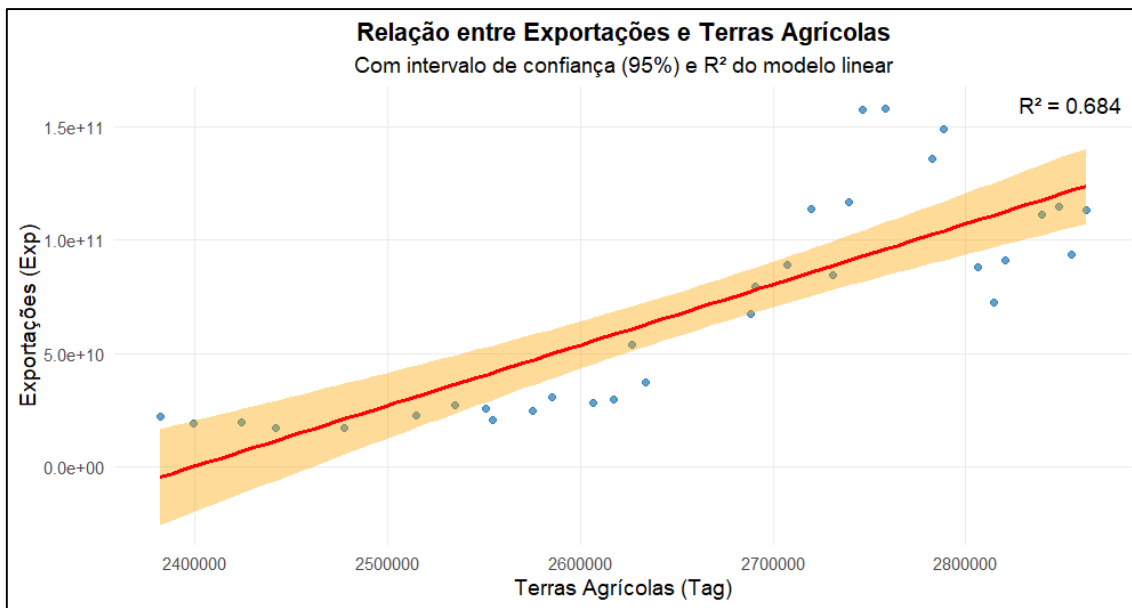
**Tabela 2** - África Ocidental: Sumario da relação entre Terras agrícolas e exportação (1990 a 2021)

	Estimate	Std. Error	t	Pr(> t )
(Intercept)	2.482e+06	2.652e+04	93.572	< 2e-16 ***
Exp	2.555e-06	3.172e-07	8.054	5.45e-09 ***

**Fonte:** Elaboração do próprio autor, 2025. Fonte de dados: WorlBank (2025).

Já o coeficiente de exportações ( $2.555e-06$ ;  $p < 5.45e-09$ ) confirma que o crescimento das exportações está diretamente relacionado ao aumento da área agrícola (**figura 13**), ou seja, quanto maior o valor das exportações, maior tende a ser a conversão de terras naturais em áreas destinadas à agricultura. O que corrobora com o estudo de Mamba e Ali (2022) de que exportações agrícolas aumentam significativamente o crescimento agrícola nos países da CEDEAO.

Figura 13 - África Ocidental: relação entre terras agrícolas e exportação (1990 a 2021).



**Fonte:** Elaboração do próprio autor, 2025. Fonte de dados: WorlBank (2025).

O coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,68$ ) demonstra que aproximadamente 68% da variação na área de terras agrícolas pode ser explicada pelo comportamento das exportações, evidenciando um ajuste robusto do modelo.

Esses resultados reforçam estudos recentes que apontam o comércio internacional como um dos principais vetores da expansão agrícola na África Ocidental. Pesquisas de Yaro, Teye e Bawakyillenuo (2021) mostram que o aumento da demanda global por commodities agrícolas, como cacau, algodão, amendoim e óleo de palma, tem incentivado a mudança de uso de solo em diversos países da sub-região, especialmente no Sahel. Esse processo é impulsionado por políticas nacionais voltadas à diversificação econômica e ao aumento das receitas provenientes de exportação (UNCTAD, 2023).

No entanto, tal dinâmica de crescimento ocorre predominantemente de forma extensiva, com a conversão de florestas e ecossistemas naturais em áreas de cultivo, o que intensifica processos de degradação do solo, perda de biodiversidade e emissões de gases de efeito estufa.

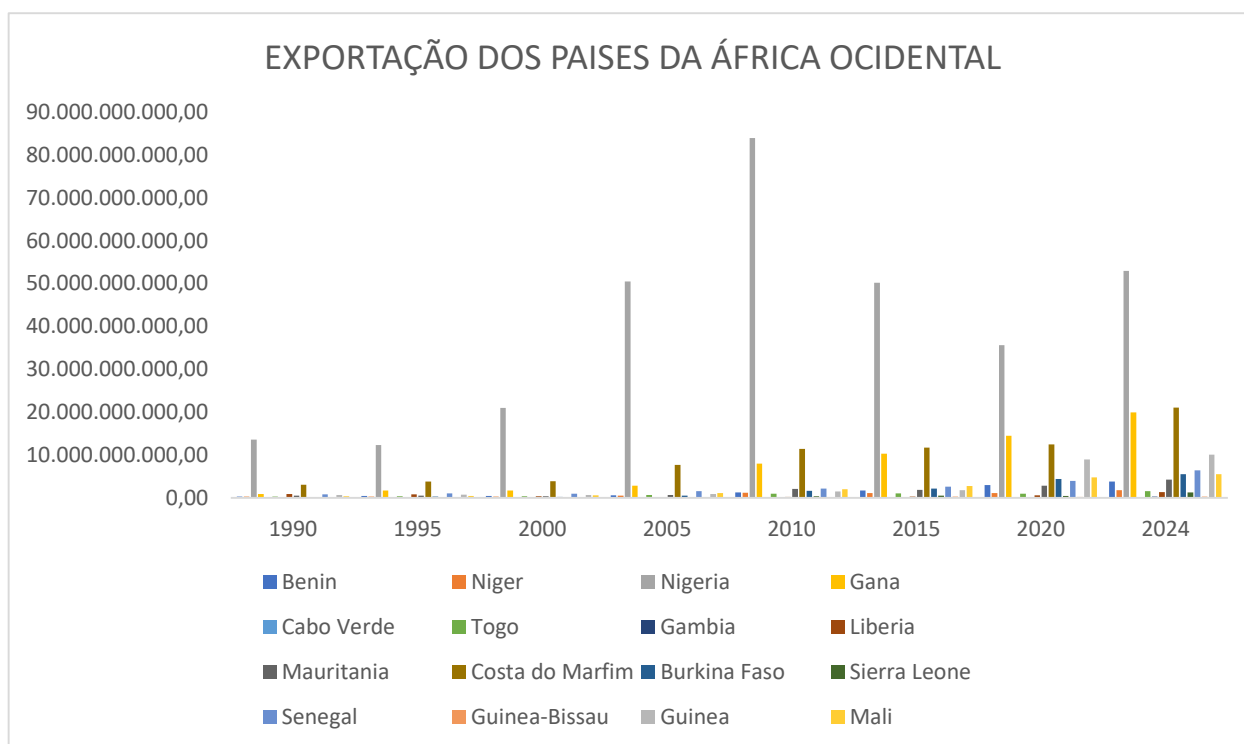
Ao mesmo tempo, o crescimento das exportações agrícolas também pode ser interpretado como um sinal de dinamismo econômico e fortalecimento dos setores produtivos locais, capazes de gerar emprego e renda nas zonas rurais (FAO, 2022).

Os países do continente africano apresentam um perfil exportador fortemente baseado em recursos naturais, com a pauta de exportações predominantemente composta por produtos primários, como petróleo, ouro, diamantes, minérios e alguns produtos agrícolas. Diante desse cenário, torna-se essencial avaliar se as exportações africanas de

fato desempenham um papel indutor do crescimento econômico, conforme sugere a literatura especializada. Essa abordagem, centrada na demanda, argumenta que os produtos primários tendem a ter menor impacto sobre o crescimento econômico quando comparados aos bens manufaturados (Veríssimo; Correia, 2017).

Em 2024, o valor total das exportações de mercadorias dos países da África Ocidental alcançou aproximadamente 135.75 bilhões de dólares (USD), o que representa um crescimento expressivo de 520,53 % em relação ao ano de 1990. Apesar desse aumento, a participação da região nas exportações globais ainda é modesta, contribuindo com apenas 0,55% do total mundial. O gráfico a seguir ilustra a evolução das exportações de mercadorias por país ao longo do período.

Figura 14 - Exportação de mercadoria dos países da África Ocidental.



Fonte: Elaboração dos autores, 2025. Fonte de dados: World Bank.

As exportações, de modo geral, trazem inúmeros benefícios aos países, como o ingresso de divisas, a geração e manutenção de empregos e renda, o aumento da qualificação da mão de obra, além de impulsionar o crescimento econômico. Na África Ocidental, a Nigéria se destaca como a principal exportadora da região, liderando com aproximadamente US\$ 52.93 bilhões em exportações em 2024, o que representa 38,99 %

do total da sub-regional. No estudo de Ijuo e Andohol (2020) foi percebido que as exportações agrícolas têm maior impacto no crescimento da economia nigeriana do que os demais países da África ocidental.

Na sequência, destacam-se Costa do Marfim (15,48%) e Gana (14,70%). Entre 2010 e 2024, as exportações da Nigéria apresentaram uma queda expressiva de aproximadamente **-36,98%**, conforme ilustrado na **Figura 14**. Essa retração pode ser atribuída a uma combinação de fatores estruturais internos e choques externos que afetaram negativamente o desempenho comercial do país (World Bank, 2025).

Em primeiro lugar, a **forte dependência do petróleo** como principal produto de exportação tornou a Nigéria extremamente vulnerável às flutuações nos preços internacionais do petróleo. Como observa UNECA (2020), "a volatilidade dos preços das commodities, especialmente do petróleo, tem impactos diretos sobre as receitas externas e o desempenho macroeconômico de economias dependentes de recursos naturais, como a Nigéria". A queda nos preços do barril, especialmente em períodos como 2014–2016 e durante a pandemia de COVID-19 (2020), contribuiu para a redução da receita das exportações (World Bank, 2023).

Outro fator relevante é a falta de diversificação econômica. Embora organismos internacionais recomendem o fortalecimento de cadeias de valor menos dependentes do petróleo, os avanços nessa direção ainda permanecem restritos.

Em 2024, os principais produtos exportados pela Nigéria incluem petróleo bruto, gás de petróleo e grãos de cacau, tendo como principais destinos a Índia, Espanha, Estados Unidos, França e China (Dados Mundiais, 2025).

No âmbito macroeconômico, as exportações constituem uma via essencial para o crescimento econômico e o aumento do bem-estar social. Elas geram divisas capazes de: i) financiar as importações, ampliando o acesso a bens e serviços; ii) aumentar as reservas cambiais, reduzindo os desequilíbrios no balanço de pagamentos; e iii) estimular a criação de empregos. No plano microeconômico, as empresas exportadoras colhem vantagens como economias de escala, melhor aproveitamento dos recursos, diversificação de produtos e mercados, elevação da produtividade, inovação tecnológica e competitividade (Campos, 2021).

Embora as exportações contribuam para o crescimento dos países em desenvolvimento, como a Nigéria, sua dependência excessiva de produtos primários cujos preços são mais voláteis e menos valorizados em comparação aos manufaturados compromete a estabilidade do crescimento econômico (Celina; Enyim, 2012). Isso

reforça a necessidade de diversificação produtiva, especialmente com o fortalecimento do setor secundário.

O desempenho da indústria nigeriana tem sido fraco, devido à ausência de políticas industriais eficazes e à forte dependência do petróleo. Nesse sentido, as exportações de produtos não petrolíferos continuam apresentando baixo desempenho, sendo as receitas provenientes do petróleo o principal determinante do crescimento do PIB nigeriano.

O crescimento da produção extrativa e sua exportação em África Ocidental normalmente não resulta em progressos no que se refere às transformações econômicas. Nas exportações agrícolas centram as evidências, principalmente, dos investimentos agrícolas privados, que visam progresso socioeconômico a partir do setor. A elevação das alocações destes recursos na melhoria do desempenho agrícola é condição fundamental para o desenvolvimento da África Ocidental (Mancal, 2018).

As exportações agrícolas representam uma oportunidade estratégica para o fortalecimento das economias da África Ocidental, ao contribuírem não apenas para o crescimento econômico, mas também para a redução da vulnerabilidade associada à dependência de uma monoeconomia baseada em recursos minerais, como ocorre no caso da Nigéria. Para tanto, torna-se necessário que os governos da região mantenham e aprimorem políticas de promoção às exportações agrícolas, garantindo maior eficiência e eficácia. Tais políticas devem assegurar que o setor agrícola contribua de forma crescente e sustentável para o desenvolvimento econômico dos países envolvidos (Ijuo; Andohol, 2020).

## 4.2 GLMM

O objetivo deste estudo é identificar os fatores que influenciam a expansão das terras agrícolas ( $\ln.Tag$ ) nos países da África Ocidental, entre 1990 e 2021, considerando tanto os efeitos fixos, representados por variáveis como população, PIB, área florestal e importações, quanto os efeitos aleatórios, associados às diferenças não observadas entre países e ao longo do tempo (Ano).

O modelo GLMM apresentou bom ajuste estatístico ( $AIC = -1155,4$ ;  $\logLik = 585,7$ ), indicando coerência entre as variáveis explicativas e a variável resposta.

A inclusão de efeitos aleatórios para *País* e *Ano* evidenciou variação significativa tanto entre os países ( $\sigma^2 = 0,151$ ;  $DP = 0,3888$ ) quanto ao longo do tempo ( $\sigma^2 = 0,0068$ ;  $DP = 0,0829$ ), conforme apresentado na tabela 3.

**Tabela 3:** Efeitos aleatórios do modelo GLMM (1991 a 2021).

Grupo	Nome	Variância	Desv. Padrão
Ano	(Intercepto)	0.006877	0.08293
País	(Intercepto)	0.151146	0.38878
Residual		0.017068	0.13064

**Fonte:** Elaboração do próprio autor, 2025. Fonte de dados: WorlBank (2025).

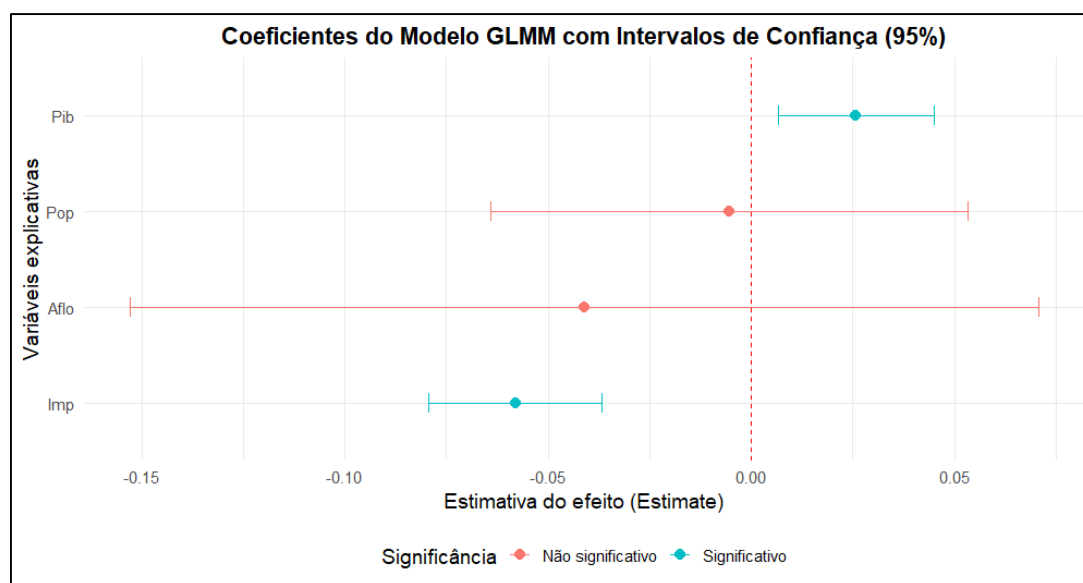
Os resultados mostraram que a variância associada ao *País* (0,151) foi substancialmente maior que a variância associada ao *Ano* (0,0068), indicando que as diferenças estruturais entre os países explicam de forma mais consistente a variação na expansão agrícola do que as mudanças temporais ao longo do período analisado. Esse resultado sugere que fatores como PIB, importação, população e área florestal, específicos de cada país, exercem um peso mais relevante na dinâmica agrícola, conforme apontam Jayne et al. (2019) e Von Braun (2021).

**Tabela 4 - África Ocidental:** Sumario das variáveis que influenciam na Tag (1990 a 2021).

	Estimativa	Erro padrão	t	Pr(> z )
(Intercepto)	10.99	0.563	19.520	< 2e-16 ***
Pop	-0.005	0.029	-0.179	0.857
Pib	0.025	0.009	2.627	0.008**
Aflo	-0.041	0.057	-0.719	0.47211
Imp	-0.058	0.010	-5.352	8.69e-08 ***

**Fonte:** Elaboração do próprio autor, 2025. Fonte de dados: WorlBank (2025).

**Figura 15 - África Ocidental:** Variáveis que influenciam na Tag (1990 a 2021).



**Fonte:** Elaboração do próprio autor, 2025. Fonte de dados: WorldBank (2025).

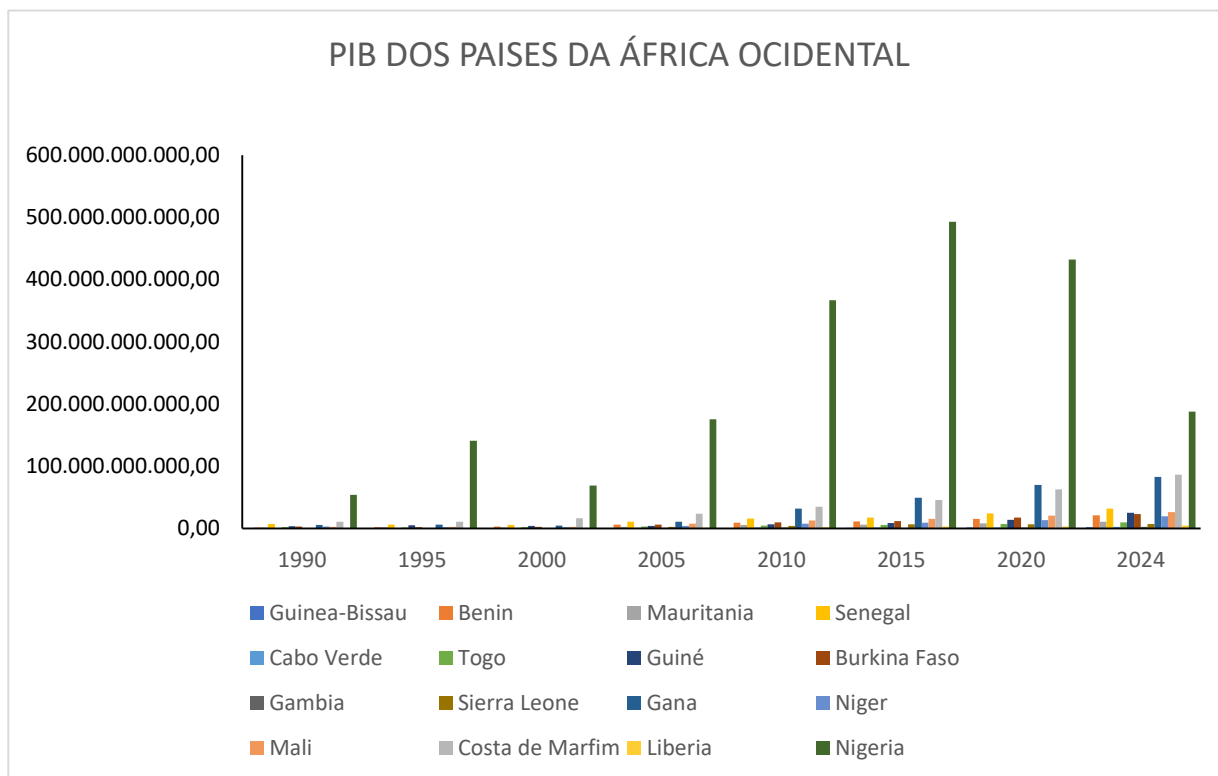
O intercepto estimado foi significativo ( $\beta = 10,99$ ;  $p < 0,001$ ), revelando que, mesmo após o controle das variáveis explicativas, existe um nível médio elevado de terras agrícolas. Esse achado reflete a forte dependência da região em relação à agricultura como base econômica, conforme indicado pela FAO (2020).

Entre os efeitos fixos, observou-se que o Produto Interno Bruto (PIB) apresenta associação positiva e estatisticamente significativa com a área de terras agrícolas ( $\beta = 0,0257$ ;  $p = 0,0086$ ), indicando que o crescimento econômico regional está correlacionado à expansão da agricultura. Esse resultado sugere que a intensificação da atividade econômica, impulsionada principalmente pelos setores agrícola e de exportação de commodities, contribui diretamente para o aumento do uso do solo (UNCTAD, 2023).

O Produto Interno Bruto (PIB) é amplamente reconhecido como um dos indicadores mais importantes da economia, sendo utilizado para medir o nível de produção de um país com base em valores monetários. Ele serve também de referência para outros indicadores, como a taxa de crescimento econômico (Veríssimo; Correia, 2017).

Entre 1990 e 2024, o PIB agregado dos países da África Ocidental registrou um crescimento expressivo de 449,52%, enquanto o PIB global aumentou 385,96% no mesmo período. Apesar desse avanço, em 2024 a participação da região no PIB mundial permaneceu modesta, representando apenas cerca de 0,49% do total global.

Figura 16 - PIB dos países da África Ocidental



Fonte: Elaboração dos autores, 2025. Fonte de dados: World Bank

Os países da África Ocidental apresentam desempenhos econômicos variados. Em 2024, os três maiores PIBs da região são: Nigéria, Costa do Marfim e Gana responderam por 65,41% do PIB regional. A Nigéria, que em 2015 representava 71% desse total (Allen, 2016), reduziu sua participação para cerca de 34,39% em 2024.

Entre 1990 e 2024, os maiores crescimentos do PIB foram Gana (1.306,42%), Libéria (1.135,69%) e Sierra Leone (1.061,84%). Já os menores crescimentos de 1990 a 2024, vieram de Nigéria (247,47%), Guiné-Bissau (234,26%) e Togo (331,62%) (World Bank, 2025). A Nigéria apesar de não estar na lista dos países que mais cresceram, é o país com maior PIB da sub-região.

O Produto Interno Bruto (PIB) é um dos principais indicadores do desempenho econômico de um país. Em 2022, o PIB da Nigéria alcançou aproximadamente US\$ 477,4 bilhões, posicionando o país na 31ª colocação entre as maiores economias do mundo (Dados Mundiais, 2025). No entanto, em 2024, o PIB nigeriano sofreu uma queda significativa, atingindo US\$ 187,75 bilhões, o que representa uma redução de cerca de 60% em relação a 2022 (World Bank, 2023).

Segundo dados do World Bank (2025), a Nigéria registrou uma taxa de inflação em torno de 33,24%. Essa crise inflacionária é atribuída, em grande parte, a duas

mudanças estruturais implementadas pelo governo eleito há aproximadamente 15 meses: a eliminação parcial dos subsídios aos combustíveis e a adoção de um regime de câmbio flutuante. Em conjunto, essas medidas desencadearam aumentos expressivos nos preços ao consumidor.

O crescimento do PIB nos países da África Ocidental está fortemente atrelado às exportações de mercadorias, especialmente de produtos primários. Guiné (43,9%), Mauritânia (39,52%) e Libéria (25%) são exemplos de economias altamente dependentes desse tipo de exportação (World Bank, 2023).

A variável Importação (Imp) apresentou um efeito negativo e altamente significativo ( $\beta = -0,0580$ ;  $p < 8.69e-08$ ), os resultados revelam que a maior dependência de importações tende a reduzir a expansão agrícola interna, refletindo um processo de substituição produtiva que reforça a dependência externa e a vulnerabilidade das economias africanas no comércio agrícola internacional (Rakotoarisoa et al., 2011).

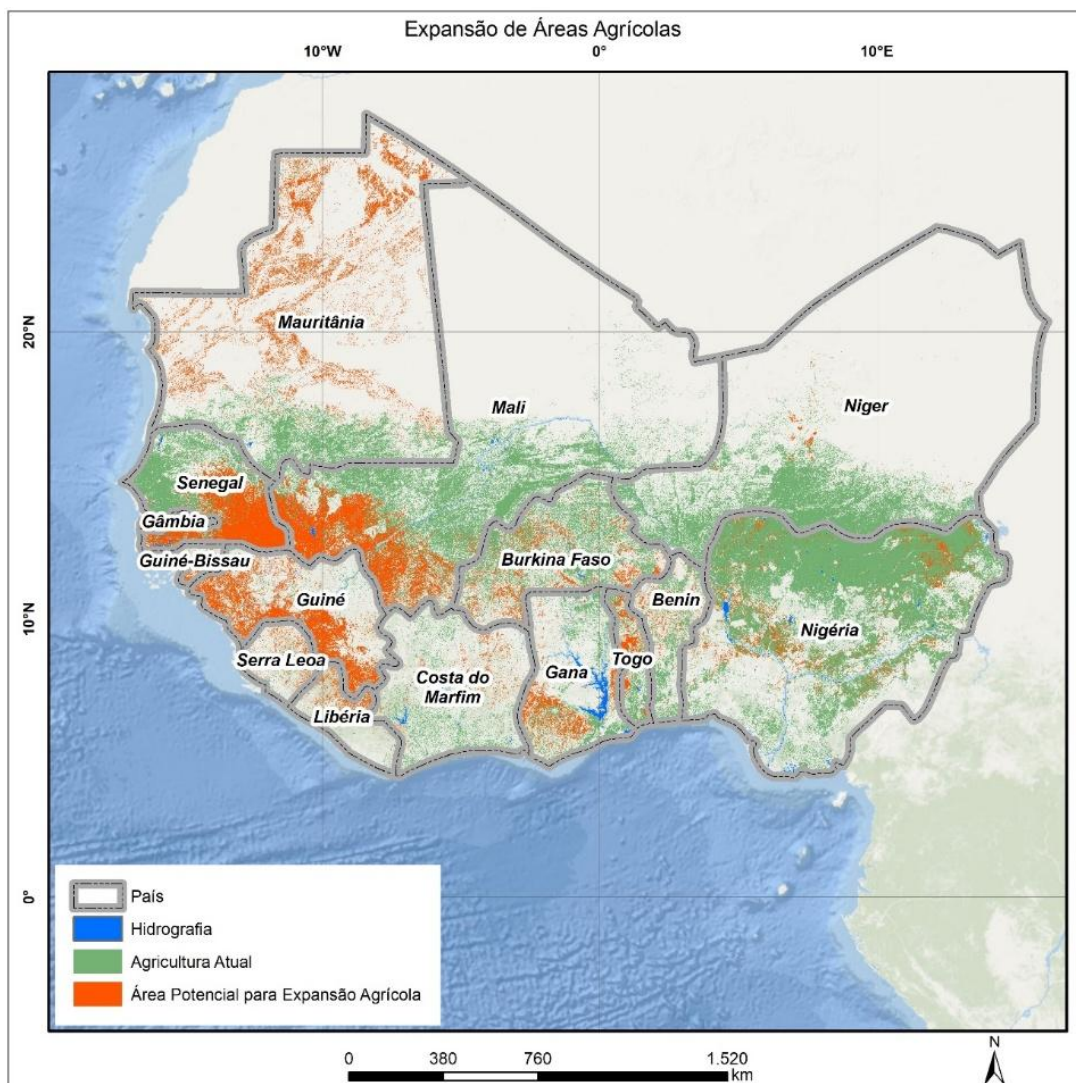
À medida que os países da sub-região ampliam suas importações de alimentos e matérias-primas agrícolas, a pressão sobre a conversão de novas áreas de terra para cultivo tende a diminuir. Em termos econômicos, esse padrão pode ser interpretado como um efeito de substituição, no qual o consumo doméstico é parcialmente atendido por produtos importados, reduzindo a necessidade de expansão territorial para atender à demanda interna (Odjo, 2024).

Assim, a análise evidencia que o processo de expansão agrícola na África Ocidental está intimamente ligado ao desempenho econômico e às dinâmicas comerciais, reforçando a necessidade de políticas que conciliem crescimento produtivo e conservação ambiental. Estratégias de intensificação sustentável e gestão territorial integrada podem mitigar os impactos socioambientais e promover maior resiliência no uso da terra frente às mudanças climáticas e às flutuações econômicas globais.

### **4.3 Random Forest**

A **figura 17** ilustra a distribuição espacial das áreas atualmente ocupadas pela agricultura (em verde) e as áreas potenciais para expansão agrícola (em laranja) na África Ocidental. Observa-se uma forte concentração da atividade agrícola nas zonas costeiras, em contraste com o norte semiárido dominado pelo Sahel, onde as condições climáticas limitam a produção.

Figura 17 - Distribuição atual e potencial de expansão das áreas agrícolas nos países da África Ocidental



Fonte: Elaboração dos autores (2025). Fonte: SOILGRIDS.

As áreas de maior densidade agrícola atual concentram-se em países como Nigéria (100.951,51 km<sup>2</sup>), Mali (54.992,97 km<sup>2</sup>) e Niger (49.894,66 km<sup>2</sup>). Em contrapartida, o mapeamento revela extensas zonas com potencial para expansão agrícola, com destaque para Mali (114.706,33 km<sup>2</sup>) e Mauritânia (98.014,79 km<sup>2</sup>), localizados na região do Sahel. Essa região, caracterizada como uma faixa de transição entre o deserto do Saara e as savanas tropicais, compreende países como Mauritânia, Níger, Burkina Faso e Mali.

A região de Sahel é palco de diversas tensões e conflitos que a definem como um espaço geopoliticamente instável. A conflitualidade regional é alimentada por um conjunto de problemas estruturais e conjunturais de naturezas diferentes que se articulam de forma complexa e multiescalar. Elevadas taxas de pobreza, crescimento demográfico

acelerado, desertificação, crises políticas e sociais e baixo nível de controle territorial por parte dos Estados (Moraes, 2022).

No caso do Mali, embora o setor agrícola seja vulnerável às mudanças climáticas, políticas públicas têm sido implementadas para mitigar esses efeitos (Tanveer et al., 2011). Desde 2006, o governo maliano tem promovido reformas voltadas à modernização do setor agrícola, em articulação com parceiros estratégicos para captar investimentos.

As ações se concentram no aumento da produtividade, fortalecimento de cadeias produtivas, ampliação da irrigação, acesso ao crédito e gestão sustentável dos recursos naturais. O objetivo é, no médio prazo, elevar a produtividade de pequenos produtores e, a longo prazo, garantir a segurança alimentar por meio de tecnologias sustentáveis e monitoramento coordenado (World Bank, 2020).

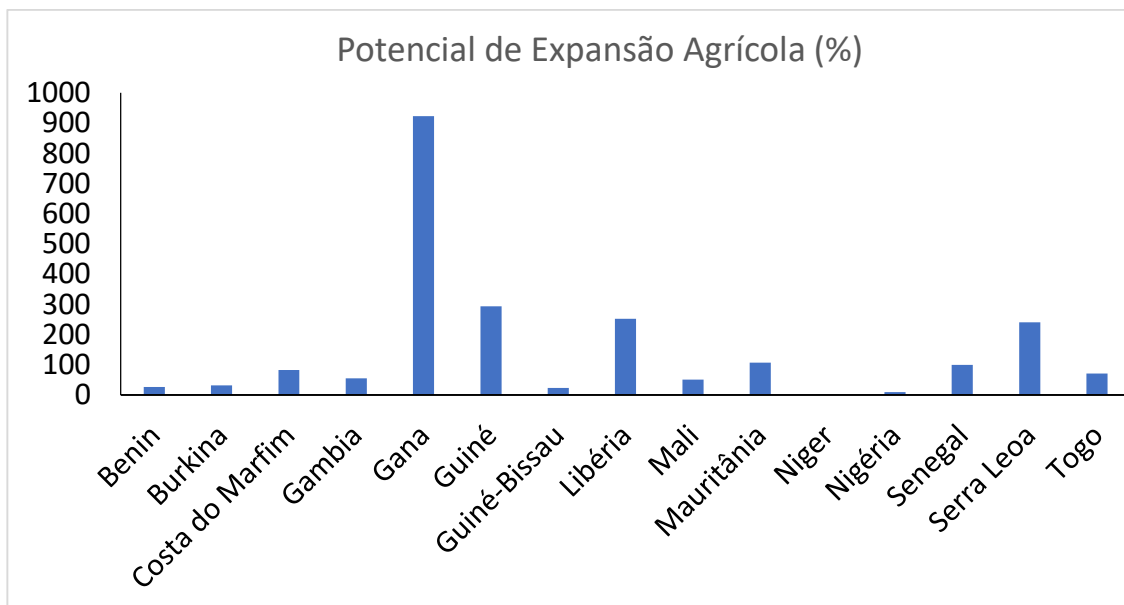
Na Mauritânia, o setor rural representa 62% da base de subsistência da população mauritana, contribuindo com 17% do PIB e gerando 21% dos empregos (FAO, 2025). O país majoritariamente é desértico e a expansão agrícola depende do uso intensivo de tecnologias. O governo tem investido em agroinformática e técnicas modernas como sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica, buscando otimizar a produção agrícola (FAO, 2024).

A região do Sahel enfrenta desafios climáticos intensos, como secas prolongadas, aumento das temperaturas, o que agrava a insegurança alimentar e os conflitos por recursos escassos, a prática de irrigação vem sendo uma alternativa. A irrigação desempenha papel essencial na resiliência agrícola, permitindo produção estável mesmo em cenários de chuva irregular (Rufin et al., 2018). Segundo Allen et al. (2011), entender a dinâmica histórica e atual das terras irrigadas é fundamental para orientar políticas públicas eficazes em regiões com uso limitado de recursos hídricos.

O Sistema de irrigação é utilizado para aumentar a produtividade e qualidade da lavoura, utilizando o controle hídricos, irrigando a plantação de forma sistematizada, por meio do estudo aprofundado dos fatores, tais como o clima, cultura, análise do solo e topografia, obedecendo a peculiaridade de cada cultura em relação a necessidade da água.

A **Figura 18**, apresenta em termos percentuais, o potencial de expansão agrícola nos países da África Ocidental.

Figura 18 - Potencial de Expansão Agrícola



Fonte: *Elaboração dos autores (2025). Fonte: SOILGRIDS.*

Entre os países da África Ocidental, Gana (923,37%), Guiné (294%) e Libéria (252,41%) destacam-se como aqueles com maior potencial de expansão agrícola em termos percentuais. Em contrapartida, Níger, Nigéria e Guiné-Bissau apresentam menores perspectivas de expansão.

Em Gana, a agricultura é um dos pilares da economia. As principais culturas cultivadas incluem cacau, óleo de palma, borracha, algodão, além de alimentos como milho, arroz, inhame, mandioca e banana-da-terra. O cacau é, sem dúvida, a cultura comercial mais relevante, representando cerca de 30% da receita total de exportações (Roessler et al., 2022). O país ocupa a segunda posição global na produção de cacau (Bryant; Mitchell, 2021).

As políticas agrícolas em Gana priorizam o aumento da produtividade e da rentabilidade dos pequenos agricultores, como também a diversificação alimentar e nutricional, a expansão do financiamento rural, o fortalecimento de parcerias com o setor agroindustrial privado e a redução da pobreza rural, com ênfase no norte do país (Mordor Intelligence, 2025).

A Guiné, por sua vez, já desempenhou papel de destaque como principal produtora agrícola entre as antigas colônias francesas da África Ocidental. Entretanto, o setor passou por um processo de declínio, levando o país a tornar-se importador líquido de alimentos, apesar do elevado potencial agroprodutivo. A produção atual é predominantemente de pequena escala e voltada à subsistência. Apesar disso, há interesse

crecente de investidores estrangeiros, exemplificado por iniciativas voltadas à produção de arroz na região norte de Boké.

Conforme informações do Banco Mundial (2020), os principais entraves ao desenvolvimento agrícola da Guiné incluem restrições de acesso à terra e ao crédito, infraestrutura viária precária e deficiências logísticas (International Trade Administration, 2025). Embora o país disponha de extensos recursos hídricos, diversidade de solos e topografia favorável, esse potencial permanece subutilizado devido a políticas públicas frágeis, inconsistentes e, por vezes, mal formuladas (Banco Mundial, 2023).

A maior parte dos agricultores da África Ocidental dedicam-se à agricultura de subsistência, cultivando pequenas porções de terra apenas para atender às necessidades alimentares familiares. Entretanto, a infraestrutura insuficiente, o acesso limitado a tecnologias agrícolas, a falta de insumos e a ausência de serviços técnicos especializados comprometem a produtividade (FAO, 2025).

Na Guiné-Bissau, a produção é feita de forma artesanal, e a busca pela produtividade se dá apenas pela expansão da fronteira agrícola. A produção cresce não pelo desenvolvimento das novas tecnologias, mas sim pelo aumento da substituição da floresta nativa ou de áreas ocupadas com outros sistemas de cultivo (Seca et al., 2020).

A expansão agrícola nos países da África Ocidental, apesar de representar uma oportunidade para a segurança alimentar e o desenvolvimento socioeconômico, levanta preocupações significativas no tocante à conservação ambiental (Lambin; Meyfroidt, 2011).

Cerca de 65% da população africana depende da agricultura como principal fonte de sustento. Ainda assim, o continente possui as menores taxas de produtividade agrícola do mundo. Enquanto a Índia aumentou sua produtividade de 0,95 para 2,53 toneladas por hectare em 50 anos, a média africana permanece em torno de 1,5 t/ha. Isso ocorre apesar da ampla disponibilidade de terras no continente até seis vezes mais que na Índia ou na China (Lopes, 2022).

A taxa de desmatamento na África é alarmante: cerca de 4 milhões de hectares de florestas são perdidos anualmente, o que representa quase o dobro da média global (FAO, 2021). Nesse cenário, aumentar a produtividade por meio da intensificação agrícola tem sido considerado uma estratégia central por governos africanos e instituições internacionais para suprir a demanda crescente por alimentos.

Essa intensificação pode incluir práticas como manejo integrado da fertilidade do solo e controle de pragas, mecanização, uso de agroquímicos e adoção de variedades de culturas geneticamente melhoradas. Tais tecnologias permitem aos agricultores alcançar ganhos de produtividade e eficiência no uso dos recursos.

Entretanto, esses ganhos também podem gerar efeitos indesejados. O aumento da rentabilidade pode incentivar os produtores a expandir suas áreas cultivadas, na expectativa de maiores lucros. Esse fenômeno é conhecido como **efeito rebote** ou **paradoxo de Jevons**, segundo o qual melhorias na eficiência do uso de recursos podem, paradoxalmente, levar a um aumento do consumo desses mesmos recursos (Hertel, 2012; Giampietro; Mayumi, 2018). Evidências desse fenômeno foram observadas em países como Brasil e Indonésia, onde o aumento da produtividade contribuiu para acelerar o desmatamento (Byerlee; Stevenson; Villoria, 2014).

Apesar disso, muitos programas de intensificação agrícola na África Subsaariana continuam a ignorar os riscos associados à expansão agrícola decorrente da eficiência. Tais iniciativas são frequentemente projetadas com base na premissa de que o aumento da produtividade reduzirá a pressão sobre os ecossistemas naturais, ao invés de promovê-la (Benton; Harwatt, 2022). No entanto, essa suposição pode ser equivocada, sobretudo quando as políticas agrícolas e ambientais operam de forma desconectada.

Assim, torna-se necessário reconhecer que a intensificação agrícola, por si só, não é garantia de conservação ambiental. A expansão agrícola não planejada e não monitorada pode agravar a degradação dos recursos naturais, mesmo quando há aumento de produtividade. Por outro lado, uma expansão agrícola planejada e fundamentada em evidências científicas pode mitigar impactos negativos e promover sinergias entre produção de alimentos e conservação ambiental. Para isso, é essencial integrar políticas públicas, tecnologias geoespaciais e incentivos à agroecologia, garantindo que o avanço da fronteira agrícola na África Ocidental ocorra de forma sustentável, sem comprometer os ecossistemas vitais da região.

#### **4.4 Uso de Tecnologia na Agricultura**

A tecnologia está presente em diversas esferas da produtividade, transformando continuamente as relações de trabalho, conhecimento e convivência. Nesse sentido, ela é ampla e não se limita apenas a instrumentos modernos (Dias; Ventura; Bueno, 2023). No Brasil, por exemplo, a agricultura passou por significativas transformações ao longo do tempo. Inicialmente, predominava o modelo tradicional, conhecido como Agricultura 1.0,

baseado em métodos rudimentares, intensa mão de obra humana e tração animal, com baixa aplicação de tecnologia realidade que se estendeu até meados do século XX (Viola; Mendes, 2022).

Atualmente, a chamada Agricultura 4.0 representa uma nova era no cultivo agrícola. Esse modelo incorpora práticas de agricultura de precisão, automação, robótica, Big Data e tecnologias de informação e comunicação (TIC), consolidando o conceito de fazendas digitais ou fazendas inteligentes (Massruhá; Leite, 2017). Nos países da África Ocidental, esse avanço tecnológico tem impulsionado a modernização do setor agrícola, com foco em aumentar a produtividade, otimizar o uso dos recursos e garantir a segurança alimentar.

Tecnologias como sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG), drones, plataformas digitais e ferramentas de previsão climática estão cada vez mais presentes em programas nacionais e iniciativas regionais, especialmente em países como Gana, Nigéria e Senegal. Em Gana, por exemplo, o programa governamental *Planting for Food and Jobs* promoveu o uso de sementes melhoradas, fertilizantes subsidiados e tecnologias digitais para monitoramento de safras, contribuindo significativamente para o aumento da produção de milho, arroz e mandioca (MOFA, 2019). Startups como Esoko e Farmerline têm ampliado o acesso à informação entre pequenos agricultores, oferecendo serviços de SMS e aplicativos móveis com dados sobre preços de mercado, clima e boas práticas agrícolas (Aker, 2011).

Essa evolução está fortemente associada à transferência tecnológica. Na era moderna, a busca por alta produtividade vem acompanhada da exigência por eficiência econômica, geração de riqueza e sustentabilidade. As inovações tecnológicas são, portanto, essenciais e exigem a colaboração entre diferentes atores para seu desenvolvimento e aprimoramento (Sabonaro; Carmo, 202).

Além disso, os avanços da Agricultura 4.0 permitem uma produção rural mais eficiente, com redução do uso de recursos naturais, como a água, e menor aplicação de fertilizantes e agrotóxicos, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais. Na Nigéria, o uso de drones e imagens de satélite para mapeamento agrícola e monitoramento de culturas tem ganhado espaço, especialmente por meio de iniciativas como a AgroMall, que combina tecnologias digitais com microcrédito, assistência técnica e capacitação de agricultores em regiões remotas (CGIAR, 2019). Adicionalmente, sensores de umidade do solo e sistemas de irrigação inteligente vêm sendo adotados para combater os efeitos das mudanças climáticas, particularmente no norte do país.

No Senegal, o programa *Digital Senegal for Inclusive Growth* tem promovido plataformas digitais que conectam agricultores diretamente aos mercados e consumidores, além de tecnologias de irrigação movidas a energia solar para áreas sem acesso à rede elétrica (FAO, 2022). No entanto, apesar desses avanços, ainda persistem desafios significativos, como a baixa alfabetização digital nas áreas rurais, a infraestrutura limitada e o acesso restrito a financiamento para aquisição de tecnologias.

A tecnologia da informação tem se tornado um pilar fundamental na agricultura moderna, especialmente no contexto da agricultura de precisão. Ferramentas como GPS, SIG e sensores são amplamente utilizadas para coleta e análise de dados sobre o solo, produtividade e clima, otimizando o processo de tomada de decisão no campo. Além disso, tecnologias embarcadas em aeronaves auxiliam na estimativa de safras e mapeamento agrícola, potencializando o planejamento rural (Monteleone, 2022).

Em síntese, a incorporação de tecnologias no setor agrícola tem o potencial de transformar positivamente a agricultura na África Ocidental, promovendo maior produtividade, sustentabilidade e inclusão socioeconômica. No entanto, para que esses benefícios sejam plenamente alcançados, é fundamental superar as barreiras estruturais e investir em políticas públicas integradas que promovam o acesso equitativo às inovações tecnológicas no campo.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A África Ocidental é composta por uma ampla variedade de ecossistemas e um número igualmente elevado de sistemas de produção de alimentos. A agricultura representa o principal motor da economia regional, sustentando a subsistência da maior parte da população e desempenhando papel fundamental na geração de emprego e renda.

Nos países da sub-região, a expansão agrícola exerce crescente pressão sobre as paisagens naturais, resultando na substituição e fragmentação de savanas, bosques e florestas. Apenas algumas áreas protegidas, dispersas pelo território, permanecem relativamente preservadas, destacando-se em meio ao avanço das atividades agrícolas. Essas áreas são particularmente visíveis em Burkina Faso, Gana, Togo, Benin e Nigéria. A Libéria ainda conserva extensas áreas de vegetação natural, mas sinais de transformação e perda de cobertura florestal também já são observados.

Historicamente, o aumento da produção agrícola na África Ocidental tem ocorrido, em grande parte, por meio da expansão da área cultivada, frequentemente à custa da degradação de florestas e ecossistemas naturais. Essa dinâmica de uso da terra

tem contribuído para o aumento do desmatamento, da erosão do solo e da emissão de gases de efeito estufa, agravando os desafios ambientais e climáticos enfrentados pela região. Estudos recentes apontam que, embora a expansão agrícola tenha impulsionado o crescimento econômico, ela também compromete a sustentabilidade ecológica e a segurança alimentar de longo prazo.

Os países africanos mantêm um perfil exportador fortemente baseado em recursos naturais, com uma pauta de exportações predominantemente composta por produtos primários, como petróleo, ouro, diamantes, minérios e commodities agrícolas. Entre 1990 e 2021, observou-se que 82% do aumento das exportações de mercadorias está associado à expansão das áreas agrícolas, o que tem gerado perdas significativas de biodiversidade e alterações na estrutura dos ecossistemas. Esses resultados indicam que a agricultura voltada para o mercado externo tem desempenhado um papel central na reconfiguração territorial e econômica da região, atuando como um dos principais vetores de transformação e de pressão sobre o meio ambiente.

Os resultados estatísticos deste estudo evidenciam que as variáveis com influência significativa na expansão das áreas agrícolas, com 95% de intervalo de confiança, são o Produto Interno Bruto (PIB) e a Importação de mercadorias. O PIB apresentou associação positiva e estatisticamente significativa com a área de terras agrícolas ( $\beta = 0,0257$ ;  $p = 0,0086$ ), indicando que o crescimento econômico regional está correlacionado à ampliação da fronteira agrícola. Esse resultado sugere que a intensificação da atividade econômica, impulsionada principalmente pelos setores agrícola e de exportação de commodities, contribui diretamente para o aumento do uso do solo e, conseqüentemente, para a conversão de ecossistemas naturais em áreas de cultivo.

Por outro lado, a variável Importação (Imp) apresentou efeito negativo e altamente significativo ( $\beta = -0,0580$ ;  $p < 8.69e-08$ ), revelando que a maior dependência de produtos importados tende a reduzir a expansão agrícola interna. Esse padrão indica um processo de substituição produtiva, no qual o aumento das importações diminui a necessidade de ampliação das áreas de cultivo locais. Contudo, esse movimento também reforça a dependência externa e a vulnerabilidade das economias africanas frente às oscilações do comércio agrícola internacional.

O modelo Random Forest revelou que as áreas de maior densidade agrícola atual concentram-se em países como Nigéria (100.951,51 km<sup>2</sup>), Mali (54.992,97 km<sup>2</sup>) e Níger (49.894,66 km<sup>2</sup>). Em contrapartida, o mapeamento identificou extensas zonas com alto potencial para expansão agrícola, principalmente em Mali (114.706,33 km<sup>2</sup>) e Mauritânia

(98.014,79 km<sup>2</sup>), ambos localizados na região do Sahel. Essa faixa de transição entre o deserto do Saara e as savanas tropicais, que abrange países como Mauritânia, Níger, Burkina Faso e Mali enfrenta intensos desafios climáticos e de degradação ambiental, mas também representa uma das principais fronteiras agrícolas emergentes do continente. Cabe destacar que, neste estudo, o modelo Random Forest não incorporou variáveis climáticas, como temperatura média e precipitação anual, que são fatores determinantes para a dinâmica agrícola e ambiental na região. A ausência desses parâmetros limita parcialmente a capacidade explicativa do modelo em relação às interações entre clima, uso da terra e produtividade agrícola. Assim, recomenda-se que futuras pesquisas integrem variáveis climáticas e edáficas aos modelos de aprendizado de máquina, de modo a aprimorar a acurácia preditiva e a compreensão das interdependências entre fatores ambientais e socioeconômicos na expansão agrícola da África Ocidental.

Nos últimos anos, observa-se o avanço de inovações tecnológicas na agricultura da África Ocidental, com o uso crescente de sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG) e modelos preditivos baseados em aprendizado de máquina, como o Random Forest, que têm permitido mapear áreas de risco ambiental, monitorar o desmatamento e planejar estratégias de uso sustentável do solo. Além disso, práticas de agricultura de precisão, o uso de bioinsumos e a adoção de tecnologias digitais rurais vêm contribuindo para aumentar a eficiência produtiva e reduzir os impactos ambientais, ainda que de forma desigual entre os países.

Dessa forma, os resultados demonstram que a transformação territorial e econômica da África Ocidental está profundamente ligada à interação entre crescimento agrícola, comércio internacional, desmatamento e inovação tecnológica. A consolidação de uma agricultura sustentável na região dependerá da capacidade dos países em equilibrar a produção com a conservação ambiental, por meio de políticas públicas integradas e investimentos em tecnologia verde e infraestrutura climática adaptativa.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOLPH, B.; JELLASON, N. P.; KWENYE, J. M.; JO, D.; DRAY, A. G.; WOABER, P. O. W.; JEARY, K.; FRANKS, P. Exploring Farmers' Decisions on Agricultural Intensification and Cropland Expansion in Ethiopia, Ghana, and Zambia through Serious Gaming. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/3/556>. Acesso em: 13 out. 2025.
- AHMED, A.; SALLAM, A. Studying the volatility effect of agricultural exports on agriculture share of GDP: The case of Egypt. *African Journal of Agricultural*

- Research*, 2016.  
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11920>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- AKER, J. C. Dial “A” for agriculture: A review of information and communication technologies for agricultural extension in developing countries. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2011.00545.x>. Acesso em: 22 jun. 2022.
  - ALBA, P. J.; AMADO, T. J.; GIOTTO, E.; SCHOSSLER, D.; FIORIN, J. Agricultura de precisão: mapas de rendimento e de atributos de solo analisados em três dimensões. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n. 13, 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4090>. Acesso em: 11 fev. 2025.
  - ALLEN, Thomas; HEINRIGS, Philipp. Emerging opportunities in the West African Food Economy. Paris: OECD Publishing, 2016. 22 f. (West African Papers, No. 01). Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/development/emerging-opportunities-in-the-west-african-food-economy\\_5jlvfj4968jb-en;jsessionid=fJHXtFFBSmYrS-byHZUyAEU-FSz5bwarC-8xR46L.ip-10-240-5-172](https://www.oecd-ilibrary.org/development/emerging-opportunities-in-the-west-african-food-economy_5jlvfj4968jb-en;jsessionid=fJHXtFFBSmYrS-byHZUyAEU-FSz5bwarC-8xR46L.ip-10-240-5-172). Acesso em: 19 out. 2023.
  - ASHLEY, C; MAXWELL, S. Rethinking rural development. *Development Policy Review*, v. 19, n. 4, p. 395–425, 2001. Disponível em: <https://library.fes.de/libalt/journals/swetsfulltext/12093116.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.
  - World Bank. *Indicadores de Desenvolvimento Mundial*. 2025. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&country=BRA>. Acesso em: 13 out. 2025.
  - World Bank. World Development Indicators. Washington, DC: World Bank, 2023. Disponível em: <https://data.worldbank.org/>. Acesso em: 13 out. 2025.
  - BANCO MUNDIAL. World Development Indicators. Washington, DC: World Bank, 2023. Disponível em: <https://data.worldbank.org/>. Acesso em: 13 agost. 2025.
  - BANCO MUNDIAL. World Development Indicators. Washington, DC: World Bank, 2023. <https://data.worldbank.org/>. Acesso em: 13 jun. 2025.
  - Bates, D.; Mächler, M.; Bolker, B.; Walker, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, v. 67, n. 1, p. 1–48, 2015. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/article/view/v067i01>. Acesso em: 22 set. 2023.
  - BELLO-SCHÜNEMANN, J. O boom populacional da África: fardo ou oportunidade? *The Broker*, 2017. Disponível em: <http://www.thebrokeronline.eu/Blogs/Sahel-Watch-aliving-analysis-of-the-conflict-in-Mali/Population-boom-in-West-Africa-burden-oroportunidade>. Acesso em: 13 out. 2025.
  - BENTON, T.; HARWATT, H. Sustainable Agriculture and Food Systems: Comparing Contrasting and Contested Versions. 2022. Disponível em: [https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2022-05/2022-05-24-sustainable-agriculture-benton-harwatt\\_4.pdf](https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2022-05/2022-05-24-sustainable-agriculture-benton-harwatt_4.pdf). Acesso em: 22 jun. 2023.
  - BOAHEN, ALBERT ADU. História Geral da África. Volume VII: África sob dominação colonial, 1880–1935. Brasília: UNESCO, 2010.. Disponível em: [https://lemad.fflch.usp.br/sites/lemad.fflch.usp.br/files/hist\\_geral\\_7\\_0.pdf](https://lemad.fflch.usp.br/sites/lemad.fflch.usp.br/files/hist_geral_7_0.pdf). Acesso em: 18 de abril de 2025.

- BREIMAN, L. et al. Random Forests. 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010933404324>. Acesso em: 13 out. 2025.
- BREIMAN, L. Random Forests. *Machine Learning*, v. 45, p. 5–32, 2001. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010933404324#preview>. Acesso em: 13 out. 2025.
- BRYANT, C.; MITCHELL, M. I. The political ecology of cocoa in Ghana: Past, present and future challenges. 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1477-8947.12232> Acesso em: 19 out. 2025.
- BYERLEE, D.; STEVENSON, J.; VILLORIA, N. Does intensification slow crop land expansion or encourage deforestation? 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221191241400011X>. Acesso em: 14 out. 2024.
- CALI, V. J. reestruturação da rede urbana e o seu contributo para o ordenamento do território da Guiné-Bissau. Guiné-Bissau, p. 1-121. 2012. Trabalho da pesquisa de dissertação (Mestrado em Gestão do Território) Universidade Nova de Lisboa. Lisboa Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/7795/1/Trabalho%20de%20Projecto%20Cali%2016%20Abril%202012%20VF.pdf>. Acesso em: 18 de março de 2024.
- CAMPOS, L. F. Promoção de exportações: principais organizações envolvidas, estratégias e práticas em países selecionados. *Boletim de Economia e Política Internacional*, n. 30, Brasília: IPEA, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10980/4/bepi\\_30\\_promocao\\_exp\\_ortacoes.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10980/4/bepi_30_promocao_exp_ortacoes.pdf). Acesso em: 13 fev. 2025.
- CEDEAO (Comunidade Económica dos Estados da África Ocidental). CEDEAO dos Povos: Paz e prosperidade para todos. Disponível em: <https://www.ecowas.int/history-2/>. Acesso em: 18 de março de 2024.
- CELINA, C. U.; ENYIM, O. B. Exports and Nigerian’s economic growth: a co-integration analysis. *Asian Economic and Financial Review*, v. 2, n. ?, 2012. Disponível em: <https://archive.aessweb.com/index.php/5002/article/view/770>. Acesso em: 11 set. 2022.
- CENTENO, L. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. *Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade*, v. 4, n. 1, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/RBES/article/view/11576/7912>. Acesso em: 13 set. 2025.
- CGIAR. The Digitalisation of African Agriculture Report 2018–2019. 2019. Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/101498>. Acesso em: 13 out. 2025.
- CHIVANDI, E.; MUKONOWENZOU, N.; NYAKUDYA, T.; ERLWANGER, K. H. Potential of indigenous fruit-bearing trees to curb malnutrition, improve household food security, income and community health in Sub-Saharan Africa: A review. *Food Research International*, v. 76, p. 980–985, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996915300600>. Acesso em: 13 jan. 2025.

- COSTA, F. S. Influência do transporte no uso da terra: o potencial de viabilização da produção de soja na Amazônia Legal devido ao desenvolvimento da infraestrutura de transportes. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 39, n. 2, 2019.  
Disponível em: <https://app.periodikos.com.br/article/5d8b9ece0e8825613df2a2f5/pdf/resr-39-2-27.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.
- CUA; OCDE. Dinâmicas do desenvolvimento em África 2019: Alcançar a transformação produtiva. Addis Ababa: African Union Commission; Paris: OECD Publishing, 2019.  
Disponível em: [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/11/africa-s-development-dynamics-2019\\_e652cae6/c1cd7de0-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/11/africa-s-development-dynamics-2019_e652cae6/c1cd7de0-en.pdf). Acesso em: 13 out. 2025.
- DADOS MUNDIAIS. Economia. 2025. Disponível em: <https://www.dadosmundiais.com/afrika/nigeria/index.php>. Acesso em: 13 out. 2025.
- DIAS, F. X.; VENTURA, R.; BUENO, M. P. Transferência de tecnologia na agricultura 4. 2023. Disponível em: [https://biblioteca.unisced.edu.mz/bitstream/123456789/3447/1/Transferencia\\_de\\_tecnologia\\_na\\_agricultura\\_40.pdf](https://biblioteca.unisced.edu.mz/bitstream/123456789/3447/1/Transferencia_de_tecnologia_na_agricultura_40.pdf). Acesso em: 22 jun. 2024.
- ECOWAS - COMUNIDADE ECONÔMICA DOS ESTADOS DA ÁFRICA OCIDENTAL. Agriculture and Food in West Africa: Trends, Performances and Agricultural Policies. Abuja: ECOWAS Commission, 2015. 138 f.  
Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1dfd6cfc-1eff-417f-8651-0a916d5f297f/content>. Acesso em: 13 out. 2025.
- Embrapa. Textura do solo. 2025. Disponível em: <https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/webambiente/wiki/doku.php?id=webambiente:textura>. Acesso em: 13 out. 2025.
- Fage, J. D. África Ocidental: região, África. 2025. Disponível em: <https://www.britannica.com/place/western-Africa>. Acesso em: 13 out. 2025.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Grandes oportunidades para o crescimento agrícola na África Ocidental. 2025.  
Disponível em: <https://www.fao.org/portugal/noticias/detail/en/c/298370/>. Acesso em: 13 out. 2025.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Statistics Division: Data. 2015.  
Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- FAO. Family Farming Knowledge Platform. 2025. Disponível em: <https://www.fao.org/family-farming/countries/mrt/en/>. Acesso em: 13 jun. 2025.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2021.  
Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7e6336f8-d90d-4936-805b-f612a218f0c8/content>. Acesso em: 22 jun. 2023.

- FAO. Investment FAO. Mauritania Proposal. 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/hand-in-hand/previous-editions/hih-IF-2024/mauritania/en> Acesso em: 13 jun. 2025.
- FAO. Principais solos para produção de alimentos na África. Roma: FAO. 2025. Disponível em: <https://www.fao.org/4/t1696e/t1696e07.htm>. Acesso em: 13 out. 2025.
- FAO. The Digital Agriculture Revolution in Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc3124en> . Acesso em: 22 jun. 2023.
- FAO. The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/interactive/state-of-food-agriculture/2020/en/>. Acesso em: 12 nov. 2025.
- FAO. *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation for transforming agrifood systems*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6fa56152-c232-4bc6-8eee-7d413261ad64/content>. Acesso em: 13 set. 2024.
- FAOSTAT. Food and agriculture data. 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 13 nov. 2025.
- Franks, P. et al. Reconciling forest conservation with food production in sub-Saharan Africa: case studies from Ethiopia, Ghana and Tanzania. Londres: IIED, 2017. Disponível em: <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/17605IIED.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2025.
- FRANKS, P.; JONES, X. H.; FIKREYESUS, D.; SINTAYEHU, M.; MAMUYE, S.; DANSO, E. Y.; MESHACK, C.; MCNICOL, I.; VAN SOESBERGEN, A. Reconciling forest conservation with food production in sub-Saharan Africa: case studies from Ethiopia, Ghana and Tanzania. 2017. Disponível em: <https://www.iied.org/17605iied> Acesso em: 13 abril 2022
- GIAMPIETRO, M.; MAYUMI, K. Desvendando a complexidade do paradoxo de Jevons: a ligação entre inovação, eficiência e sustentabilidade. 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/energy-research/articles/10.3389/fenrg.2018.00026/full>. Acesso em: 13 out. 2024.
- GIL, A. C. Como elaborar um projeto de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: [https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod\\_resource/content/1/com\\_o\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/com_o_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf). Acesso em: 12 jan. 2025.
- GLOBAL FOREST WATCH. Perda de floresta primária na Nigéria. Disponível em: <https://www.globalforestwatch.org/> Acesso em: 13 out. 2025.
- GLOBALFORESTWATCH. Costa de Marfim. 2025. Disponível em: <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/CIV/>. Acesso em: 13 out. 2025.
- HANINK, D. M.; OWUSU, J. H. Has ECOWAS promoted trade among its members? *Journal of African Economies*, v. 7, n. 3, p. 363–383, 1998. Disponível em: <https://academic.oup.com/jae/article/7/3/363/800094>. Acesso em: 13 out. 2025.

- HERTEL, T. Implications of Agricultural Productivity for Global Cropland Use and GHG Emissions: Borlaug vs. Jevons. 2012. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/283487/?v=pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.
- HOLLINGER, F.; STAATZ, J. M. Agricultural Growth in West Africa. Roma: FAO, 2015. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1dfd6cfc-1eff-417f-8651-0a916d5f297f/content>. Acesso em: 13 out. 2025.
- IJUO, O. A.; ANDOHOL, J. Agricultural Exports and Economic Growth in Selected West African Countries. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/340850716\\_Agricultural\\_Exports\\_and\\_Economic\\_Growth\\_in\\_Selected\\_West\\_African\\_Countries](https://www.researchgate.net/publication/340850716_Agricultural_Exports_and_Economic_Growth_in_Selected_West_African_Countries). Acesso em: 03 agost. 2025.
- INFOMONEY. Nigéria enfrenta sua pior crise econômica em uma geração. 2025. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/business/global/nigeria-enfrenta-sua-pior-crise-economica-em-uma-geracao/>. Acesso em: 13 set. 2025.
- INTERNATIONAL TRADE ADMINISTRATION. 2025. Disponível em: <https://www.trade.gov/>. Acesso em: 13 set. 2025.
- Issifou, Alfari. Landscapes of West Africa. U.S. Geological Survey (USGS), 2016. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/book/2016/70176549/70176549.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.
- JAYNE, T. S.; CHAMBERLIN, J.; HEADEY, D. D. Land pressures, the evolution of farming systems, and development strategies in Africa: a synthesis. *Food Policy*, v. 48, p. 1–17, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919214000888>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- JELLASON, N. P.; ROBINSON, E. J. Z.; CHAPMAN, A. S. A.; NEINA, D.; DEVENISH, A. J. M.; PO, J. Y. T.; ADOLPH, B. A Systematic Review of Drivers and Constraints on Agricultural Expansion in Sub-Saharan Africa. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/10/3/332>. Acesso em: 13 abril 2022.
- JONES, ARWYN. The Major Soil Types of Africa. Publications Office of the European Union, 2018. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC91922>. Acesso em: 13 out. 2025.
- KALDOR, NICHOLAS. A model of economic growth. *The Economic Journal*, v. 67, n. 268, p. 591–624, 1957.
- KEBEDE, Y.; BAUDRON, F.; BIANCHI, F. J. J. A.; TITTONELL, P. Drivers, farmers' responses and landscape consequences of smallholder farming systems changes in southern Ethiopia. 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14735903.2019.1679000>. Acesso em: 22 jun. 2023.
- KEYNES, J. M. A teoria geral do emprego, do juro e da moeda. São Paulo: Nova Cultural, 1993.
- LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. 2011. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1100480108>. Acesso em: 13 out. 2025.

- LEPSCH, I. F. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.
- LETICIA G. P. Classificação supervisionada de imagens sentinel-2 para identificação de floresta no parque natural de montesinho. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/30219/1/identificacaoflorestasnsoriamentoremoto.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.
- LOPES. Africa in Transformation. 2022. Disponível em: <https://www.amazon.com/Africa-Transformation-Economic-Development-Doubt/dp/3030012905>. Acesso em: 22 jun. 2023.
- MAMBA, E; ALI, E. Do agricultural exports enhance agricultural (economic) growth? Lessons from ECOWAS countries. *Food Policy*, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0954349X22001436>. Acesso em: 13 nov. 2025.
- MANCAL, A. A produção, o desempenho e o comércio internacional do setor agrícola da África Ocidental. 2018. disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-17072018-161628/publico/Ansu\\_Mancal.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-17072018-161628/publico/Ansu_Mancal.pdf) . Acesso em: 10 de novembro de 2023
- MCCULLOCH, C. E.; SEARLE, S. R. Generalized, Linear, and Mixed Models. New York: John Wiley & Sons, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/0471722073>. Acesso em: 22 jun. 2023.
- MELO, A. M. Análise de correlação e regressão linear simples: contabilometria aplicada em indicadores econômico-financeiros de 2009 das empresas de capital aberto do segmento de construção civil integrantes do novo mercado. *Congresso UFSC de Controladoria e Finanças*, 2014. Disponível em: <http://dvl.ccn.ufsc.br/congresso/anais/5CCF/20140407054337.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.
- MENDES, T. J. Estimativa da variação do estoque de carbono do solo em diferentes cenários de uso e manejo agropecuário no Estado do Maranhão. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/4a5b26c1-d7bc-4897-8dfd-5bdcd4ad87/content>. Acesso em: 13 out. 2025.
- MODEL. *Urban Science*, v. 2, n. 3, p. 39, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/urbansci2020039>. Acesso em: 13 out. 2025.
- MONTEIRO, F.; CATARINO, L.; BATISTA, D.; INDJAI, B.; DUARTE, M. C.; ROMEIRAS, M. M. Cashew as a High Agricultural Commodity in West Africa: Insights towards Sustainable Production in Guinea-Bissau. *Sustainability*, v. 9, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su9091666>. Acesso em: 13 set. 2025.
- MONTELEONE, S. Exploração da adoção da agricultura de precisão no contexto da agricultura 4.0: proposta de um modelo de gestão das operações de irrigação. 2022. 277 f. Tese (Doutorado em Administração) – Centro Universitário FEI, São Paulo. Disponível em: <https://repositorio.fei.edu.br/items/1dac66d6-dde3-4788-876a-2e3cc06cb7b> . Acesso em: 13 out. 2025.

- MORAES, F. R. 1º Seminário Internacional GeoÁfrica. Áfricas em movimentos. 2022. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/82622190/Anais\\_seminario\\_GeoAfrica-libre.pdf?1648155450=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAnais\\_Io\\_Seminario\\_Internacional\\_GeoAfrica.pdf&Expires=1759777926&Signature=d4VWRK5oUiQVWW6omKZxIEML7Xyf~osqMNjlnhEK1uao1bctxVxPUCYqqZzNWh7EsGRIJ010f04uwuUWoLYeuUYM9gvItbkuBsVsO6~guxS5ytLKzmt0dpl7mDvghcTOe7Ybt-J1NUvn9F0N0D-QRBbTzXwma9AhPIYCZu155oKVf8rjEpYeDrawKfEnXpR~ZhtllCnVe8qcU~Mz5nGxVcwcc8hdG75kYk-oVauKe7oHxpOO8wS-gxenTdh4oEm-eAccU8KwN6thvq~Ml0aNT0FTYv3nOUQfIQJBdjzRvhvFd0zLmfdfC7Mj1BfurZDrNmQ-5-M1zKvBEzfeDNO7w &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=42](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/82622190/Anais_seminario_GeoAfrica-libre.pdf?1648155450=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAnais_Io_Seminario_Internacional_GeoAfrica.pdf&Expires=1759777926&Signature=d4VWRK5oUiQVWW6omKZxIEML7Xyf~osqMNjlnhEK1uao1bctxVxPUCYqqZzNWh7EsGRIJ010f04uwuUWoLYeuUYM9gvItbkuBsVsO6~guxS5ytLKzmt0dpl7mDvghcTOe7Ybt-J1NUvn9F0N0D-QRBbTzXwma9AhPIYCZu155oKVf8rjEpYeDrawKfEnXpR~ZhtllCnVe8qcU~Mz5nGxVcwcc8hdG75kYk-oVauKe7oHxpOO8wS-gxenTdh4oEm-eAccU8KwN6thvq~Ml0aNT0FTYv3nOUQfIQJBdjzRvhvFd0zLmfdfC7Mj1BfurZDrNmQ-5-M1zKvBEzfeDNO7w &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=42). Acesso em: 17 set. 2025.
- MORDOR INTELLIGENCE. Agricultura em Gana: análise do tamanho do mercado e participação – tendências e previsões de crescimento (2024–2029). 2025. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/agriculture-in-ghana>. Acesso em: 13 set. 2025.
- Odike, Abraham Ijuo; Andohol, Jerome. Agricultural exports and economic growth in selected West African countries. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/340850716\\_Agricultural\\_Exports\\_and\\_Economic\\_Growth\\_in\\_Selected\\_West\\_African\\_Countries](https://www.researchgate.net/publication/340850716_Agricultural_Exports_and_Economic_Growth_in_Selected_West_African_Countries). Acesso em: 13 out. 2025.
- ODJO, S. Africa Agriculture Trade Monitor 2024. ReSAKSS / IFPRI, 2024. Disponível em: [https://www.resakss.org/sites/default/files/Africa%20Agriculture%20Trade%20Monitor%20%28AATM%29%202024\\_0.pdf](https://www.resakss.org/sites/default/files/Africa%20Agriculture%20Trade%20Monitor%20%28AATM%29%202024_0.pdf). Acesso em: 16 abril. 2025.
- ODJO, SUNDAY; BERTHE, ABDRAHMANE; DIALLO, MOUHAMADOU HADY. Africa in World Agricultural Trade: Recent Trends and Carbon Footprint. *Africa Agriculture Trade Monitor (AATM) 2023*. ReSAKSS, 2023. Disponível em: [https://www.resakss.org/sites/default/files/2024\\_aatm\\_individual\\_chapters/Chapter%202\\_AATM%202024.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.resakss.org/sites/default/files/2024_aatm_individual_chapters/Chapter%202_AATM%202024.pdf?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 13 out. 2025.
- OECD. Dinâmicas do desenvolvimento em África 2024. Paris: OECD Publishing, 2024. Disponível em: [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/pt/publications/reports/2024/07/africa-s-development-dynamics-2024\\_80022d4b/e323275f-pt.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/pt/publications/reports/2024/07/africa-s-development-dynamics-2024_80022d4b/e323275f-pt.pdf). Acesso em: 13 out. 2025.
- OECD. Dinâmicas do desenvolvimento em África 2024. Paris: OECD Publishing, 2024. Disponível em: [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/pt/publications/reports/2024/07/africa-s-development-dynamics-2024\\_80022d4b/e323275f-pt.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/pt/publications/reports/2024/07/africa-s-development-dynamics-2024_80022d4b/e323275f-pt.pdf). Acesso em: 13 out. 2025.
- PULROLNIK K. Transformações do carbono no solo. Brasília: Embrapa, 2009. Disponível em:

- <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/664366/1/doc264.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2023.
- RAKOTOARISOA, M. A.; IAFRATE, M.; PASCHALI, M. Why has Africa become a net food importer? FAO Trade and Markets Division, 2011. Disponível em:  
[https://www.fao.org/fileadmin/templates/est/PUBLICATIONS/Books/AFRICA\\_STUDY\\_BOOK\\_REVISIED\\_low\\_res.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/est/PUBLICATIONS/Books/AFRICA_STUDY_BOOK_REVISIED_low_res.pdf). Acesso em: 13 out. 2025.
  - RAMPHUL, O. Agricultural exports and the growth of agriculture in India. *Agricultural Economics*, v. 59, n. 5, p. 211–218, 2013. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/254256826\\_Agricultural\\_exports\\_and\\_the\\_growth\\_of\\_agriculture\\_in\\_India](https://www.researchgate.net/publication/254256826_Agricultural_exports_and_the_growth_of_agriculture_in_India). Acesso em: 25 set. 2025.
  - REFLOR-CV. Projeto florestal REFLOR-CV. 2023. Disponível em: <https://reflor.maa.gov.cv/>. Acesso em: 13 out. 2025.
  - RIBEIRO, K. D.; MENEZES, S. M.; MESQUITA, M. G. B. DE F.; SAMPAIO, F. M. T. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras-MG. *Ciência Agrotécnica*, v. 31, n. 4, p. 1167–1175, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000400033>. Acesso em: 10 jan. 2025.
  - ROESSLER, P.; PENGL, Y.; MARTY, R.; TITLOW, K.; WALLE, N. The cash crop revolution, colonialism and economic reorganization in Africa. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X22001243?via%3Dihub>. Acesso em: 19 out. 2025.
  - RUFIN, P.; MÜLLER, H.; SCHMIDT, M. Optimizing scale and accuracy in land use and land cover mapping of dryland ecosystems: a case study in West Africa. *Remote Sensing of Environment*, v. 216, p. 57–73, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.06.033>. Acesso em: 13 out. 2023.
  - SABONARO, D. Z.; CARMO, J. B. A. A transferência de tecnologia para o produtor rural: um caminho para a sustentabilidade. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 9, p. 120–132, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020120-132>. Acesso em: 22 jun. 2023.
  - SANCHEZ, E., MAGGI, M. F., GENÚ, A. M., & MÜLLER, M. M. L. (2017). Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno. 2017. Disponível em:  
<https://periodicos.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/3982>. Acesso em: 13 out. 2025.
  - SANTOS, M. C. Qualidade do solo sob atividade agropecuária no sul do Amazonas. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022. Disponível em:  
[https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8849/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_MarianaSantos\\_PPGCA.pdf](https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8849/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o_MarianaSantos_PPGCA.pdf). Acesso em: 13 out. 2025.
  - SEIDE, MAMADU. Integração regional e o desenvolvimento na África Ocidental: caso de Guiné-Bissau na CEDEAO. 2020. Monografia (Graduação em Relações Internacionais) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Ceará, 2020.. Disponível em:

- [https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1901/1/2020\\_mono\\_mamaduseidi.pdf](https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1901/1/2020_mono_mamaduseidi.pdf). Acesso em: 18 de abril de 2025.
- SEOK, J.; MOON, H. Agricultural exports and agricultural economic growth in developed countries: evidence from OECD countries. *Journal of International Trade & Economic Development*, v. 30, n. 7, p. 1004–1019, 2021. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/taf/jitecd/v30y2021i7p1004-1019.html>. Acesso em: 24 jun. 2025.
  - SILVA, A. M. Metodologia da pesquisa. Brasília: CAPES, 2015. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/432206/2/Livro\\_Metodologia%20da%20Pesquisa%20-%20Comum%20a%20todos%20os%20cursos.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/432206/2/Livro_Metodologia%20da%20Pesquisa%20-%20Comum%20a%20todos%20os%20cursos.pdf). Acesso em: 11 set. 2025.
  - SILVA, E. F; PINHEIRO, A. M; SOUZA, C. M. M; SANTOS, E. P. S; MORAIS, F. M. S; SILVA, J. A. SANTANA, J. C. A; RODRIGUES, L. L. L. S; FARIAS, M. L. LIMA, R. B; OLIVEIRA, S. C. SOUSA, W. K. Noções de solo como alicerce da produção agrícola. Mossoró: Editora da UFERSA, 2018. Disponível em: [https://edufersa.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/27/2019/07/Nocoos-de-solo-como-alicerce-da-produ%C3%A7%C3%A3o\\_UFERSA.pdf](https://edufersa.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/27/2019/07/Nocoos-de-solo-como-alicerce-da-produ%C3%A7%C3%A3o_UFERSA.pdf). Acesso em: 13 out. 2025.
  - SILVA, F. M. S.; SOUZA, Z. M.; FIGUEIRÊDO, C. A. P.; MARQUES JÚNIOR, J.; MACHADO, R. V. Variabilidade espacial de atributos químicos e de produtividade na cultura do café. *Ciência Rural*, v. 37, n. 2, p. 401–407, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/cQ7BKcsCWZdcQ3Mq6QkV9cf/?lang=pt#>. Acesso em: 13 out. 2025.
  - SITOIE, T. A. A nova Revolução Verde Africana: de que forma ela pode contribuir para erradicar a fome e a pobreza na África. *Revista Latinoamericana de Desenvolvimento Humano*, v. 5, n. 3, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/752/75216923003.pdf>. Acesso em: 12 set. 2025.
  - SOLOHUMICS. A importância do carbono orgânico total no solo. 2025. Disponível em: <https://solohumics.com.br/a-importancia-do-carbono-organico-total-no-solo-2/>. Acesso em: 13 out. 2025.
  - TANVEER, A. BUTT; MCCARL, B. A.; KERGNA, A. O. Policies for reducing agricultural sector vulnerability to climate change in Mali. 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/14693062.2006.9685580?needAccess=true>. Acesso em: 18 jun. 2025.
  - TRAORÉ, A.; MAWENDA, J.; KOMBA, A. W. Land-Cover Change Analysis and Simulation in Conakry (Guinea), Using Hybrid Cellular-Automata and Markov
  - UNCTAD. *Economic Development in Africa Report 2023: Export diversification and structural transformation*. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development, 2023. Disponível em: [https://unctad.org/system/files/official-document/aldcafrica2023\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/aldcafrica2023_en.pdf). Acesso em: 10 set. 2025.
  - UNCTAD. *Economic Development in Africa Report 2023: Export diversification and structural transformation*. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development, 2023. Disponível em: [https://unctad.org/system/files/official-document/aldcafrica2023\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/aldcafrica2023_en.pdf). Acesso em: 10 nov. 2025.

- UNECA. *Economic Report on Africa 2020 – Innovative Finance for Private Sector Development in Africa*. 2020. Disponível em: <https://www.uneca.org/publications/economic-report-africa-2020>. Acesso em: 13 set. 2023.
- Union Africana. Estados-Membros. 2025. Disponível em: [https://au.int/en/member\\_states/countryprofiles2](https://au.int/en/member_states/countryprofiles2). Acesso em: 10 nov. 2023
- USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos).. Tendências de uso e cobertura do solo na África Ocidental. 2023. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/land-use-and-land-cover-trends-west-africa#overview>. Acesso em: 20 de março de 2024.
- USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Expansão agrícola na África Ocidental. 2023. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/agricultural-expansion-across-west-africa>. Acesso em: 12 jun. 2025.
- USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Unique Mapping Tool Brings Unprecedented Look at Land Cover Change in West Africa. 2018. Disponível em: <https://www.usgs.gov/news/unique-mapping-tool-brings-unprecedented-look-land-cover-change-west-africa>. Acesso em: 13 out. 2025.
- VERBURG, P. H.; NEUMANN, K.; NOL, L. Challenges in using land use and land cover data for global change studies. 2011. Disponível em: <https://research.vu.nl/ws/portalfiles/portal/2935304/270022.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2025.
- VERÍSSIMO, H. J.; CORREIA, J. Exportações e crescimento nas economias africanas. *Economia e Desenvolvimento*, v. 29, n. 2, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/eed/article/view/28025/pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.
- VIOLA, E.; MENDES, V. Agricultura 4.0 e mudanças climáticas no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v. 25, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/Bwg7NVTs5kcrK6WRxbqh4LS/>. Acesso em: 22 jul. 2023.
- VON BRAUN, J. et al. (eds.). *Science and Innovations for Food Systems Transformation*. 2021. Disponível em: [https://sc-fss2021.org/wp-content/uploads/2021/05/EU\\_FAO\\_JvonBraun\\_Keynote\\_6-5-2021.pdf](https://sc-fss2021.org/wp-content/uploads/2021/05/EU_FAO_JvonBraun_Keynote_6-5-2021.pdf). Acesso em: 11 set. 2025.
- WORLD BANK. *Implementation Completion and Results Report 2020*. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/639951583423102824/pdf/Mali-Fostering-Agricultural-Productivity-Project.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.
- World Bank. *Indicadores de Desenvolvimento Mundial*. 2025. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&country=BRA>. Acesso em: 10 de janeiro de 2024.
- WORLD BANK. *Nigeria Development Update – Turning the Corner: From Reforms and Results to Resilience*. 2023. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/country/nigeria/publication/nigeria-development-update>. Acesso em: 13 nov. 2025.
- WRM. *Costa do Marfim: o Cacau, mais uma causa de desmatamento*. 2004. Disponível em: <https://www.wrm.org.uy/pt/node/12907>. Acesso em: 13 abril 2022.

- WWF – WORLD WIDE FUND FOR NATURE. Frentes de desmatamento: vetores e respostas em um mundo em evolução. Brasília: WWF-Brasil, 2020. Disponível em: [https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/wwf\\_brasil\\_frentes\\_desmatamentos\\_port\\_final\\_v2.pdf](https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/wwf_brasil_frentes_desmatamentos_port_final_v2.pdf). Acesso em: 22 jun. 2023.
- WWF (World Wildlife Fund). Frentes de desmatamento: vetores e respostas em um mundo em evolução. 2020. Disponível em: [https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/wwf\\_brasil\\_frentes\\_desmatamentos\\_port\\_final\\_v2.pdf](https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/wwf_brasil_frentes_desmatamentos_port_final_v2.pdf). Acesso em: 20 de março de 2025.
- XAVIER, A. P.; SILVA, R. M. Modelagem temporal dinâmica do uso e ocupação do solo baseado em SIG para a bacia do rio Tapacurá (PE). *Geociências*, v. 37, n. 1, p. 193–210, 2018. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/12653>.. Acesso em: 13 out. 2025.
- XIONG, X.; GRUNWALD, S.; MYERS, D. B.; ROSS, C. W.; HARRIS, W. G.; COMERFORD, N. B. Interaction effects of climate and land use/land cover change on soil organic carbon sequestration. *Science of The Total Environment*, v. 15, p. 974–982, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06.088>.
- YARO, J. A.; TEYE, J. K.; BAWAKYILLENUE, S. Agrarian change and agricultural land expansion in West Africa. *Journal of Rural Studies*, v. 85, p. 59–70, 2021. Disponível em: [https://researchonline.jcu.edu.au/69900/1/JCU\\_69900\\_Acheampong\\_2021\\_thesis.pdf](https://researchonline.jcu.edu.au/69900/1/JCU_69900_Acheampong_2021_thesis.pdf).. Acesso em: 13 set. 2025.