



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
CURSO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS

SANDRO VALENÇA DA SILVA

**A GRANDE MURALHA VERDE AFRICANA:
UM PROJETO DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO**

Recife

2025

SANDRO VALENÇA DA SILVA

**A GRANDE MURALHA VERDE AFRICANA:
UM PROJETO DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Ciências Geográficas, do
Centro de Filosofia e Ciências Humanas, da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito à obtenção do título de Bacharel em
Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti

Recife

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Sandro Valença da.

A Grande Muralha Verde Africana: um projeto de combate à desertificação /
Sandro Valença da Silva. - Recife, 2025.

87 p. : il.

Orientador(a): Lucas Costa de Souza Cavalcanti

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Geografia -
Bacharelado, 2025.

Inclui referências.

1. Restauração ecológica. 2. Desertificação. 3. Artigos científicos. 4. Método da
revisão integrativa. 5. Conhecimento científico. I. Cavalcanti, Lucas Costa de
Souza. (Orientação). II. Título.

550 CDD (22.ed.)

SANDRO VALENÇA DA SILVA

**A GRANDE MURALHA VERDE AFRICANA:
UM PROJETO DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Ciências Geográficas, do
Centro de Filosofia e Ciências Humanas, da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito à obtenção do título de Bacharel em
Geografia.

Aprovado em: 16/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti
(Orientador)

Prof. Dr. Daniel Rodrigues de Lira
(Examinador)

Prof. Dr. Fredson Pereira da Silva
(Examinador)

Ao meu pai;
Ao meu filho.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti, por sua sempre pronta disponibilidade para me atender e compartilhar seus imensos conhecimentos.

A Italo Cavalcante da Silva Soares e à Maria Clarice do Nascimento, por suas inesgotáveis paciências para me socorrer.

À Ana Clara Lira do Nascimento e à Poliana Nunes de Santana, pelos anos de fidelidade.

A Arthur Felipe Ferreira de Lima e a Estevão Lucas Ramos da Silva, pelas divertidas convivências.

Se eu fosse adjetivar mais as suas importâncias para mim, não haveria folhas de papel que coubessem.

RESUMO

Com a finalidade de restaurar paisagens degradadas, mitigar a desertificação e melhorar as condições ecológicas, sociais e econômicas no Saara e, principalmente, no Sahel, a União Africana idealizou, em 2007, o projeto da Grande Muralha Verde. Esta iniciativa abrange uma faixa de 8.000 km de comprimento e 15 km de largura, atravessando onze países do Sahel — Senegal, Mauritânia, Mali, Burkina Fasso, Níger, Nigéria, Chade, Sudão, Etiópia, Eritreia e Djibuti. Presume-se que artigos científicos sobre o projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA) sejam uma fonte inestimável de conhecimentos para todos os envolvidos com o tema. A partir da pressuposição, buscou-se sintetizar o conhecimento constante nesses documentos de ciências a respeito do contexto atual da GMVA. Assim, de início, foram identificados os procedimentos metodológicos utilizados à produção dos artigos; depois, a identificação dos achados apresentados neles. Para atingir tais objetivos, utilizou-se o método de revisão integrativa. Constatou-se que técnicas de sensoriamento remoto combinadas com abordagens quantitativas foram os procedimentos metodológicos mais utilizados nas pesquisas que fundamentaram os artigos científicos. Entretanto, recomendou-se que procedimentos metodológicos das ciências humanas e sociais sejam adicionados aos sensoriamentos remotos para enriquecer os conhecimentos produzidos. Constatou-se também que prevalece o entendimento de que a construção do GMVA é uma excelente iniciativa para retardar — e talvez conter — a expansão do Saara sobre o Sahel, a despeito de o projeto precisar de ajustes urgentes quanto ao estabelecimento de equivalência de relevâncias entre ações físicas e socioeconômicas.

Palavras-chave: Restauração ecológica. Desertificação. Artigos científicos. Método da revisão integrativa. Conhecimento científico.

ABSTRACT

Aiming to restore degraded landscapes, mitigate desertification, and improve ecological, social, and economic conditions in the Sahara and, above all, in the Sahel, the African Union conceived, in 2007, the Great Green Wall project. This initiative spans a strip 8,000 km long and 15 km wide, crossing eleven Sahelian countries — Senegal, Mauritania, Mali, Burkina Faso, Niger, Nigeria, Chad, Sudan, Ethiopia, Eritrea, and Djibouti. It is assumed that scientific articles about the African Great Green Wall (AGGW) project are an invaluable source of knowledge for all those involved in the topic. Based on this assumption, this study sought to synthesize the knowledge contained in these scientific documents regarding the current context of the AGGW. Thus, initially, the methodological procedures used in producing the articles were identified, followed by an identification of the findings presented in those articles. To achieve these objectives, the method of integrative review was employed. It was found that remote sensing techniques combined with quantitative approaches were the most frequently used methodological procedures in the research that underpinned the scientific articles. However, it was recommended that methodological procedures from the human and social sciences be added to remote sensing to enrich the knowledge produced. It was also observed that there is a prevailing understanding that building the AGGW is an excellent initiative to slow down — and perhaps halt — the expansion of the Sahara into the Sahel, despite the project urgently needing adjustments to establish an equivalence in the relevance of physical and socioeconomic actions.

Keywords: Ecological restoration. Desertification. Scientific articles. Integrative review method. Scientific knowledge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Países do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA)	16
Figura 2 -	Plano de evolução do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA)	17
Figura 3 -	Cobertura da superfície dos países do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA)	18
Figura 4 -	Temperatura média global, combinada com temperatura da superfície oceânica e temperatura do ar	23
Figura 5 -	Localização dos 11 países do Sahel	25
Figura 6 -	Etapas da revisão integrativa	30
Figura 7 -	Classificação do tipo de cobertura do solo do MODIS para os anos de 2001 a 2023	37
Figura 8 -	Fixação de dunas de areia, em Oveivga, na região de Trarza, na Mauritânia	40
Figura 9 -	Fixação de dunas de areia, em Toumilla, na região de Brakna, na Mauritânia	40
Figura 10 -	Fixação de dunas de areia, em Oveivga (região de Trarza) e Toumilla (região de Brakna), na Mauritânia	41
Figura 11 -	Fixação de dunas de areia, em Oveivga (região de Trarza) e Toumilla (região de Brakna), na Mauritânia	41
Figura 12 -	Fixação de dunas de areia, em Boutilimit, na Mauritânia	42
Figura 13 -	Fixação de dunas de areia, no cinturão verde de Noaukcott, na Mauritânia	42
Figura 14 -	Delimitações de áreas para instalação de gabiões no leito do rio e na planície de inundação circundante, nas imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia	43
Figura 15 -	Áreas de intervenções no leito do rio e na planície de inundação circundante, nas imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia	43
Figura 16 -	Leito de rio das imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia	44

Figura 17 -	Leito de rio das imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia	44
Figura 18 -	Planície de inundação circundante do rio, nas imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia	45
Figura 19 -	Mapa da Nigéria com destaque aos estados mais próximos ao Saara	46
Figura 20 -	Mapa da Nigéria com destaque à regionalização do Sahel	49
Figura 21 -	Tendência do NDVI da área da Grande Muralha Verde (GMV) da África	56
Figura 22 -	Degradação Neutra da Terra na Grande Muralha Verde da África	60
Figura 23 -	Cercamento de área em Lougué Potié, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde	63
Figura 24 -	<i>Acacia raddiana</i>	64
Figura 25 -	<i>Ziziphus mauritiana</i>	64
Figura 26 -	<i>Balanites aegyptiaca</i>	64
Figura 27 -	Vista aérea de área cercada em Krehini, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde	65
Figura 28 -	Vista aérea de área cercada em Krehini, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde	65
Figura 29 -	Vista aérea de área de jardim comunitário, em Towmiya, na região de Trarza, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde	66
Figura 30 -	Vista aérea de área horta e jardim comunitários em Moustah, na região de Brakna, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde	66
Figura 31 -	Estabelecimento comercial administrado pela comunidade da vila de Moustah, na região de Brakna, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Artigos científicos selecionados para compor o <i>corpus</i> de pesquisa	33
Quadro 2 -	Método/técnica de pesquisa utilizado/a sobre o objeto	50
Quadro 3 -	Tipo de abordagem ao objeto de pesquisa	51
Quadro 4 -	Área geográfica focada pela pesquisa	52
Quadro 5 -	Sujeitos de pesquisa	53
Quadro 6 -	Período (tempo) focado pela pesquisa	54

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

a.a	Ao ano
AFR100	African Forest Landscape Restoration Initiative (Iniciativa de Restauração de Paisagens Florestais da África)
AGMV	Acelerador da Grande Muralha Verde
ANGMV	Agência Nacional da Grande Muralha Verde, da Mauritânia
APAGMV	Agência Pan-Africana da Grande Muralha Verde
CNUCD	Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação
FAO	Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Segurança Alimentar)
GMV	Grande Muralha Verde
GMVA	Grande Muralha Verde da África, ou africana
ha	Hectare(s)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
km	Quilômetro(s)
km ²	Quilômetro(s) quadrado(s)
Lat	Latitude
LDN	Land Degradation Neutrality (Degradação Neutra da Terra)
LPD	Land Productivity Dynamics (Dinâmica de Produtividade da Terra)
LST	Land Surface Temperature (Temperatura da Superfície Terrestre)
Mm	Milímetro(s)
N	North (norte)
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada)
PFNM	Produto(s) florestal(is) não madeireiro(s)
RMC	Regional climate model (Modelo climático regional)
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification
W	West (oeste)
>	Maior que
<	Menor que

$\approx$ Aproximadamente

° Grau(s)

C Celsius

% Percentual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	A GRANDE MURALHA VERDE DA ÁFRICA	15
1.2	O SAHEL	18
1.3	CONHECIMENTOS SOBRE A GRANDE MURALHA VERDE DA ÁFRICA	19
1.4	PROBLEMA E PERGUNTA DE PESQUISA	20
1.5	OBJETIVOS	21
1.5.1	Objetivo geral	21
1.5.2	Objetivos específicos	21
1.6	JUSTIFICATIVA	21
2	REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1	GENERALIDADES SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO	23
2.2	O SUL DO SAARA, O SAHEL E A DESERTIFICAÇÃO	25
2.3	RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	27
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
3.1	MÉTODO DA REVISÃO INTEGRATIVA	29
3.1.1	Identificação do objeto e seleção da pergunta de pesquisa	30
3.1.2	Estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão	32
3.1.3	Identificação dos artigos científicos pré-selecionados e selecionados	32
3.1.4	Categorizações gerais sobre os artigos científicos selecionados	33
<i>3.1.4.1</i>	<i>Categorização específica dos procedimentos metodológicos utilizados à produção dos artigos</i>	<i>34</i>
<i>3.1.4.2</i>	<i>Categorização específica dos achados apresentados pelos artigos</i>	<i>35</i>
3.1.5	Análise e interpretação dos resultados	35
3.1.6	Apresentação da revisão/síntese do conhecimento	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36

4.1	PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS UTILIZADOS À PRODUÇÃO DOS ARTIGOS	36
4.1.1	Deng <i>et al.</i> (2024): procedimentos metodológicos	36
4.1.2	Ingrosso e Pausata (2024): procedimentos metodológicos	37
4.1.3	Li <i>et al.</i> (2024): procedimentos metodológicos	38
4.1.4	Vieitez-García e Roca (2024): procedimentos metodológicos	38
4.1.5	Jalam <i>et al.</i> (2023): procedimentos metodológicos	45
4.1.6	Macia <i>et al.</i> (2023): procedimentos metodológicos	47
4.1.7	Sacande e Muir (2023): procedimentos metodológicos	47
4.1.8	Shen <i>et al.</i> (2023)	48
4.1.9	Smiatek e Kunstmann (2023): procedimentos metodológicos	48
4.1.10	Yang, Gao e Leib (2023): procedimentos metodológicos	49
4.1.11	Resultados, discussão e síntese sobre procedimentos metodológicos	50
4.2	PRINCIPAIS ACHADOS APRESENTADOS PELOS ARTIGOS	55
4.2.1	Deng <i>et al.</i> (2024): achados	55
4.2.2	Ingrosso e Pausata (2024): achados	58
4.2.3	Li <i>et al.</i> (2024): achados	59
4.2.4	Vieitez-García e Roca (2024): achados	61
4.2.5	Jalam <i>et al.</i> (2023): achados	67
4.2.6	Macia <i>et al.</i> (2023): achados	68
4.2.7	Sacande e Muir (2023): achados	69
4.2.8	Shen <i>et al.</i> (2023): achados	71
4.2.9	Smiatek e Kunstmann (2023): achados	71
4.2.10	Yang, Gao e Lei (2023): achados	73
4.2.11	Resultados, discussão e síntese sobre achados	74
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

1.1 A GRANDE MURALHA VERDE DA ÁFRICA

Com a finalidade de restaurar paisagens degradadas, mitigar desertificação e melhorar condições ecológicas, sociais e econômicas no Saara e, sobretudo, no Sahel, a União Africana (UA) — organização internacional que reúne 55 países da África — concebeu, em 2007, o projeto da Grande Muralha Verde (GMV), que abrange uma faixa de 8.000 km de comprimento e 15 km de largura, que passa por onze países sahelianos — Senegal, Mauritânia, Mali, Burkina Fasso, Níger, Nigéria, Chade, Sudão, Etiópia, Eritreia e Djibuti (Figura 1, página 16) — e sete países “subsaarianos” associados (Figura 2, página 17) — Cabo Verde, Gâmbia, Gana, Benim, Camarões, Sudão do Sul e Somália (GGW, *Sine data*; GADZAMA, 2017; SCHLEETER, 2023; VIEITEZ-GARCÍA; ROCA, 2024). Em função da concepção do projeto, criou-se a Agência Pan-Africana da Grande Muralha Verde (APAGMV) para gerenciar os esforços dos países africanos e de seus parceiros internacionais nele envolvidos (PPGGW, *Sine data*). E, em 2008, a GMV começou a ser implantada, de fato (MACIA *et al.*, 2023).

Originalmente, a GMV — um projeto de “geoengenharia”¹ — buscou se consolidar como uma “muralha” de árvores plantadas no Sahel para conter a expansão do deserto do Saara ao sul e restaurar 100 milhões de hectares de terras degradadas com vistas a beneficiar as comunidades rurais e o patrimônio cultural locais (MIRZABAEV *et al.*, 2022; JALAM *et al.*, 2023; INGROSSO; PAUSATA, 2024).

Estruturada sob o *slogan* “Um projeto da África para os africanos” (GARCÍA, 2022), a iniciativa GMV se configurou como uma meta oficial da UA, em 2007, com conclusão estabelecida para 2030 — pressupondo que ações simultâneas seriam possíveis e postas em prática pelos dezoito países que ratificaram o ousado compromisso internacional (GOFFNER; SINARE; GORDON, 2019).

Erguer obstáculos no “caminho” da expansão do Saara ao sul — como uma grande muralha de árvores — é tido, a princípio, como uma ação suficiente para retardar e/ou, porventura, reverter a desertificação no Sahel (ELLISON; SPERANZA, 2020). Porém, o sucesso do projeto exige se incluir questões-chave, tais quais resiliência e bem-estar humano combinadas com interações entre solo, vegetação, recursos hídricos e atmosfera (PAUSATA *et*

¹ Com base na revisão de literatura realizada para a produção deste trabalho, constatou-se que, por vezes, o projeto da GMV africana foi definido como uma ação de “reflorestamento”, “restauração”, “ecologização” — “*greening*” — e/ou “re-esverdeamento” — “*re-greening*”.

al., 2020). Pode-se, por termo, compreender isso como uma exigência por gestão eficiente e eficaz da terra.

Figura 1 - Países do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA)



Legenda(s) principal(is): *The Great Green Wall Initiative*: Iniciativa da Grande Muralha Verde; *Participating countries*: países participantes; e *Focus area*: área de foco.

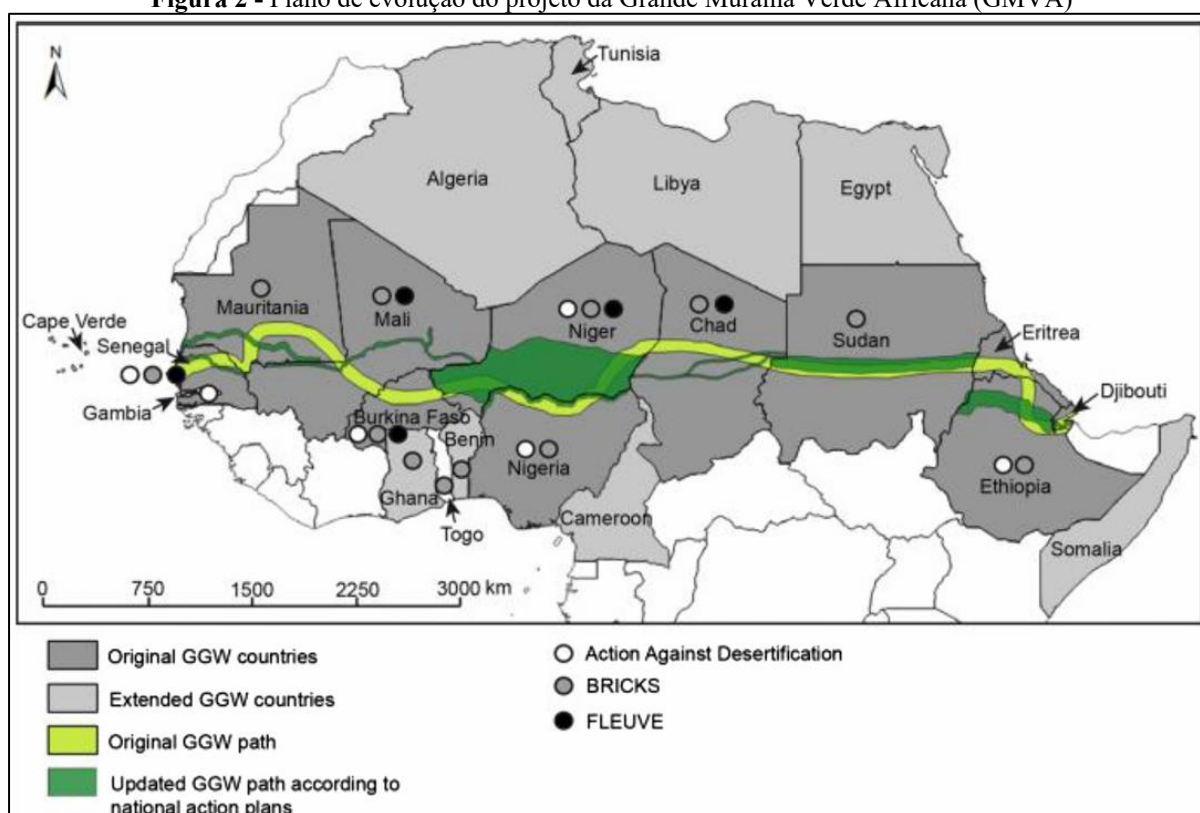
Fonte: Adaptada de NG (2023).

Durante a Cúpula One Planet, realizada em Paris, em 2021, foi lançado o “Great Green Wall Accelerator” — o Acelerador da GMV (AGMV) da África —, evento no qual o presidente da França e outros líderes mundiais se comprometeram a investir US\$ 14 bilhões em um fundo para “facilitar a colaboração entre doadores e partes interessadas envolvidas com a GMV” e “ajudar todos os atores a coordenar, monitorar e medir melhor o impacto de suas ações”; e, assim, US\$ 19 bilhões foram arrecadados por organizações multilaterais e bilaterais, até o momento (UNCCD, *Sine data*). Foi a partir da Cúpula que se firmou o ano de 2030 como o conclusivo do projeto da GMV, ou melhor, agora, do AGMV².

² Em simultaneidade aos projetos da GMV da África e do AGMV, 27 países do continente assumiram o compromisso de restaurar mais de 100 milhões de hectares de terras degradadas até 2030, ação vinculada à “AFR100 – African Forest Landscape Restoration Initiative” —, iniciativa que reúne ainda interesses de doadores empresariais, individuais externos e locais, e organizações técnicas (AFR100, *Sine data*).

Coube à APAGMV, com o suporte da United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) — Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (CNUCD) —, coordenar o AGMV (UNCCD, *Sine data*)³. Hoje, adicionalmente, o projeto se alinha a várias políticas internacionais, a exemplo da “Convention on Biodiversity (CBD)” — Convenção sobre Biodiversidade (CB) —, da “United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)” — Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP) — e da “United Nations Sustainable Development Goals (SDG)” — Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODS).

Figura 2 - Plano de evolução do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA)



Legenda(s) principal(is): *Original GGW countries*: países originais do projeto da GMV; *Extended GGW countries*: países subsaarianos do projeto da GMV; *Original path*: faixa original da GMV; *Updated GGW path according to national action plans*: faixa atualizada, de acordo com os planos de ação nacionais; *Action against desertification*: ações contra a desertificação; *BRICKS (The Building Resilience through Innovation, Communication and Knowledge Services)*: Construção de Resiliência por Meio de Serviços de Inovação, Comunicação e Conhecimento; e *FLEUVE (The Front Local Environnemental pour une Union Verte)*: Frente Ambiental Local por uma União Verde.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 2).

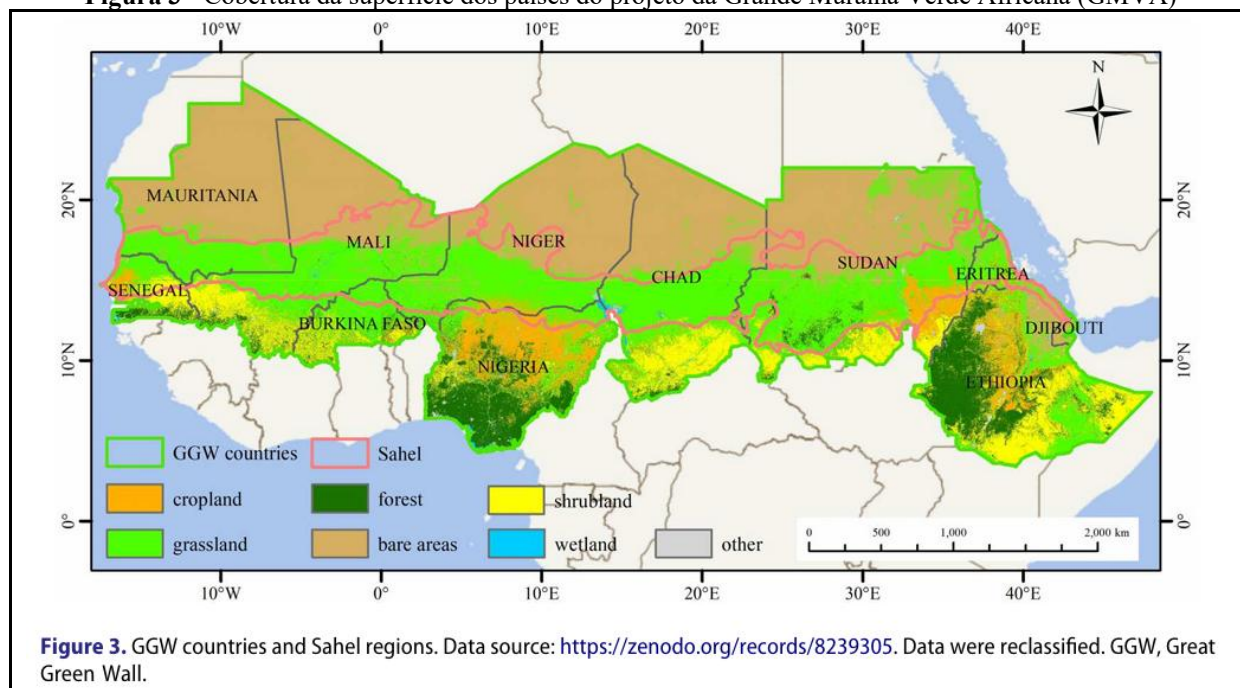
³ Note-se que a concepção inicial da GMVA propunha uma “muralha” — ou “parede” — de árvores, do oceano Atlântico ao mar Vermelho, em substituição à vegetação nativa (INGROSSO; PAUSATA, 2024). A intenção, um tanto ingênua, era instalar ali uma floresta perene uniforme.

Por termo, concebeu-se o AGMV com o propósito de atender à premência de se manter os esforços dedicados à construção da GMV e de fazê-la progredir mais velozmente (MACIA *et al.*, 2023).

1.2 O SAHEL

O Sahel é um ecossistema terrestre bastante sensível, por conta de sua localização geográfica e de seu clima peculiar (GADZAMA; AYUBA, 2016). O impacto das secas o torna ecologicamente bastante frágil (ZENG, 2003), prevalecendo pastagens e terras “nuas” em sua superfície (LI *et al.*, 2024). Afora a Etiópia e o Djibuti, a região saheliana é compreendida como uma detentora, por exemplo, de índices de precipitação entre 100 e 600mm (Figura 3).

Figura 3 - Cobertura da superfície dos países do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA)



Legenda(s) principal(is): *GW countries*: países da GMV; *Bare areas*: áreas (terras) “nuas”; *Forest*: floresta; *Cropland*: área (terra) agrícola; *Grassland*: área (terra) de pastagem; *Shrubland*: área (terra) coberta por arbusto; *Wetland*: área (terra) úmida; e *Other*: área (terra) com outra cobertura.

Fonte: Adaptada de Li *et al.* (2024, p. 5).

Entre a década de 1970 e o início da de 1990, o Sahel passou por longas e severas secas, as quais despertaram a atenção do mundo para ele (DESCROIX *et al.*, 2018; NICHOLSON, 2018; NKRUMAH *et al.*, 2019). Sem precedentes, os eventos extremos desfraldaram um corolário socioeconômico grave, com degradação de solos, extermínio de gados — ovinos e caprinos —, propagação de fome e de conflitos armados, que se estenderam em um processo

de migração populacional em massa (SUHRKE; HAZARIKA, 1993; TRENBERTH *et al.*, 2007).

O contexto adverso suscitou, em especial, a atenção da comunidade científica, de inúmeras disciplinas diferentes, a se debruçar sobre ele, a fim de perscrutar os climas atual e futuro do Saara e propor linhas de ação para refrear seu espraio meridional.

Através de dados de simulação de futuras mudanças climáticas na região saariana, logrou-se aceitáveis indícios de que ali — tendo por referência o período de 1995 a 2014 — a temperatura média anual continuará a crescer por todo o século XXI, se as concentrações de gases de efeito estufa também continuarem (GUO; HE; WANG, 2023).

Em verdade, desde que dados e informações obtidos por satélites se tornaram disponíveis, comprovou-se com clareza a ascensão do Saara sobre o Sahel. A partir de então, vêm surgindo iniciativas diversas para o contrapor (TUCKER; DREGNE; NEWCOMB, 1991; TURCKER *et al.*, 1991).

A importância do projeto da GMVA se amplifica ao se tomar consciência de que o Sahel é uma das regiões mais pobres do mundo (INGROSSO; PAUSATA, 2024), fonte de ativas marchas de migrações ambientais.

1.3 CONHECIMENTOS SOBRE A GRANDE MURALHA VERDE DA ÁFRICA

Desde a concepção e a gradual implantação da GMV, em 2007 — e da sua atualização, na forma do AGMV, em 2021 —, o projeto, por certo, produziu avanços e retrocessos materiais — observáveis presencial e/ou remotamente — avaliados, confirmados e/ou refutados por múltiplos meios de divulgação — jornais, revistas, vídeos, *podcasts* e outros — de saberes-fazer e vice-versa.

O artigo publicado em periódico de ciência representa um desses meios. Sua finalidade precípua é divulgar “fatos científicos” para estimular aplicações práticas de conhecimentos abalizados e relevantes (PEREIRA, 2012). Propõe-se que, de 2007 a 2025, o projeto da GMV estimulou a produção de valiosos conhecimentos e o artigo de ciência parece ser o meio de divulgação de maior credibilidade, ao menos à comunidade científica.

Tal tipo de texto — às vezes, mais teórico, às vezes, menos — expressa conhecimentos fomentados e armazenados ao longo da História — ou da história de algo, um objeto como GMV da África (GMVA), por exemplo — e reflete suposições e posições a respeito de assuntos suscitados pelo enfrentamento com a natureza, com os homens e com a produção do próprio conhecimento (BOOTH; COLOMB; WILLIAMS, 2005; FURLAN, 1989). Possivelmente, o

artigo de ciência, publicado em periódico bem reputado, carregado de conhecimentos — saberes-fazer e vice-versa —, guarda o cerne de teorias úteis (MATALLÓ Jr., 1989).

Presumindo-se que pesquisas científicas terminam bem apenas quando os resultados são divulgados de maneira adequada e que os artigos de ciência se configuram como semelhantes maneiras (PEREIRA, 2012), pode-se presumir, por decorrência, que os que tratam da GMVA são uma inestimável fonte de conhecimento.

1.4 PROBLEMA E PERGUNTA DE PESQUISA

Presume-se que artigos científicos sobre o projeto da Grande Muralha Verde da África são uma inestimável fonte de conhecimento. Mas, ao presumir-se isso, emerge, de imediato, uma constatação: o objeto — ou tema — de pesquisa é a GMVA, porém, seguramente, ele é abordado por sujeitos — pesquisadores — diferentes, detentores de formações disciplinares diferentes, artífices de procedimentos metodológicos diferentes, engendrados de resultados diferentes e deparados de achados diferentes — permeados por ideologias e intenções diferentes, em suma. A abordagem científica a objetos complexos é assim (MORIN, 2008).

Logo, o problema de pesquisa a ser encarado aqui é:

A falta de síntese dos conhecimentos constantes em artigos científicos que tratam do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA).

Por sua vez, a pergunta de pesquisa é:

Como sintetizar os conhecimentos constantes em artigos científicos que tratam do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA)?

Não se acatando, com passividade, a disjunção entre objeto e sujeito — como se cada um deles estivesse entregue apenas a si, de modo a excluir o outro —, tem-se como um norte epistemológico vital a se adotar neste trabalho a crença na indissociabilidade entre tais seres (MORIN, 2014), ambos contidos em um sistema aberto e contendo em si um sistema aberto, isto é, contidos e contendo, em simultaneidade.

A GMVA, decerto, está imersa em uma conjuntura complexa⁴. Inevitavelmente, o conhecimento que dela brota está atrelado à indissociável relação entre objeto e sujeito. Portanto, ele deve vir, em não raros instantes, carregado de contradições — de verdades estranhas e opostas, contudo consideráveis e válidas. E o uso do pensamento positivista de Comte (RIBEIRO Jr., 2003), de início — e/ou isolado —, talvez não seja tão útil quanto o complexo (MORIN, 2011).

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo geral

Sintetizar os conhecimentos constantes em artigos científicos que tratam do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA).

1.5.2 Objetivos específicos

Para realizar a síntese, definiram-se dois objetivos específicos encadeados, os quais se materializaram em função de identificar:

I – Os procedimentos metodológicos utilizados à produção dos artigos; e

II – Os achados apresentados pelos artigos.

1.6 JUSTIFICATIVA

Sintetizar os principais conhecimentos constantes em artigos científicos que lidam com a GMVA — o objetivo geral deste trabalho — é uma contribuição acadêmica importante ao projeto internacional que traz por finalidade restaurar paisagens degradadas, mitigar desertificação e melhorar condições ecológicas, sociais e econômicas no Saara e, sobretudo, no Sahel, reitera-se.

⁴ Por exemplo, no Sahel, a propriedade da terra é influenciada por intrincada rede de aspectos hierárquicos, étnicos e tribais, tanto quanto por direitos comunitários, religiosos e estatais (VIEITEZ-GARCÍA; ROCA, 2024). Isso, por certo, dificulta a implantação de projetos com megaescalas, como o da GMVA.

Esforços para coleta, armazenamento e processamento de dados, a fim de gerar informações com qualidade apropriada, são cruciais para monitorar e avaliar o progresso das ações do projeto executadas sobre o tripé composto pela interação dimensional ecologia-sociedade-economia (SACANDE; MUIR, 2023; SHEN *et al.*, 2023; LI *et al.*, 2024).

Com frequência, recursos tecnológicos de vanguarda até existem, entretanto os projetos executados no Saara e no Sahel ainda não lograram atrair seus empregos. Por conseguinte, a solução racional imediata é extrair o máximo de dados, informações e conhecimentos ofertados por artigos de ciência.

Com frequência, outrossim, pesquisas realizadas com dados obtidos por sensoriamentos remotos, através do uso de ferramentas informacionais aeroespaciais, a exemplo da “Land Productivity Dynamics (LPD)” — Dinâmica de Produtividade da Terra — e do “Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)” — Índice de Vegetação da Diferença Normalizada —, geram produtos úteis, todavia carentes de validações em campos para pleno aproveitamento, devido a várias limitações logísticas, dentre elas as instabilidades políticas e os conflitos armados locais e regionais (PENG *et al.*, 2020; SACANDE; MUIR, 2023; YANG; GAO; LEI, 2023; VIEITEZ-GARCÍA; ROCA, 2024).

Na ausência de um entendimento profundo dos potenciais impactos da GMVA, as metas estabelecidas pela UA à restauração de terras quiçá sejam impossíveis (INGROSSO; PAUSATA, 2024). Logo, argumenta-se que o presente trabalho se configura como uma simples, mas oportuna, contribuição ao ambicioso projeto africano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

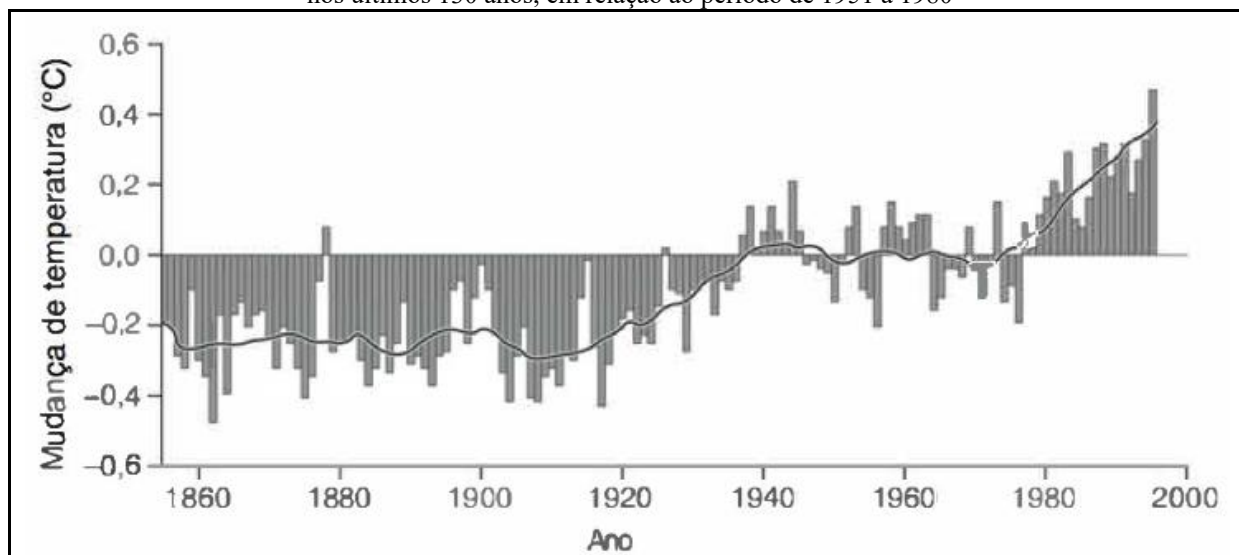
2.1 GENERALIDADES SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO

Geleiras abarcaram os continentes e os oceanos, sempre partindo dos polos, em diferentes oportunidades, ao longo da história da Terra. Na atualidade, elas se posicionam essencialmente nas extremidades dos eixos do globo terrestre, fazendo crer que a alternância entre transgressão e regressão se trata de algo natural e contínuo. Quanto a isso, há nítidos sinais de intercalações de intervalos temporais paleoclimáticos amenos apontados pelas ciências que lidam com depósitos glaciais antigos. Agora, o planeta atravessa um desses intervalos de aquecimento, um período interglacial — em verdade, os períodos glaciais, não tão frequentes, são anomalias climáticas máximas, reconheça-se (SUGUIO, 2009).

Hoje, é indiscutível a admissão de que a Terra aqueceu — $\approx 0,6^{\circ}\text{C}$ — durante o século XX (Figura 4). Tal é o domínio sobre o assunto, que se pode dividir o aumento de temperatura em duas fases históricas (COX, 2014):

- 1900 a 40, seguida de trinta anos de período estável; e
- 1970, seguida de aumento contínuo, até então.

Figura 4 - Temperatura média global, combinada com temperatura da superfície oceânica e temperatura do ar nos últimos 130 anos, em relação ao período de 1951 a 1980



Fonte: Adaptada de Cox (2014, p. 370).

As mudanças climáticas produzem vários efeitos sobre a superfície terrestre. Um dos mais visíveis é a desertificação: o fenômeno de degradação ecológica, social e econômica, em

especial em zonas áridas e semiáridas, o qual cria desertos quentes e semidesertos. Ela se manifesta comumente em desertos ou próxima a eles e, neste momento, é induzida em boa medida por ação antrópica (SUGUIO, 2009) — inexoravelmente, não obstante, só em remotos casos a desertificação evolui a deserto (MILLER, 2015).

Semelhantes desertos se apresentam entre as latitudes 30° norte e 40° sul, em cinturões de clima seco, entre os biomas dos trópicos e os intermediários temperados, onde os imprevisíveis índices de precipitação são <250mm a.a., inferiores, destarte, à evaporação potencial dali; com as superfícies dos solos desnudas e arenosas; transpostos por redes hidrográficas sem claras hierarquias (SUGUIO, 2003; BROWN, 2006; TEIXEIRA, 2011; TORRES, 2012)⁵.

Em desertos quentes, o agente geológico proeminente é o sistema de ventos, influenciando de modo decisivo os processos erosivos e sedimentares; e o intemperismo marcante é o físico — com desagregações rochosas abrasivas intensas —, influenciado por fortíssimas flutuações eólicas e por altos gradientes térmicos (SUGUIO, 2003; TORRES, 2012). A falta de vegetação, principalmente, torna os desertos suscetíveis a tempestades de areia (MILLER, 2015).

Em desertos, o vento assume grande relevância como agente causador de erosão. Redemoinhos têm a capacidade de erguer, da superfície nua, material particulado — areia, note-se — e de o transportar sobre o assoalho desértico, uma dinâmica erosiva de deflação, que deixa, atrás de si, uma depressão (JATOBÁ, 2008; TORRES, 2012). Os grãos se movem por intervenção eólica, lançando-se em curvas baixas, com poucos decímetros de altura, sendo, em breve, retidos por obstáculos, aglomerando-se como dunas, próximos de onde partiram, inicialmente — inclusive, partículas menores, como poeira, podem ser elevadas a centenas de metros da superfície e transportadas para outros continentes, sobrepujando oceanos (TORRES, 2012; SANTOS, 2018).

No hemisfério setentrional, o deserto da Arábia, no Oriente Médio, a maior parte do Paquistão, o oeste da Índia e o Saara, no norte da África, compõem o conjunto mais extenso de áreas desérticas não perturbadas (WICANDER, 2014). Em particular, os mais vastos *ergs* — desertos de areia — da Terra se encontram na região saariana (TEIXEIRA, 2011).

Em termos geomorfológicos disciplinares, o componente que aborda os tópicos “desertificação” e “deserto” é a “geomorfologia das regiões áridas” (TEIXEIRA, 2011). E o

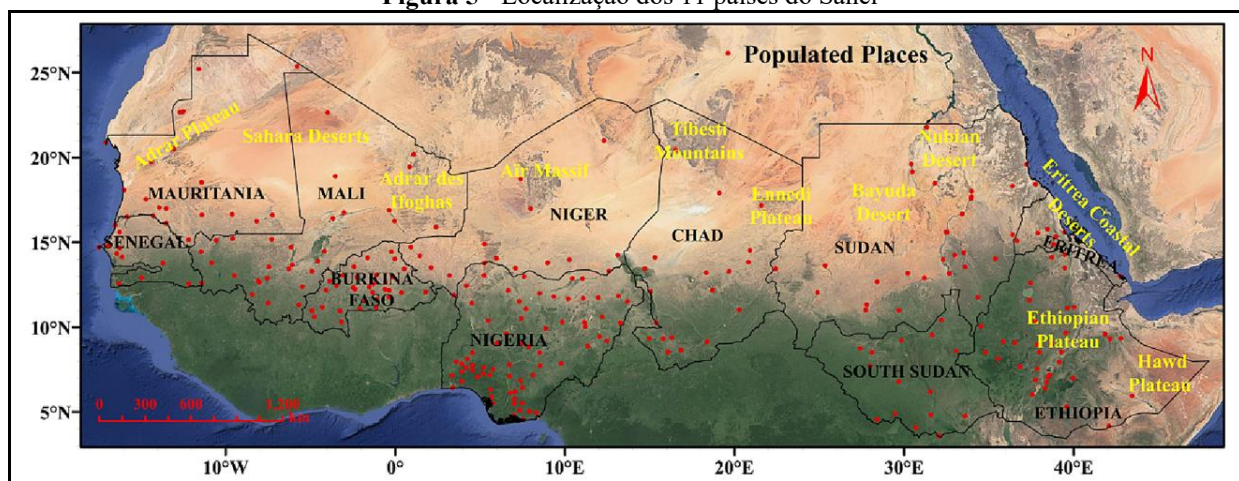
⁵ Existe controvérsia sobre a definição de deserto. No entanto, em geral, admite-se três tipos deles: (i) “polar ou frio”, (ii) “costeiro ou litorâneo” e (iii) “quente, de ventos alísios ou subtropical” ou “tropical e de latitude média” (SUGUIO, 2003; JATOBÁ, 2008; GUERRA, 2011; MILLER, 2015). Este trabalho se atém ao terceiro.

comportamento geomorfológico recente do deserto do Saara, expandindo-se para o sul, configura-se como um interesse deste trabalho.

2.2 O SUL DO SAARA, O SAHEL E A DESERTIFICAÇÃO

O Sahel é uma região da África localizada entre o deserto do Saara, ao norte, e a savana tropical, ao sul. Suas coordenadas geográficas são 17.55°W-47.96°E e 3.39°N (Figura 5). Trata-se de uma zona de transição semiárida — um ecótono (LE HOUEROU, 1980) —, que se alonga da costa do oceano Atlântico, a oeste, à costa do mar Vermelho, a leste. Importa, aqui, ressaltar que se estima que o Saara tenha crescido por volta de 10% no século XX (THOMAS; NIGAM, 2018) e sua pouca vegetação está se reduzindo, comprometendo serviços ecossistêmicos (PRICOPE *et al.*, 2013)⁶. Contudo, não é o crescimento do deserto que atrai justificadas preocupações mundiais, mas a velocidade com que o processo vem acontecendo.

Figura 5 - Localização dos 11 países do Sahel



Legenda(s) principal(is): Hawd plateau: Planalto de Haud; e Populated places: Lugares povoados.

Fonte: Adaptada de NT (*Sine data apud Jalam et al.*, 2023).

A região saheliana se espalha pelas seguintes nações e/ou parcelas nacionais: Gâmbia, Senegal, sul da Mauritânia, centro do Mali, norte do Burquina Fasso, sul da Argélia, Níger, norte da Nigéria e dos Camarões, centro do Chade, centro e sul do Sudão, norte do Sudão do Sul e a Eritreia — por vezes, são incluídas Etiópia, Djibuti e Somália (UNNews, 2012).

O clima do Sahel é, predominantemente, quente e seco, onde impera longa estação seca, e curta, porém energética, estação chuvosa, não obstante se dever assumir que os índices de

⁶ Em desertos, a variação anual da precipitação leva à variação da produtividade das plantas (BEGON, 2007), um agravante às condições de vida das comunidades rurais do Sahel.

precipitação decrescem ano a ano, do sul ao norte (PORKKA *et al.*, 2021). Em sua parcela semiárida, ocorre precipitação com grande variabilidade interanual e decadal, além de ocorrer grande suscetibilidade a extremos hidrológicos (SMIATEK; KUNSTMANN, 2023). Sua temperatura média anual é $>25^{\circ}\text{C}$ e sua altitude varia de 330 a 4.530 m, concentrando-se o planalto na Etiópia (SHEN *et al.*, 2023).

No Sahel, a vegetação varia de ausente, ao norte — sob a influência do deserto saariano —, à savana esparsa, no centro, à floresta densa, por sua vez, ao sul (RISHMAWI; PRINCE; XUE, 2016). Sua amplitude pluviométrica é grande e cresce no sentido norte-sul (SHEN *et al.*, 2023). Perante a força das mudanças climáticas pós-revolução industrial, as pesquisas não mostram um alinhamento entre si quanto às alterações futuras nos índices de precipitação da região saheliana, à exceção de aumento deles no verão na parcela oriental e diminuição, na ocidental. Mostram, entretanto, uma relação positiva entre vegetação e chuva, constatada, pela primeira vez, em meados da década de 1970 (CHARNEY, 1975⁷). Nesta década e na de 1980, os processos de desertificação e de desmatamento passaram a acentuar o déficit de precipitação no Sahel (XUE; SHUKLA, 1993). Entre 1980 e 1995, por outro lado, não se verificou transformação alguma em progresso na cobertura vegetal na fronteira entre as regiões saariana e saheliana (NICHOLSON; TUCKER; BA, 1998).

Há também pesquisas mais recentes que tratam de albedo e umidade, as quais mostram que a área oriental do oceano Atlântico e o golfo da Guiné são as principais fontes de umidade à região saheliana, alimentadoras das monções da África Ocidental (THORNCROFT *et al.*, 2011; YU *et al.*, 2017).

O Sahel se submeteu a inúmeros períodos de secas severas, ao longo do século XX (HUI *et al.*, 2008). Ventos alísios do nordeste carregam areias do norte saheliano à depressão do sul por meio de canais entre grupos de planaltos e montanhas — planalto Adral, adrar⁸ dos Ifoghas, maciço de Air, montanhas Tibesti e planalto Ennedi —, que dividem o Saara (MAINGUET, 1978). Entre fins do século XX e início do XXI, a crescente e acelerada ocupação antrópica do Sahel causou instabilidade frente à coexistência terra arável-população, pressionando em alta intensidade, então, a dimensão ecológica regional. Dadas as pronunciadas secas, boa parcela das terras arenosas foi adaptada à agricultura e à pecuária pelas comunidades locais (SOP; OLDELAND, 2013). A indústria agropecuária desordenada — principalmente, o pastoreio de gado — impulsionou a degradação do solo e a desertificação e, por decorrência, os desastres

⁷ Na região Saara-Sahel, a diminuição de vegetação causa aumento de albedo e, por consequência, movimentos de afundamento e secagem de superfícies do relevo, o que perpetua condições de aridez (CHARNEY, 1975).

⁸ O termo “adral”, na língua dos povos berberes, que habitam o norte da África, significa montanha.

eólicos (SISSOKO *et al.*, 2010). Observa-se que esses desastres marcam presença quando o vento transporta e deposita grandes quantidades de sedimentos soltos em locais onde seres humanos realizam atividades e/ou onde ambientes naturais se encontram (SHI; YAN; YUAN, 2001; SHI *et al.*, 2020).

Esse calamitoso quadro situacional, com robustos impactos negativos sobre as dimensões ecológica, social e econômica do Sahel, conforma-se como a razão fundamental do projeto da GMVA.

2.3 RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Porventura, a expansão do Saara se trata de um evento natural, associado às mudanças climáticas — afinal, todos os ecossistemas crescem e decrescem ao longo do tempo. Porventura, também, a ação antrópica intensificou o processo de mudança, a partir da Revolução Industrial — como propõem as Nações Unidas e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)⁹ —, trata-se, agora, de um evento induzido. A GMVA, um projeto contemporâneo, configura-se como uma iniciativa a tentar deter o alastramento meridional da região saariana e, até mesmo, recuperar para a região do Sahel as áreas perdidas para ela, propiciando que as comunidades rurais vivam em um ambiente ecológico, social e econômico minimamente sustentável. Em grande medida, tal projeto está calcado em restauração de paisagens.

Na realidade, um desafio à restauração em curso reside no fato de que as mudanças em temperatura, e em outras condições do clima, redundam em mudanças de padrões físico-químicos locais, nos quais os nichos de espécies restauradas estão sendo acomodados, desde 2008, quando as primeiras ações em campo, no Sahel, materializaram-se. Então, há que se considerar os riscos de que, a despeito de todos os esforços, a restauração de hoje não prospere amanhã, por conta de irreversíveis mudanças de condições climáticas (BEGON, 2007). Ora, está se restaurando algo onde as condições climáticas jamais serão as originais.

De modo amplo, é aceitável usar o termo “ecologia da restauração” — um novo campo do conhecimento científico (BOTKIN, 2011), que designa o processo de consertar um dano, de causa antrópica, à biodiversidade e às dinâmicas dos ecossistemas naturais (MILLER, 2015) — para abarcar a maioria dos assuntos ligados à ecologia aplicada: remoção de espécies invasoras, recuperação de estoques pesqueiros superexplorados, revegetação de corredores de habitats para auxiliar a dispersão de espécies ameaçadas, replantio de florestas etc. (ORMEROD, 2003;

⁹ O IPCC foi categórico (PETERSEN, 2019, p. 207): “Hoje, o tempo da dúvida já passou. O [Painel] afirmou de forma inequívoca que o aquecimento do nosso sistema climático está diretamente ligado às atividades do homem”.

MILLER, 2015). Restabelecer ecossistemas danificados a conjuntos de condições tidas por funcionais, sustentáveis e “naturais”, apresenta-se como sua proposta substancial. Se as restaurações podem alcançar plenamente êxito, eis um questionamento sem resposta ainda. A alguns ecossistemas, isso vem se mostrando possível, em curto e médio prazos; entretanto, com frequência os investimentos demandados para tanto, em inúmeros aspectos da vida do homem, têm sido vultosos (BOTKIN, 2011).

“Restauração” implica restaurar um ecossistema a um estado contido em um dado período histórico, no qual os elementos abióticos e bióticos ali existentes mantinham, de forma apropriada, suas funções básicas — constância de diversidade biológica, fluxo de energia e reciclagem de elementos químicos. Neste sentido, implantar uma restauração ecológica denota, mesmo, fazer voltar processos e condições de outrora de um ecossistema (BOTKIN, 2011).

Para efeito deste trabalho, ecologia da restauração se alinha aos termos “restauração de paisagens terrestres”, a exemplo de como boa parte da literatura internacional os usa (BEGON, 2007; BOTKIN, 2011).

No Sahel, a degradação da vegetação e, em alguns pontos, a completa desflorestação foram sequelas do aumento do consumo de combustível lenhoso (YANG; GAO; LEI, 2003). Em Burquina Fasso, por exemplo, mais de 90% do consumo de madeira se dá para propósito energético (AREVALO, 2016).

No momento, a restauração ecológica — atrelada à social e à econômica — parece ser a ação mais racional para se tentar enfrentar a expansão do deserto do Saara sobre o Sahel. A alternativa que salta aos olhos é abandonar a região saheliana, dando continuidade ao processo de migração populacional em massa e a todos os antagonismos que dele podem decorrer.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 MÉTODO DA REVISÃO INTEGRATIVA

Para revisar sistematicamente os artigos científicos que tratam do projeto da Grande Muralha Verde da África (GMVA), a fim de identificar os principais conhecimentos neles constantes, optou-se pelo método da revisão integrativa, o qual possibilita a criação de um panorama sobre a produção científica vinculada a um objeto — ou tema (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011; ALBACH; GÂNDARA, 2016; ONOFRI *et al.*, 2023).

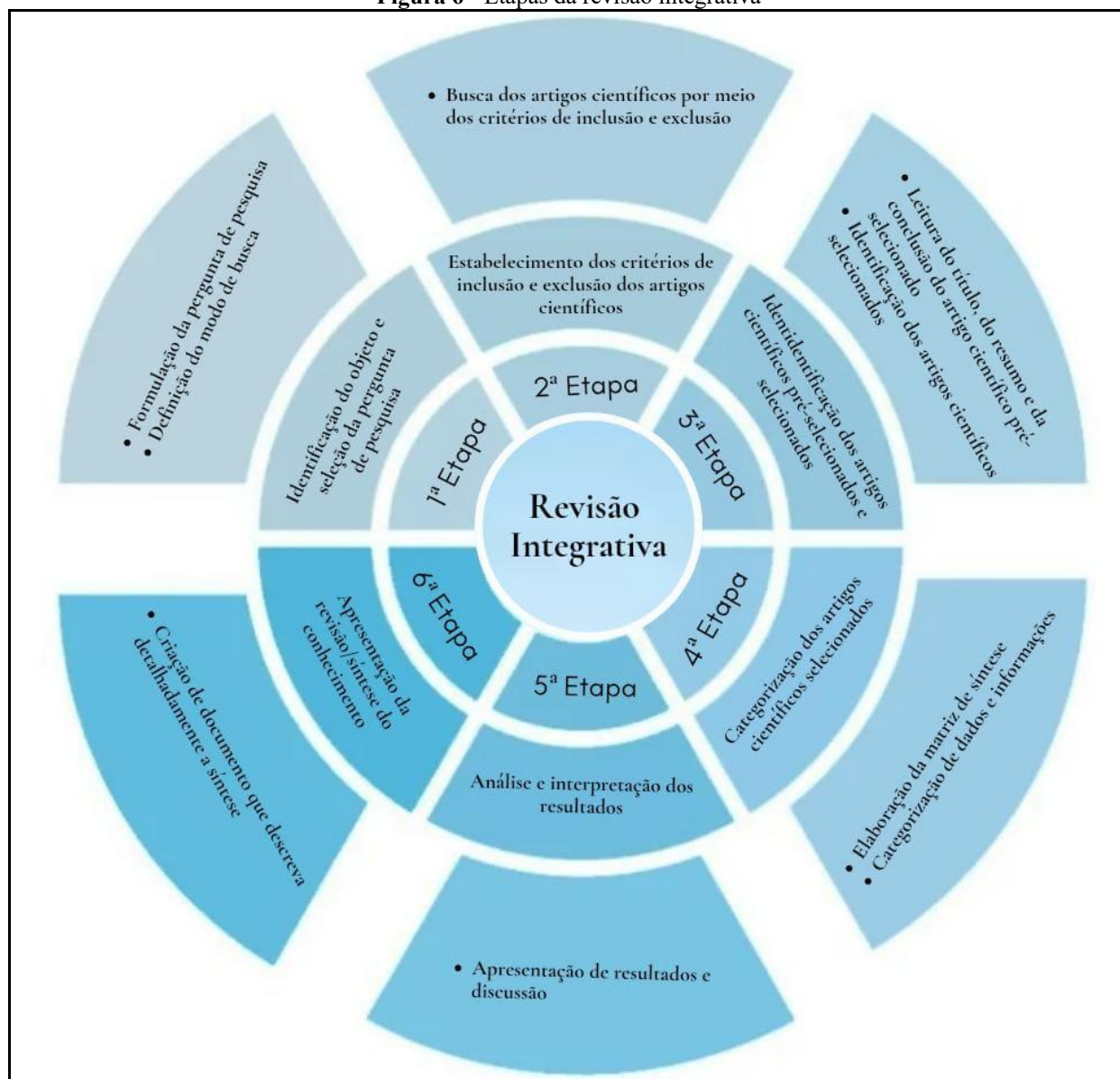
Como um método interdisciplinar bastante diferenciado, a revisão integrativa sintetiza o passado da literatura empírica e/ou teórica com o intuito de fornecer ampla compreensão sobre um objeto (BROOME, 2006). Apropriando-se deste, sua finalidade é realizar um exame sobre os conhecimentos seus produzidos por pesquisas anteriores. Ela amalgama contribuições de vários artigos científicos ligados a um objeto específico e, assim, gera novos conhecimentos (BENEFIELD, 2003; LOPES; FRACOLLI, 2008; ALBACH; GÂNDARA, 2016).

A adjetivação “integrativa” não implica que a revisão ambiciona o alcance do estado da arte, mas sim a integração de opiniões, ideias e conceitos provenientes do passado, que, ora, iniciou-se em 2007, em função de um contexto ecológico, social e econômico adverso no sul do Saara e no Sahel. A revisão integrativa destaca o conhecimento restrito, temporal e espacialmente (WHITTEMORE; KNAFL, 2005).

Para se operar uma revisão integrativa é indispensável seguir, com rigor, um processo dividido em seis etapas (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008):

1. Identificação do objeto e seleção da pergunta de pesquisa;
2. Estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão dos artigos científicos;
3. Identificação dos artigos científicos pré-selecionados e selecionados;
4. Categorização dos artigos científicos selecionados;
5. Análise e interpretação dos resultados; e
6. Apresentação da revisão/síntese do conhecimento (Figura 6, página 30).

Figura 6 - Etapas da revisão integrativa



Fonte: Adaptada de Botelho, Cunha e Macedo (2011)¹⁰.

3.1.1 Identificação do objeto e seleção da pergunta de pesquisa

Reitera-se o problema e a pergunta de pesquisa, a seguir:

Problema: *A falta de síntese dos conhecimentos constantes em artigos científicos que tratam do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA).*

¹⁰ O desenho da Figura 6 foi produzido por Botelho, Cunha e Macedo (2011), mas o seu conteúdo e a sua estruturação foram criados por Mendes, Silveira e Galvão (2008).

Pergunta: *Como sintetizar os conhecimentos constantes em artigos científicos que tratam do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA)?*

Recorreu-se a bases de dados, bibliotecas digitais e plataformas on-line como modo de busca de artigos científicos. Elas foram usadas por lograrem reconhecimento internacional, pondo à disposição da sociedade artigos revisados por pares e indexados, qualidades a que a comunidade científica internacional atribui bastante confiabilidade¹¹.

Definiram-se, como bases de dados, bibliotecas digitais e plataformas on-line, a servirem de fontes de artigos científicos para compor o *corpus* do trabalho, as seguintes:

- Multidisciplinar Web of Science;
- Scopus;
- Biblioteca digital IEEE Xplore;
- Plataforma de pesquisa SpringerLink; e
- Plataforma on-line Science Direct, da Elsevier.

Com o intuito de delimitar a pesquisa, definiram-se como primeiros termos descritores, em português e em inglês, os seguintes:

- África e *Africa*; e
- Africana e *african*.

Usando-os, descartavam-se, de imediato, artigos científicos que tratavam da muralha verde da China, um projeto semelhante, porém mais maduro.

Feito isso, os próximos termos descritores usados foram:

- Grande Muralha Verde e *Great Green Wall*; e
- Grande Muralha Verde africana ou da África e *African Great Green Wall*.

¹¹ São quatro os recursos vitais ao processo científico: curiosidade, ceticismo, reprodutibilidade e revisão por pares (MILLER, 2015). Comprova-se, logo, de início, que a revisão integrativa se define como um método de pesquisa preocupado em considerá-los.

3.1.2 Estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão à composição do *corpus* do trabalho foram artigos científicos:

- Publicados em 2024 e 2023, pois a grande quantidade daqueles dos anos anteriores não permitiu que fossem adequadamente revisados, e os de 2025 ainda estavam sendo publicados¹²;
- Apresentados com o objeto de pesquisa — a GMVA — como um assunto central; e
- Escritos em língua portuguesa ou inglesa.

Por sua vez, os critérios de exclusão à composição do *corpus* do trabalho foram textos:

- Não revisados por pares e não indexados, editoriais de periódicos, capítulos de livros e outros equivalentes;
- Que mencionam a GMVA apenas como suporte exemplar para outro assunto considerado objeto de pesquisa; e
- Não disponíveis para *download*, a partir das bases de dados, bibliotecas digitais e plataformas on-line.

3.1.3 Identificação dos artigos científicos pré-selecionados e selecionados

Os artigos científicos foram pré-selecionados a partir da leitura de seus:

- Títulos;
- Resumos; e
- Palavras-chave.

Depois, selecionados a partir da leitura de suas:

- Introduções; e

¹² Em particular, alguns artigos científicos publicados de 2022 para trás foram selecionados randomicamente e lidos. Porém, por vezes, seus dados e informações — iniciais e/ou resultantes — apresentaram-se desatualizados, quando comparados aos de 2024 e 2023. Optou-se, então, por deixar tais textos à parte do trabalho atual para serem submetidos a escrutínio, *a posteriori*.

- Considerações finais.

O Quadro 1 expõe os artigos resultantes da operação das três primeiras etapas do método de revisão integrativa; ou seja, ele expõe o *corpus* de pesquisa do trabalho.

Quadro 1 - Artigos científicos selecionados para compor o *corpus* de pesquisa

N.	Autor(es)	Ano	Título
1	DENG; HAO; QU	2024	A Preliminary Assessment of Land Restoration Progress in the Great Green Wall Initiative Region Using Satellite Remote Sensing Measurements
2	INGROSSO; PAUSATA	2024	Contrasting consequences of the Great Green Wall: Easing aridity while increasing heat extremes
3	LI <i>et al.</i>	2024	GGW-BDF: an online tool for using earth observation and Chinese ecosystem restoration experiences in support of the Great Green Wall initiative
4	VIEITEZ-GARCÍA; ROCA	2024	Bridges Between Soil Restoration, Land Management and Community Involvement in the Great Green Wall of Mauritania: A Preliminary Study
5	JALAM <i>et al.</i>	2023	Deployment of performance indicators toward bridging monitoring gaps in Africa's Great Green Wall
6	MACIA <i>et al.</i>	2023	The Great Green Wall in Senegal: questioning the idea of acceleration through the conflicting temporalities of politics and nature among the Sahelian populations
7	SACANDE; MUIR	2023	Restoring food systems with nutritious native plants: Experiences from the African drylands
8	SHEN <i>et al.</i>	2023	HiLPD-GEE: high spatial resolution land productivity dynamics calculation tool using Landsat and MODIS data
9	SMIATEK; KUNSTMANN	2023	Potential impact of the pan-African Great Green Wall on Sahelian summer precipitation: A global modeling approach with MPAS
10	YANG; GAO; LEI	2023	Aeolian disaster risk evaluation in the African Sahel

Fonte: O autor (2025).

Observa-se que todos os artigos científicos que compõem o *corpus* de pesquisa foram escritos em língua inglesa. Não foram encontrados textos assim escritos em língua portuguesa.

3.1.4 Categorizações gerais sobre os artigos científicos selecionados

As categorizações gerais sobre os artigos científicos se deram de acordo com os objetivos específicos do trabalho:

- Procedimentos metodológicos utilizados à produção dos artigos; e
- Achados apresentados pelos artigos.

Todos os artigos foram lidos na íntegra e os termos e frases, referentes às categorias gerais, localizados, extraídos deles e armazenados na forma de listas de tópicos e quadros de sínteses de resultados, a saber:

- Procedimentos metodológicos [1]; e
- Achados [2].

Os termos e frases referentes às categorias foram extraídos dos artigos científicos através do uso de abordagem qualitativa combinada com análise de conteúdo (GUERRA, 2006; BOULLOSA, 2023). Entendeu-se, aqui, que a revisão integrativa operada sobre o *corpus* se assemelhava à pesquisa histórica, logo legitimava a forma da pergunta norteadora do trabalho — *Como...?* Além disso, não havia maneira de controlar eventos comportamentais — nem dos sujeitos mencionados nos artigos, nem dos autores destes documentos, pois tudo já se encontra escrito — e não se estava focalizando acontecimentos contemporâneos — pois os artigos tratam do passado, a despeito de ele ser recente (YIN, 2005), isto é, anteriores a 2024 e 2023.

3.1.4.1 Categorização específica dos procedimentos metodológicos utilizados à produção dos artigos

Como visto, a primeira categoria geral foi “procedimentos metodológicos”, dividida, então, em categorias específicas:

- Método/técnica de pesquisa utilizado/a sobre o objeto;
- Tipo de abordagem ao objeto;
- Área geográfica focada;
- Sujeito; e
- Período (tempo) focado.

É importante destacar que, por vezes, os artigos científicos que compuseram o *corpus* do trabalho não expuseram seções de procedimentos metodológicos — de materiais e métodos ou de outras com títulos equivalentes — exatamente delineadas. Por conseguinte, reforça-se, precisou-se ler cada artigo na íntegra, a fim de localizar, extrair e armazenar em listas de tópicos e quadros de sínteses os resultados.

É importante destacar, também, que todos os autores e os seus artigos expuseram procedimentos metodológicos e achados. Porém, cada um ao seu estilo. Não se deve, por conseguinte, julgar o valor dos conhecimentos ofertados pela “quantidade” — “volume” ou “extensão” — de material apresentado através de redações e ilustrações, as quais são apresentadas no capítulo 4 deste trabalho.

3.1.4.2 Categorização específica dos achados apresentados pelos artigos

A segunda categoria geral se tratou de “achados”, dividida em duas categorias específicas:

- Atualidade; e
- Resultado e/ou descoberta original.

Dois registros devem ser lançados, aqui, de antemão: a categoria específica “atualidade” foi atendida automaticamente, por conta de os artigos científicos que compuseram o *corpus* de pesquisa serem de 2024 e 2023; e a de “achados” não obrigatoriamente foi atendida por conhecimentos advindos dos autores dos artigos científicos, mas, sim, também, daqueles identificados em suas fundamentações teóricas e revisões de literatura.

Ao se ler cada artigo, os achados foram, pouco a pouco, sendo localizados, extraídos e armazenados em listas de tópicos e figuras de sínteses de resultados.

Por termo, repete-se: no capítulo 4 encontram-se acomodadas as listas de achados apresentadas através de variadas quantidades de tópicos redigidos e ilustrados, e tais quantidades, grandes ou pequenas, não determinam as importâncias dos conteúdos — ali, todos os achados são valiosos.

3.1.5 Análise e interpretação dos resultados

Aqui, a etapa de análise e interpretação dos resultados é entendida como a exposição de resultados e a discussão sobre eles, sendo, assim, materializada no capítulo 4, adiante.

3.1.6 Apresentação da revisão/síntese do conhecimento

Esta etapa segue a lógica da anterior.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS UTILIZADOS À PRODUÇÃO DOS ARTIGOS

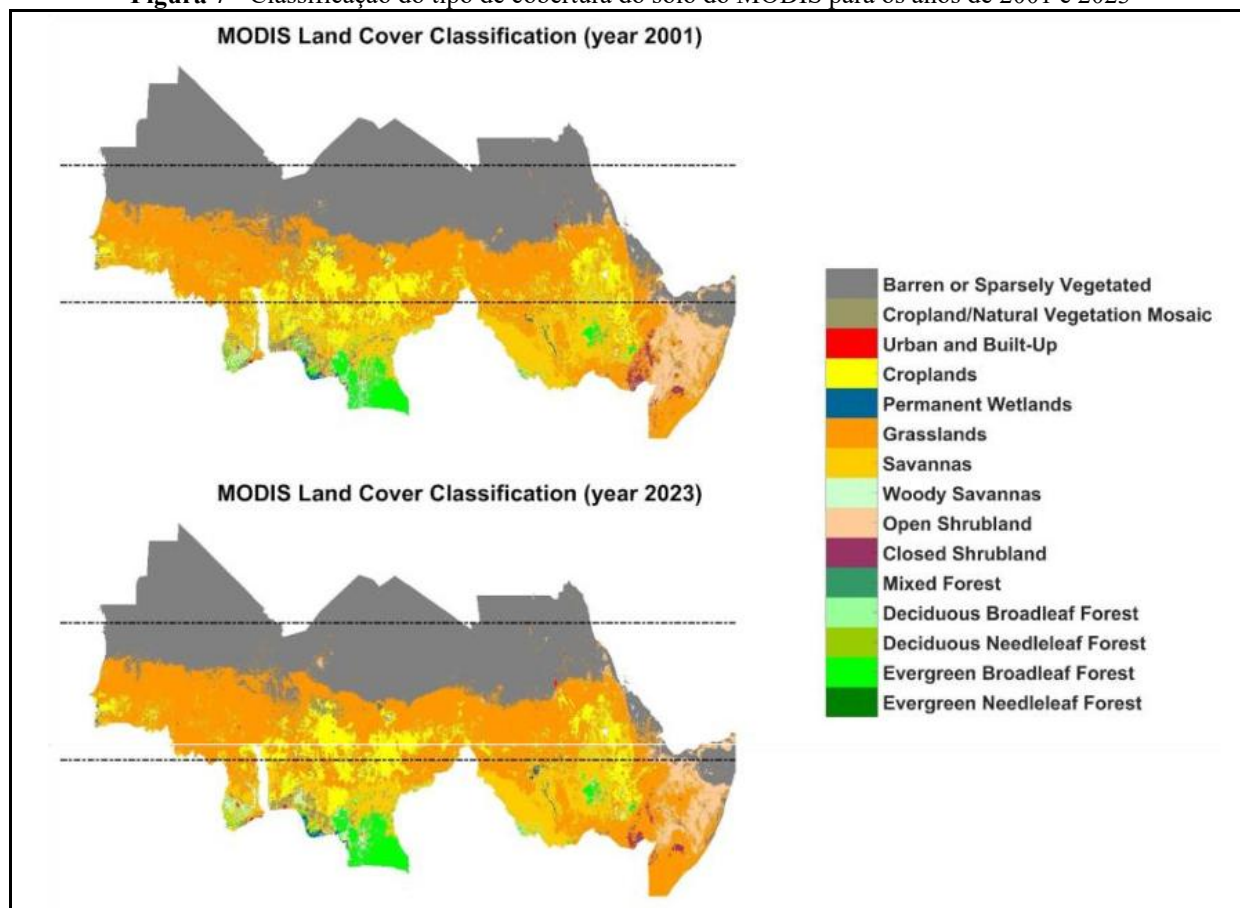
4.1.1 Deng *et al.* (2024): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

- Método e/ou técnica: Sensoriamento remoto.
 - Detalhamento:
 - Parâmetros e recursos principais:
 - Tipo de cobertura do solo: Classificação IGPB tipo 1 do produto de dados MODIS Land Cover Type V6.1 (MCD12Q1), com resolução espacial de 500m e período de 2001 a 2023;
 - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): NDVI dos produtos Terra MODIS Vegetation Indices Monthly L3 V6.1 (MOD13C2), com resolução espacial de 0,05 graus e período de fevereiro de 2000 a junho de 2024;
 - Land Surface Temperature (LST): LST diurna e noturna do Terra MODIS Land Surface e produtos de dados mensais de temperatura L3 V6.1 (MOD11C3), com resolução espacial de 0,05 graus e período de fevereiro de 2000 a junho de 2024;
 - Integrated Multi-satellite Retrievals for Global Precipitation Measurement (IMERG): IMERG com taxa de precipitação da Global Precipitation Measurement (GPM) da NASA, com resolução espacial de 0,1 graus e período de fevereiro de 2000 a junho de 2024; e
 - Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS): Umidade do solo obtida através do do C3S, com resolução espacial de 0,25 graus e período de fevereiro de 2000 a junho de 2024.
- Abordagem: Quantitativa.

- Área focada: Ponta ocidental do Senegal à fronteira entre Djibuti e Etiópia; mais especificamente, entre o cinturão de 10 e 20 graus de latitude norte (Figura 7, página 37).
- Sujeitos: Não se aplica.
- Período (tempo) focado: 2001 a 2023.

Figura 7 - Classificação do tipo de cobertura do solo do MODIS para os anos de 2001 e 2023



Observação: As duas linhas pretas pontilhadas são usadas para indicar as regiões ao longo da Grande Muralha Verde da África, a fim de permitir análise estatística das mudanças no tipo de cobertura do solo.

Legenda(s) principal(is): *Barren or Sparsely Vegetated*: Estéril ou com vegetação escassa; *Cropland Vegetation Mosaic*: Mosaico de vegetação de terras agrícolas; *Urban and Built-Up*: Urbano e construído; *Cropland*: Terras agrícolas; *Permanent Wetlands*: Zonas úmidas; *Grasslands*: Pastagens; *Savannas*: Savanas; *Wood Savannas*: Savanas florestais; *Open Shrubland*: Arbusto aberto; *Closed Shrubland*: Arbusto fechado; *Mixed Forest*: Floresta mista; *Deciduous Broadleaf Forest*: Florestas decíduas de folhas largas; *Deciduous Needleleaf Forest*: Florestas decíduas de folhas aciculadas; *Evergreen Broadleaf Forest*: Floresta perene de folha larga; e *Evergreen Needleleaf Forest*: Floresta de folha perene.

Fonte: Adaptada de Deng *et al.* (2024).

4.1.2 Ingrosso e Pausata (2024): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

- Método e/ou técnica: Sensoriamento remoto.
 - Detalhamento:
 - Modelagem computacional para produzir cenários, usando modelos climáticos regionais de alta resolução — de ≈ 13 km —, a fim de pesquisar o impacto do reflorestamento em partes e em todo o Sahel; e
 - Recurso: Canadian Regional Climate Model (CRCM).
- Abordagem: Quantitativa, não explicitada pelos autores.
- Área focada: Países da GMVA.
- Sujeitos: Não se aplica.
- Período (tempo) focado: 2000 a 2019.

4.1.3 Li *et al.* (2024): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

- Método e/ou técnica: Sensoriamento remoto.
 - Detalhamento:
 - Monitoramento da linha de base da Land Degradation Neutrality (LDN), associado ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 15.3.1, em função dos seguintes indicadores de tendências de mudanças:
 - Cobertura da terra;
 - Produtividade da terra; e
 - Estoque de carbono do solo.
 - Recurso: Ferramenta chinesa on-line Great Green Wall Big Data Facilitator (GGW-BDF) (<https://sdg.casearth.cn/en/onlineTools/GGWBDF>).
- Abordagem: Quantitativa, não explicitada pelos autores.
- Área focada: Países da GMVA.
- Sujeitos: Não se aplica.
- Período (tempo) focado: Novembro de 2017.

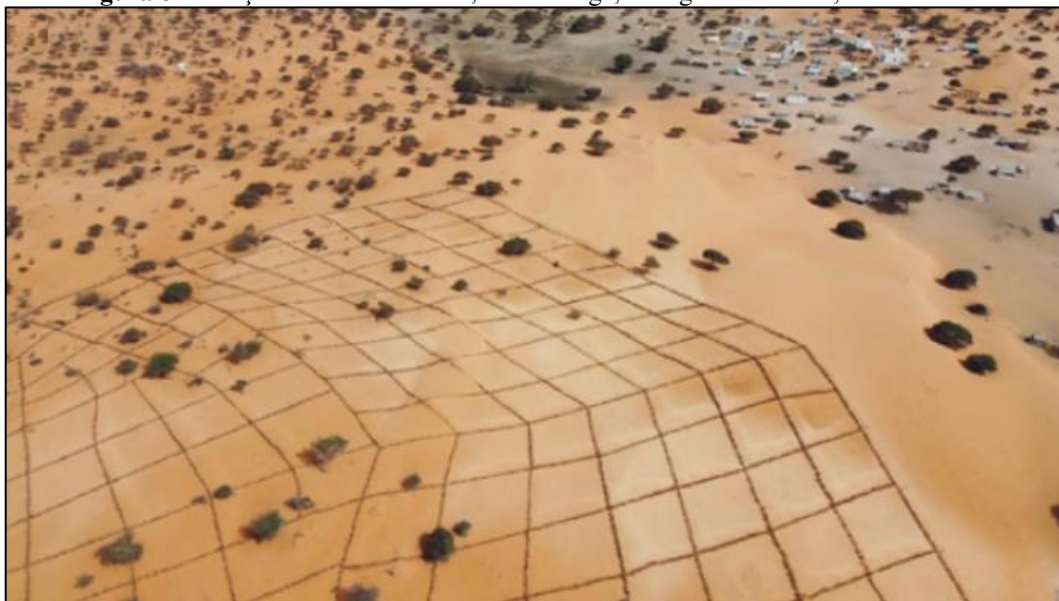
4.1.4 Vieitez-García e Roca (2024): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

- Método e/ou técnica: Incursão ao ambiente físico e social.
 - Detalhamento:
 - Coleta de dados e informações do ambiente físico através de indicadores de qualidade do solo:
 - Teor de carbono orgânico;
 - pH;
 - Estrutura;
 - Cor; e
 - Textura.
 - Coleta de dados e informações do ambiente social associados às experiências e percepções dos sujeitos sobre ações do projeto da GMVA:
 - Influência sobre vida do indivíduo;
 - Influência sobre vida da comunidade;
 - Posse da terra;
 - Governança; e
 - Vulnerabilidade social.
- Abordagem: Quantitativa e qualitativa, não explicitada pelos autores.
- Área focada: Vinte e dois locais da Mauritânia amostrados para se comparar os solos de parcelas restauradas ou intervencionadas com os de parcelas que não receberam tais ações:
 - Quinze na região de Brakna e Trarza, onde a Agência Nacional da Grande Muralha Verde (ANGMV) fixou dunas de areia (Figuras 8 a 13, páginas 40 a 42) e/ou cercas à acomodação de mudas durante reflorestamentos;
 - Seis na região de Gorgol, onde a Save the Children restaurou ecologicamente o rio — instalando gabiões do leito — e sua planície de inundação circundante — instalando cordões de pedra (Figuras 14 a 18, páginas 43 a 45); e
 - Uma na comunidade de Moustah, da região de Brakna, onde a ANGMV implantou horta e jardim comunitários.
- Sujeitos:
 - Entrevistados:
 - Um gerente de campo, da região de Brakna e Trarza; e

- Duas mulheres gerentes da horta comunitária, de Moustah, da região de Brakna.
- Período (tempo) focado: Não identificado, mas parece fazer sentido se supor que foi de 2008, quando as ações de campo do projeto da GMVA se iniciaram, a 2023, quando o artigo foi aceito para publicação.

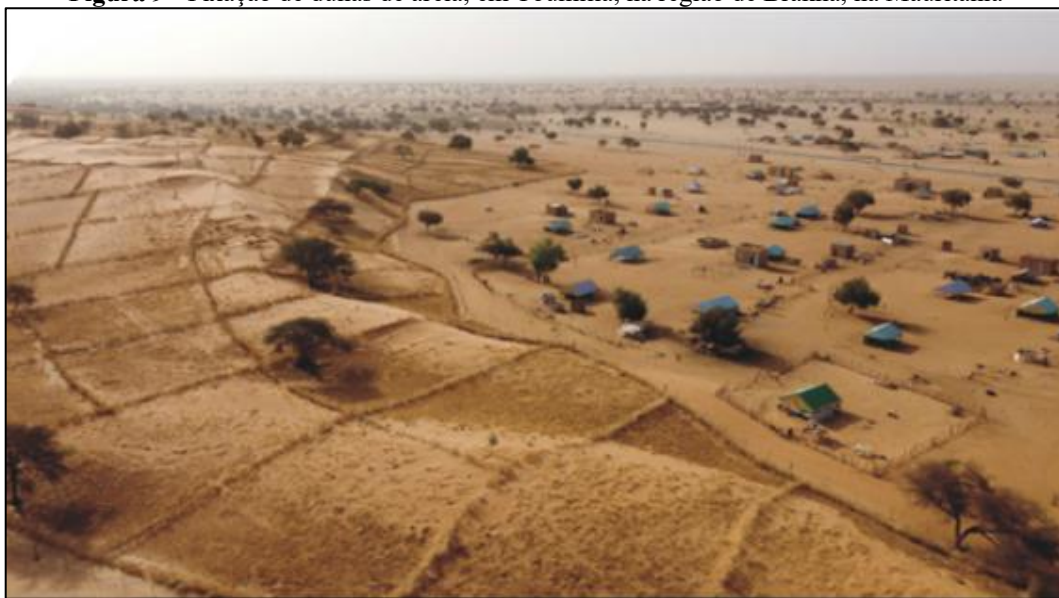
Figura 8 - Fixação de dunas de areia, em Oveivga, na região de Trarza, na Mauritânia



Técnica: Instalação de grade de proteção florestada para fixação de dunas de areia.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 7).

Figura 9 - Fixação de dunas de areia, em Toumilla, na região de Brakna, na Mauritânia



Técnica: Instalação de grade de proteção florestada para fixação de dunas de areia.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 7).

Figura 10 - Fixação de dunas de areia, em Oveivga (região de Trarza) e Toumilla (região de Brakna), na Mauritânia



Técnica: Exemplares de *Leptadenia pyrotechnica* compondo o cinturão de fixação de dunas de areia.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 7).

Figura 11 - Fixação de dunas de areia, em Oveivga (região de Trarza) e Toumilla (região de Brakna), na Mauritânia



Técnica: Exemplares de *Euphorbia balsamifera* compondo o cinturão de fixação de dunas de areia.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 7).

Figura 12 - Fixação de dunas de areia, em Boutilimit, na Mauritânia



Técnica: Conservação e restauração em cinturão de fixação de dunas de areia.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 7).

Figura 13 - Fixação de dunas de areia, no cinturão verde de Noaukcott, na Mauritânia



Técnica: Reflorestamento — através de transplante de mudas, antes da estação chuvosa, em setembro — de parcela de cinturão de fixação de dunas de areia.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 7).

Figura 14 - Delimitações de áreas para instalação de gabiões no leito do rio e na planície de inundação circundante, nas imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia



Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 11).

Figura 15 - Áreas de intervenções no leito do rio e na planície de inundação circundante, nas imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia



Ação: Cercamento do perímetro da área intervencionada a impedir entrada de animais.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 11).

Figura 16 - Leito de rio das imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia



Técnica: Instalação de dique para reter e armazenar água após a estação chuvosa.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 11).

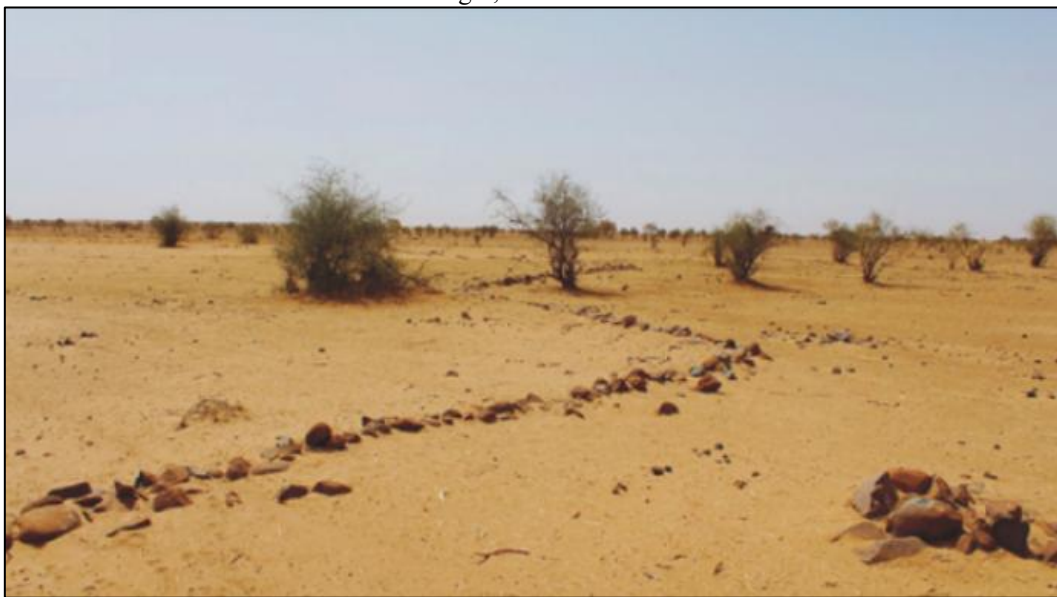
Figura 17 - Leito de rio das imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia



Técnica: Instalação de gabião a reduzir a velocidade da água e inundar a planície circundante.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 11).

Figura 18 - Planície de inundação circundante do rio, nas imediações da aldeia de Monguel, na região de Gorgol, na Mauritânia



Técnica: Instalação de cordão de pedra a reter sedimentos e reduzir erosão eólica na estação seca.

Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 11).

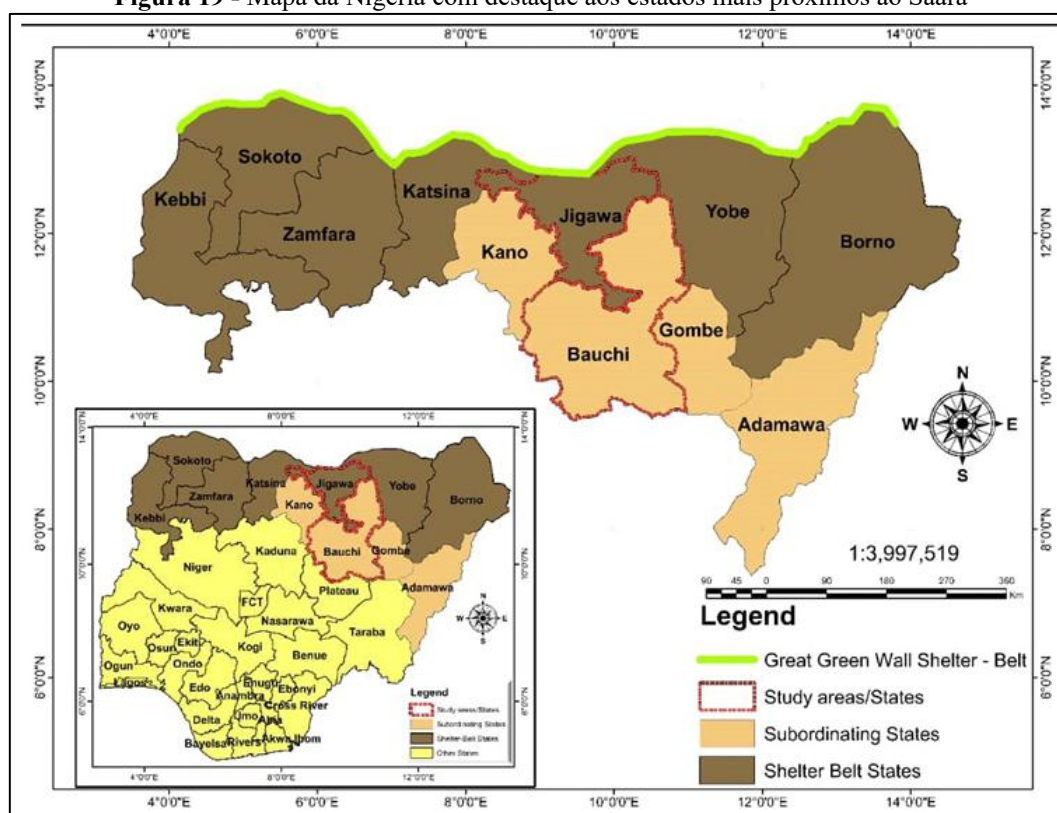
4.1.5 Jalam *et al.* (2023): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

- Método e/ou técnica: Método Delphi.
 - Detalhamento: Realizado com duas rodadas de consultas — por meio de questionários — sobre indicadores de desempenho ideais para avaliar a GMVA:
 - Rodada 1 realizada com 53 sujeitos vinculados às seguintes entidades: academia, serviço público federal, serviço público estadual, instituições de pesquisa e organizações não governamentais;
 - Rodada 2 realizada com 36 sujeitos vinculados às referidas entidades, os quais aceitaram continuar participando do processo de consulta;
 - Processamento dos dados e informações por meio do uso do Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 20; e
 - Resultado das consultas: questionário a ser aplicado a representantes de domicílios.
- Abordagem: Quantitativa e qualitativa, não explicitada pelos autores.
- Área focada:
 - Estados de Bauchi — com 49.119 km² e 430.549 domicílios — e de Jigawa — com 13.154 km² e 416.499 domicílios —, da Nigéria, devido às razões:

- Boa representatividade geopolítica nordeste e noroeste;
- Detentores de intervenções que passaram por todas as fases de implantação; e
- Ambiente sociopolítico pacífico (Figura 19).
- Domicílios submetidos à aplicação do questionário (tamanho da amostra):
 - 272 de Bauchi; e
 - 128 de Jigawa.
- Sujeitos:
 - 53 especialistas sujeitos vinculados às seguintes entidades: academia, serviço público federal, serviço público estadual, instituições de pesquisa e organizações não governamentais; e
 - 400 representantes de domicílios: 272 de Bauchi e 128 de Jigawab.
- Período (tempo) focado: Não identificado, mas parece fazer sentido se supor que, aproximadamente, em 2021, quando os autores consultaram o conselho de ética para realizar entrevistas de sujeitos.

Figura 19 - Mapa da Nigéria com destaque aos estados mais próximos ao Saara



Legenda(s) principal(is): *Great Green Wall Shelter - Belt*: Faixa de Proteção promovida pela Grande Muralha Verde; *Study areas/Stater*: Áreas dos estados pesquisados; *Subordinating States*: Estados protegidos; *Shelter Belt State*: Faixa de Proteção promovida por Estados.

Fonte: Adaptada de Jalam *et al.* (2023, p. 341).

4.1.6 Macia *et al.* (2023): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

- Método e/ou técnica: Análise teórica interdisciplinar.
 - Detalhamento:
 - Análise sobre um caso de ação do projeto da GMVA combinada com visitas a campo; e
 - Fundamentada nas disciplinas:
 - Mudanças Climáticas;
 - Ecologia da Restauração;
 - Ecologia Política; e
 - Antropologia — sobre um caso de implantação de intervenções da GMVA; combinada com visitas ao campo.
- Abordagem: Qualitativa, não explicitada pelos autores.
- Área focada: Comunidade rural de Téssékéré, na região do Ferlo, em Senegal.
- Sujeitos: Pesquisadores — autores do artigo — vinculados ao Observatório Internacional Homem-Ambiente.
- Período (tempo) focado: 2010 a 2021.

4.1.7 Sacande e Muir (2023): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

- Método e/ou técnica: Pesquisa teórica e incursão ao campo.
 - Detalhamento: Pesquisa sobre quatro casos de ações bem-sucedidas realizadas pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) associadas ao projeto da GMVA:
 - Coleta de dados e informações:
 - Pesquisas domiciliares para identificação de impactos socioeconômicos das ações sobre as comunidades;

- Reuniões participativas com a comunidade para diagnose de problemas e soluções associadas às ações; e
 - Monitoramento biofísico das ações, com suporte de sensoriamento remoto combinado com validação de campo.
- Abordagem: Quantitativa e qualitativa.
 - Área focada: Níger, Nigéria, Senegal e Burquina Fasso.
 - Sujeitos: Membros das comunidades.
 - Período (tempo) focado: 2016 a 2020 — 5 anos.

4.1.8 Shen *et al.* (2023): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

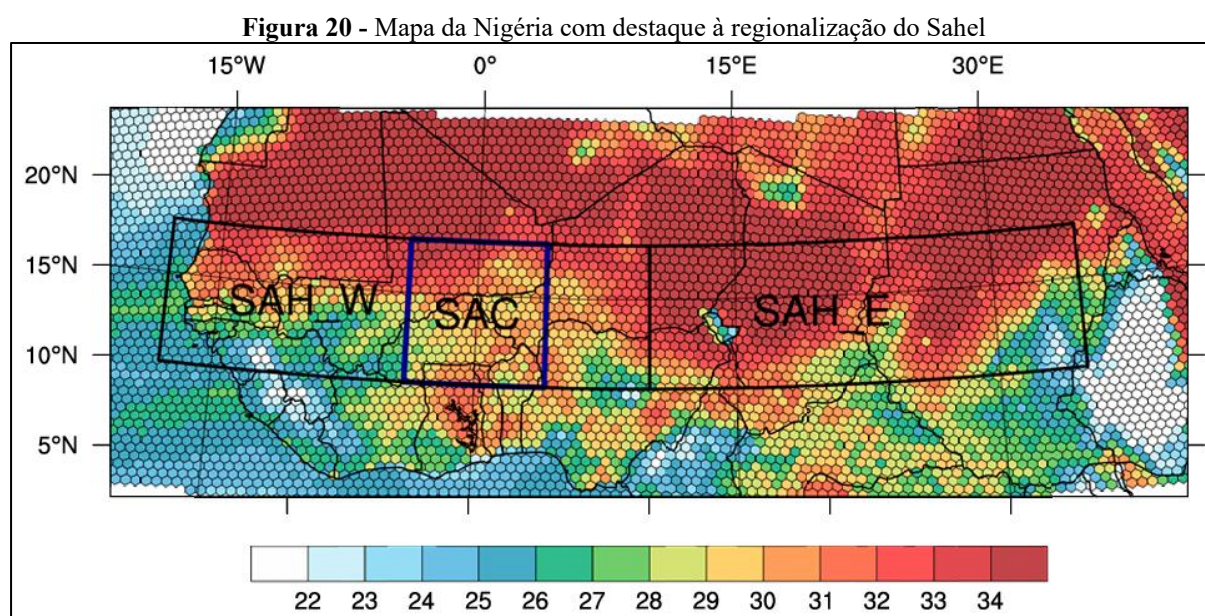
- Método e/ou técnica: Estudo de caso e sensoriamento remoto.
- Detalhamento: Estudo de caso utilizado para o desenvolvimento da ferramenta (HiLPD-GEE), a fim de calcular o Land Productivity Dynamics (LPD) de 30 m, através da fusão de dados fornecidos pelo Landsat e MODIS com base no Google Earth Engine (GEE), utilizando, por sua vez, os seguintes indicadores:
 - Cobertura da terra;
 - Produtividade da terra; e
 - Carbono orgânico do solo.
- Abordagem: Quantitativa, não explicitada pelos autores.
- Área focada: Países da GMVA.
- Sujeitos: Não se aplica.
- Período (tempo) focado: 2013 a 2020.

4.1.9 Smiatek e Kunstmann (2023): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

- Método e/ou técnica: Sensoriamento remoto.

- Detalhamento: Aplicação do Model for Prediction Across Scale (MPAS), versão 7 — modelo meteorológico —, para simulação de cenários de precipitação, a partir da implantação da GMVA.
- Abordagem: Quantitativa, não explicitada pelos autores.
- Área focada: Faixa da GMVA, dividida entre regiões oeste, central e leste do Sahel (Figura 20).
- Sujeitos: Não se aplica.
- Período (tempo) focado: 1997 a 2012.



Legenda(s): *SAH_S*: Região oeste do Sahel; *SAC*: Região central do Sahel; *SAH_E*: Região leste do Sahel.

Fonte: Adaptada de Smiatek e Kunstmann (2023, p. 3).

4.1.10 Yang, Gao e Leib (2023): procedimentos metodológicos

Extração de dados e informações do artigo:

- Método e/ou técnica: Sensoriamento remoto.
 - Detalhamento: Avaliação da aplicabilidade de cinco modelos de determinação de riscos de desastres eólicos nos países do projeto da GMVA:
 - Modelo:
 - G-TOPSIS (PENG *et al.*, 2023);
 - Matter Element Anlysis (MEA) (XU; XU; YANG, 2021);
 - Set Pair Analysis (SPA) (GUO *et al.*, 2014);

- Fuzzy Comprehensive Method (FCM) (WANG *et al.*, 2015); e
- VFR (CHEN *et al.*, 2013).
- Indicador:
 - Risco;
 - Sensibilidade;
 - Vulnerabilidade; e
 - Capacidade de restauração.
- Abordagem: Quantitativa, não explicitada pelos autores.
- Área focada: Países da GMVA.
- Sujeitos: Não se aplica.
- Período (tempo) focado: 2000 a 2020.

4.1.11 Resultados, discussão e síntese

Método/técnica de pesquisa.

Os principais métodos/técnicas de pesquisa utilizados nos artigos científicos foram (i) incursão ao ambiente físico e social, (ii) Delphi, (iii) análise teórica interdisciplinar, (iv) pesquisa teórica e incursão ao campo, (v) estudo de caso e sensoriamento e (vi) sensoriamento remoto (SR) — o último, presente em mais da metade dos documentos (Quadro 2).

Quadro 2 - Método/técnica de pesquisa utilizado/a sobre o objeto

N.	Autor(es) (Ano)	Método/técnica
1	Deng, Hao e Qu (2024)	Sensoriamento remoto
2	Ingrosso e Pausata (2024)	Sensoriamento remoto
3	Li <i>et al.</i> (2024)	Sensoriamento remoto
4	Vieitez-García e Roca (2024)	Incursão ao ambiente físico e social
5	Jalam <i>et al.</i> (2023)	Delphi
6	Macia <i>et al.</i> (2023)	Análise teórica interdisciplinar
7	Sacande e Muir (2023)	Pesquisa teórica e incursão ao campo
8	Shen <i>et al.</i> (2023)	Estudo de caso e sensoriamento remoto
9	Smiatek e Kunstmann (2023)	Sensoriamento remoto
10	Yang, Gao e Lei (2023)	Sensoriamento remoto

Fonte: O autor (2025).

Não surpreende a utilização do SR, dadas as peculiaridades geográficas do projeto da GMVA. Entretanto, para oferecer um resultado com mais valor agregado, ele requer, não

poucas vezes, validação de campo. E, com clareza, a requisição se mostrou como uma limitação metodológica, refletida nas discussões e considerações finais contidas em parte dos artigos.

Outrossim, não surpreende o argumento de que não existiu validação devido a restrições de acesso a recursos-chaves para ir a campo, sobretudo os financeiros. Na realidade, há que se destacar as evidências de que as restrições — de cunhos sociais, culturais, econômicos e políticos — normalmente se consubstanciavam em conflitos armados em vários pontos da GMVA. Em outras palavras, era — e ainda é — deveras perigoso se avizinhar a alguns locais do projeto africano.

Por outro lado, os artigos constituídos com métodos/técnicas diferentes daqueles que utilizaram apenas SRs usufruíram de incursões a campo, permitindo o alcance de resultados bastante humanizados. Sair do gabinete e se aproximar operacionalmente do objeto de pesquisa, mesmo cobrindo uma extensão territorial menor, pareceu enriquecer os resultados.

Abordagem de pesquisa.

As principais abordagens ao objeto de pesquisa foram (i) qualitativa, (ii) quantitativa e qualitativa e (iii) quantitativa — a última, a mais utilizada de modo isolado ou combinado com a qualitativa (Quadro 3).

A primeira inferência a que se chega trata da admissão de que, em regra, os SRs são processos de pesquisa de base tecnológica aeroespacial (FLORENZANO, 2011), eminentemente positivistas e cartesianos. Logo, é usual que eles “atraiam” mais a si abordagens quantitativas exclusivas.

Quadro 3 - Tipo de abordagem ao objeto de pesquisa

N.	Autor(es) (Ano)	Abordagem	Definição*
1	Deng, Hao e Qu (2024)	Quantitativa	Explícita
2	Ingrosso e Pausata (2024)	Quantitativa	Implícita
3	Li <i>et al.</i> (2024)	Quantitativa	Implícita
4	Vieitez-García e Roca (2024)	Quantitativa e qualitativa	Implícita
5	Jalam <i>et al.</i> (2023)	Quantitativa e qualitativa	Implícita
6	Macia <i>et al.</i> (2023)	Qualitativa	Implícita
7	Sacande e Muir (2023)	Quantitativa e qualitativa	Explícita
8	Shen <i>et al.</i> (2023)	Quantitativa	Implícita
9	Smiatek e Kunstmann (2023)	Quantitativa	Implícita
10	Yang, Gao e Lei (2023)	Quantitativa	Implícita

Nota: *: Indica a maneira como os autores definiram a abordagem de pesquisa utilizada no artigo.

Fonte: O autor (2025).

Contudo, no caso de um objeto de pesquisa como a GMVA, ligado de maneira inseparável às dimensões ecológica, social e econômica locais — sem ter em conta ainda, por exemplo, qualquer método/técnica de pesquisa utilizado —, quando se adicionou a abordagem

qualitativa aos procedimentos metodológicos, o resultado emergiu de forma mais humanizada também, carregado de pertinentes subjetividades, não passíveis de captura através de processos puramente racionais.

Reconhece-se, aqui, as valiosas contribuições que cada artigo científico ofertou, tenham seus autores abordado o objeto de pesquisa quantitativa ou qualitativamente. Quando, porém, elas emergiram da combinação de duas diferentes abordagens, pareceram se tornar mais aplicáveis ao mundo, de imediato.

Os SRs, com suas idiossincrasias de “atração” às abordagens quantitativas, são capazes de cobrir as extensas escalas regionais do projeto da GMVA. Se a eles se adicionarem as capacidades de coberturas das pequenas escalas locais, obter-se-ão contribuições ideais.

Área focada.

Em sua origem, onze são os países sahelianos do projeto da GMVA: Senegal, Mauritânia, Mali, Burquina Fasso, Níger, Nigéria, Chade, Sudão, Etiópia, Eritreia e Djibuti. Destes, o Senegal e a Nigéria, respectivamente, conformaram-se como os que mais acomodaram ações de restaurações ecológicas pesquisadas, levando-se em conta a existência de artigos que focaram toda a extensão, de 8 mil km, intentada pela muralha verde (Quadro 4).

Constatou-se, sem surpresas, que, por enquanto, os SRs são os únicos métodos/técnicas capazes de cobrir, de uma só vez, toda a extensão da GMVA. As amplas áreas, os limitados recursos disponíveis e as instabilidades sociais, culturais, econômicas e políticas inviabilizam a realização de pesquisas com alcances mais ambiciosos, com segurança individual e patrimonial, por exemplo.

Quadro 4 - Área geográfica focada pela pesquisa

N.	Autor(es) (Ano)	Área Focada
1	Deng, Hao e Qu (2024)	Senegal a Djibuti e Etiópia, entre faixa de lat. 10 e 20° norte
2	Ingrosso e Pausata (2024)	Países da GMVA
3	Li <i>et al.</i> (2024)	Países da GMVA
4	Vieitez-García e Roca (2024)	Mauritânia: - 15 da região de Brakna e Trarza; - 6 da região de Gorgol; e - 1 de Moustah, da região de Brakna
5	Jalam <i>et al.</i> (2023)	Nigéria, estados de: - Bauchi; e - Jigawa
6	Macia <i>et al.</i> (2023)	Senegal: Região do Ferlo, comunidade rural de Téssékéré
7	Sacande e Muir (2023)	Níger, Nigéria, Senegal e Burquina Fasso
8	Shen <i>et al.</i> (2023)	Países da GMVA
9	Smiatek e Kunstmann (2023)	Regiões de faixa latitudinal da GMVA: - Oeste; - Central; e - Leste
10	Yang, Gao e Lei (2023)	Países da GMVA

Legenda(s): GMVA: Grande Muralha Verde Africana; lat.: Latitude; e °: Grau(s).

Fonte: O autor (2025).

Dentre os autores dos artigos publicados em 2024 e 2023, nenhum se debruçou, particularmente, sobre ações do projeto da GMVA nos territórios nacionais de Mali, Chade, Sudão, Etiópia, Eritreia e Djibuti, por razões ora não identificadas. Logo, existe uma lacuna — ou uma oportunidade — à produção de conhecimentos científicos atuais afetos a estes países.

Sujeitos de pesquisa.

A maior parte dos artigos se fundamentou em uma específica combinação entre método/técnica e abordagem de pesquisa, à qual não se aplicava a consideração a sujeitos (Quadro 5).

Não por coincidência, todos os artigos a que considerações a sujeitos não se aplicavam foram calcados em SRs, enquanto todos os que recorreram a sujeitos para obterem subsídios para produzirem conhecimentos científicos abordaram o objeto qualitativamente.

A constatação não significa que SRs não possam se combinar com abordagens qualitativas e com considerações a sujeitos para a produção de conhecimentos. Na verdade, há sentido em supor que, em boa parte das problemáticas e ações do projeto da GMVA, tais combinações metodológicas têm potencial para produzirem conhecimentos mais enriquecidos.

Quadro 5 - Sujeitos de pesquisa

N.	Autor(es) (Ano)	Sujeitos de Pesquisa
1	Deng, Hao e Qu (2024)	Não se aplica
2	Ingrosso e Pausata (2024)	Não se aplica
3	Li <i>et al.</i> (2024)	Não se aplica
4	Vieitez-García e Roca (2024)	– 1 gerente de campo da ação; e – 2 mulheres gerentes de horta comunitária
5	Jalam <i>et al.</i> (2023)	– 53 especialistas vinculados a entidades organizacionais – 400 representantes de domicílios
6	Macia <i>et al.</i> (2023)	Pesquisadores/autores do artigo vinculados ao OIHM
7	Sacande e Muir (2023)	Membros da comunidade
8	Shen <i>et al.</i> (2023)	Não se aplica
9	Smiatek e Kunstmann (2023)	Não se aplica
10	Yang, Gao e Lei (2023)	Não se aplica

Legenda: OIHM: Observatório Internacional Homem-Ambiente.

Fonte: O autor (2025).

Período (tempo) focado.

Os artigos científicos expuseram contribuições obtidas a partir de apreciações da realidade do Saara, do Sahel e do projeto da GMVA, desde, principalmente, o início do século XXI. Note-se, no entanto, que despontaram como exceções, de fato, um documento, no qual o instante de início apreciado foi 1997 — Smiatek e Kunnstann (2003) —, e dois, nos quais não

se conseguiu identificar o instante — Vieitez-García e Roca (2024) e Jalam *et al.* (2023) (Quadro 6).

Quadro 6 - Período (tempo) focado pela pesquisa

N.	Autor(es) (Ano)	Período (tempo) Focado
1	Deng, Hao e Qu (2024)	2001 a 2023
2	Ingrosso e Pausata (2024)	2000 a 2019
3	Li <i>et al.</i> (2024)	Novembro de 2017
4	Vieitez-García e Roca (2024)	Não identificado*
5	Jalam <i>et al.</i> (2023)	Não identificado**
6	Macia <i>et al.</i> (2023)	2010 a 2021
7	Sacande e Muir (2023)	2016 a 2020
8	Shen <i>et al.</i> (2023)	2013 a 2020
9	Smiatek e Kunstmann (2023)	1997 a 2012
10	Yang, Gao e Lei (2023)	2000 a 2020

Nota: *: Parece fazer sentido se supor que o período focado foi de 2008, quando as ações de campo do projeto da GMVA se iniciaram, a 2023, quando o artigo foi aceito para publicação; e **: Parece fazer sentido supor que o período focado foi, aproximadamente, 2021, quando os autores consultaram o conselho de ética a que estavam subordinados para realizar entrevistas de sujeitos.

Fonte: O autor (2025).

De toda forma, há sentido também em assumir que os conhecimentos ofertados pelos artigos científicos estão bem atualizados, pois, mesmo aqueles poucos documentos aos quais não se pode atribuir, a rigor, que apreciaram as problemáticas e as ações do objeto de pesquisa a partir de um instante recente, não mostraram indícios de se referirem a um tempo remoto demais. Ou seja, os conhecimentos ofertados pelos artigos científicos sobre o projeto da GMVA parecem usufruir de uma validade vigente.

Deve-se recordar que a concepção do projeto da GMVA ocorreu em 2007, as primeiras ações materiais ocorreram em 2008 e a concepção e as ações do Acelerador da GMV (AGMV) da África ocorreram a partir de 2021. Tratam-se, então, de fenômenos novos.

Artigos científicos sobre o Saara e o Sahel, existem inúmeros com datas de publicações anteriores ao século XXI. Todavia, logicamente, sobre a GMVA, não. Sem dúvidas, documentos correntes, pautados em ciência, sobre o projeto da GMVA — em especial, de caráter climatológico — ainda são poucos (INGROSSO; PAUSATA, 2024). Os que existem, então, guardam um valor inestimável aos envolvidos com a temática.

4.2 PRINCIPAIS ACHADOS APRESENTADOS PELOS ARTIGOS

De antemão, é essencial explicar que os achados enunciados a seguir — na forma de listas de tópicos e figuras — não foram identificados unicamente a partir das leituras dos resultados e/ou das considerações finais dos artigos científicos. Na realidade, tais seções, não raro, mostraram-se modestas, quando comparadas às prolíferas outras para fornecerem apreciáveis “novidades”. Com diferentes palavras, foi possível se deparar com achados nos inícios, meios e fins dos documentos lidos.

4.2.1 Deng *et al.* (2024): achados

Observações prévias: Trata-se de um sensoriamento remoto combinado com abordagem quantitativa. Focou toda a região do projeto da GMVA. Ateve-se, porém, à Nigéria e à Etiópia para apresentar resultados mais específicos.

Principais achados.

Desde 2001, a maior parte das áreas desérticas da GMVA vem se localizando em um cinturão entre as latitudes 10 e 20 graus norte. A análise quantitativa sobre mudanças no tipo de cobertura do solo mostra que, continuamente, as áreas desérticas têm diminuído de tamanho e as vegetadas, aumentado; e, ao mesmo tempo, as áreas urbanas têm crescido e se adensado.

O NDVI sugere que a saúde da vegetação melhorou nas duas últimas décadas, sobretudo a partir de 2019, e que os esforços de restauração de áreas degradadas associados ao projeto da GMVA têm se mostrado bem-sucedidos. Ele sugere, também, tendência positiva de crescimento da vegetação no norte da Nigéria; e negativa na região central e meridional da África, com estresse da vegetação e mudança do uso do solo.

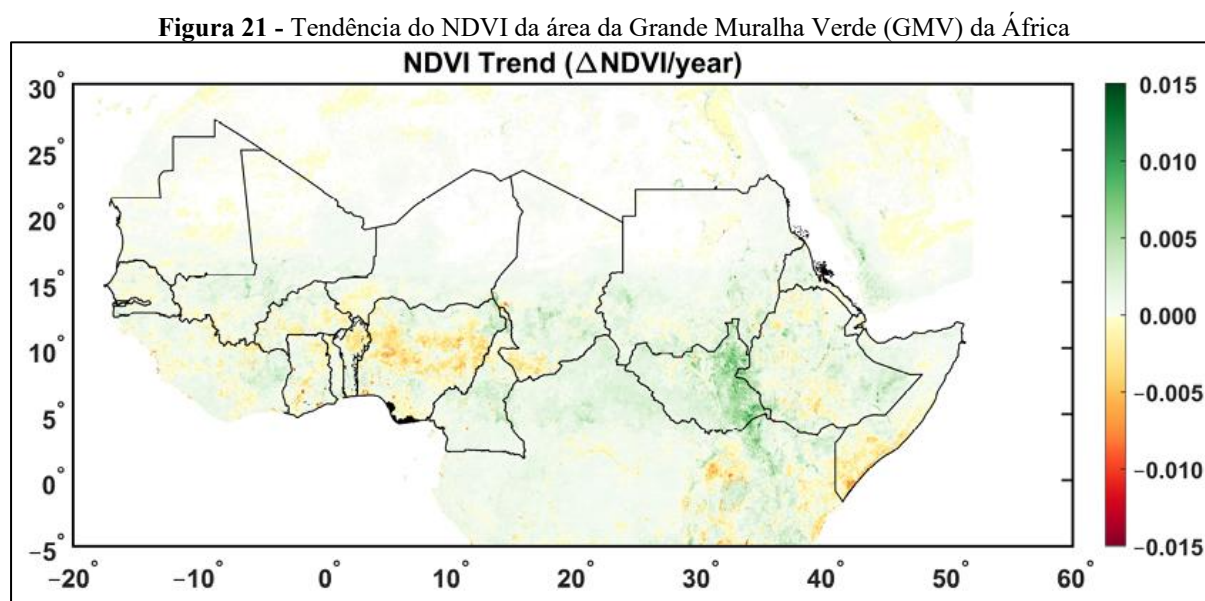
O LST diurno geral da GMVA apresenta tendência ligeiramente decrescente, o que pode refletir resfriamentos localizados, associados à restauração da cobertura vegetal e/ou a outros fatores microclimáticos ainda não identificados. O LST noturno médio, por sua vez, apresenta tendência de crescimento constante.

Através de apreciação espacial do projeto, constatou-se tendência diurna e noturna do LST, com as áreas sombreadas de azul indicando resfriamento e as de amarelo e vermelho, aquecimento (Figura 21, página 56).

Todas as regiões da GMVA estão apresentando tendência de aquecimento do LST noturno. Entretanto, grande parte do Sahel e partes da África Oriental apresentam tendência de

resfriamento do LST diurno, possivelmente devido ao aumento da vegetação. Em simultaneidade, a África Ocidental e Meridional apresenta leve tendência de aquecimento, porventura relacionada à redução da cobertura vegetal e/ou à degradação do solo.

Análises de tendências temporais e espaciais das regiões do Saara e do Sahel indicam que a área da GMVA está experimentando aquecimento homogêneo de noite — LST noturno —, e heterogêneo de dia — LST diurno.



Iguais análises indicam a precipitação a declinar, sugerindo aumento de ondas de vento seco, o que pode representar desafios à sustentabilidade da GMVA, em longo prazo. O declínio possui potencial para limitar o sucesso das ações de restauração vegetal, haja vista os recursos hídricos serem vitais à sobrevivência e ao crescimento das plantas.

Análises tempo-espaciais individuais sobre os onze países originais do projeto da GMVA demonstram heterogeneidade de tendências de NDVI e LST:

- A maioria deles expõe ligeira tendência ao “esverdeamento”, exceto a Nigéria;
- As tendências de aquecimento da superfície durante a noite são significativas para todos eles;
- As tendências de resfriamento da superfície durante o dia se manifestam para todos eles, mas não são significativas para alguns;
- Quanto à precipitação, apenas as tendências da Nigéria e da Etiópia são positivas e significativas; e

- Quanto à umidade superficial do solo, apenas três países — Senegal, Mauritânia e Burquina Fasso — contam com tendências decrescentes.

Semelhantes análises tempo-espaciais individuais indicam que a Nigéria apresenta tendência de diminuição gradual da densidade da vegetação, em relação à sua linha de base histórica. O mapa de tendência do NDVI fornece *insights* sobre as mudanças localizadas na vegetação. Note-se que o norte nigeriano fica dentro do Sahel, e onde ocorrem ações do projeto da GMVA, mostram áreas “esverdeadas”, o que sugere que o plantio de árvores e a gestão sustentável do solo estão produzindo impactos positivos, promovendo restauração ecológica e combate à desertificação.

As regiões central e meridional da Nigéria exibem áreas com NDVI negativos, indicando declínio da vegetação, quiçá causados por desmatamento, expansão agrícola, urbanização e/ou outras pressões ambientais. Por decorrência, isso reduz a capacidade do solo se resfriar. Mas, a despeito de o NDVI da Nigéria caracterizar tendência decrescente, a maior parcela do norte do país está “esverdeando”.

Os ganhos em volume de vegetação no norte da Nigéria — foco das ações da GMVA ali — não são suficientes para compensar as perdas em outras regiões do país, o que ressalta a urgência de reflorestamento e gestão sustentável do solo por todo o território nacional, com o intuito de mitigar tendências de aquecimento da superfície e de absorção de calor, e de aumentar a evapotranspiração.

A partir das análises tempo-espaciais individuais sobre os onze países originais do projeto da GMVA, demonstrou-se, agora, tendências positivas do NDVI da Etiópia, com “esverdeamento” do território ao longo do tempo. Constatou-se, assim, que houve melhoria da densidade da vegetação em relação à linha de base histórica do país.

Nas regiões norte e leste da Etiópia — bastante vulneráveis à desertificação — ocorrem ações de restauração de solos vinculadas ao projeto. Ali, já se visualizam áreas “esverdeadas” como efeitos de reflorestamentos e manejos sustentáveis de terras.

As regiões central e meridional da Etiópia revelam áreas com tendências negativas de NDVI, indicando declínio do volume de vegetação. Fatores como expansão agrícola, sobrepastoreio e degradação da terra, supostamente, estão contribuindo a tanto.

Constatou-se aumento gradual dos níveis de precipitação em toda a Etiópia, em relação à linha de base histórica nacional. Destaca-se a tendência de aumento nas regiões norte e leste, onde existem áreas propensas à degradação da terra — em forma de desertificação, reforça-se. E se presume que isso ocorra também por conta das ações do projeto da GMVA. O aumento de precipitações melhora a restauração da vegetação e vice-versa.

A região oeste da Etiópia apresenta tendências de precipitação ligeiramente negativas. Os sutis declínios pontuais podem estar contribuindo à reduzida produtividade agrícola e ao estresse hídrico etíope.

A Etiópia vivencia uma tendência geral de aumento de precipitações com ocorrências em suas regiões norte e leste. As tendências dos NDVIs corroboram a afirmação. Porém, algumas áreas da região oeste não estão se beneficiando tanto dos aumentos, exigindo uma cuidadosa gestão de recursos hídricos para garantir distribuição equitativa a todo o país.

4.2.2 Ingrosso e Pausata (2024): achados

Observações prévias: Trata-se de um sensoriamento remoto combinado com abordagem quantitativa. Focou todos os onze países do projeto da GMVA. Ateve-se a questões ligadas à precipitação e à temperatura da região saheliana e seus efeitos sobre outras distantes.

Principais achados.

Os sistemas convectivos de mesoescala são responsáveis por 70% a 90% da precipitação anual na região da GMVA. A constatação, no entanto, carece de novas pesquisas sobre o projeto para detalhamentos associados às mudanças climáticas e aos comportamentos atmosféricos em escalas menores.

Os produtos das pesquisas climatológicas a respeito da GMVA começaram a aparecer, mas eles precisam de sérias apreciações pelos formuladores de políticas para se tornarem úteis.

Os cenários elaborados por meio de Regional Climate Models (RCMs) — Modelos Climáticos Regionais —, com atenções, sobretudo, a índices de precipitação e temperatura, revelaram os seguintes efeitos do projeto: aumento de chuva, redução do período de seca e de temperaturas de verão; contudo, outrossim, extremos de calor pré-monções aumentados. Isso exige que os formuladores de políticas permaneçam alertas às ramificações multifacetadas das ações do projeto, a fim de eles planejarem eficazmente políticas ambientais regionais.

Os cenários também revelaram a influência da densidade da vegetação da GMVA ante a precipitação na região: o impacto dela sobre as chuvas será pequeno, se as áreas forem cobertas por espécies baixas; e grande, se cobertas por espécies altas.

Modelagens climáticas recentes, realizadas com base em um Saara “verde”, de 6 mil anos atrás, sugerem que a GMVA bem-sucedida tem potencial para afetar climas distantes — por exemplo, os dos oceanos Atlântico equatorial e Pacífico —, acarretando ciclones tropicais e oscilações sul do El Niño.

O projeto da GMVA visa melhorar as condições ecológicas, sociais e econômicas do Sahel. Ele possui, todavia, limites quanto às contínuas mudanças de interesses dos homens, às variabilidades climáticas naturais e, em particular, à escassez de recursos hídricos, que dificulta as condições de habitação na região saheliana.

Inicialmente, a GMVA foi pensada como uma “muralha” de árvores por toda a sua extensão, repete-se. Na atualidade, entretanto, o projeto evoluiu para ser uma estrutura de gestão integradora de ecossistemas, em função de regulamentação de terras, armazenamento de recursos hídricos e conservação de sistemas ecológicos.

4.2.3 Li *et al.* (2024): achados

Observações prévias: Trata-se de um sensoriamento remoto combinado com abordagem quantitativa. Focou todos os onze países do projeto da GMVA. Ateve-se à aplicação da ferramenta on-line chinesa, concebida para acompanhar a implantação da Grande Muralha Verde da China, e, agora, posta à disposição ao acompanhamento do projeto da GMVA.

Principais achados.

A ferramenta on-line Great Green Wall Big Data Facilitator (GGW-BDF) — disponível em <<https://sdg.casearth.cn/en/onlineTools/GGWBDf>> —, concebida para dar suporte à evolução da linha de base da LDN, em função dos seguintes indicadores de tendências de mudanças, relacionados ao ODS “Vida sobre a Terra”:

- Cobertura da terra;
- Produtividade da terra; e
- Estoque de carbono do solo.

Tal ferramenta foi concebida para usuários como a APAGMV e os seus gestores. Ela se fundamenta na experiência chinesa, com a sua própria “muralha verde”, e oferece dois recursos principais:

- Fornecimento de produtos de dados espaciais LDN em escala fina e *scripts* para computá-los, de acordo com as necessidades do usuário; e
- Construção de banco de dados com conhecimentos para prevenir e restaurar a degradação da terra.

Ela é grátis e conta com módulo *e-learning* e quatro vídeos de assistência a usuários:

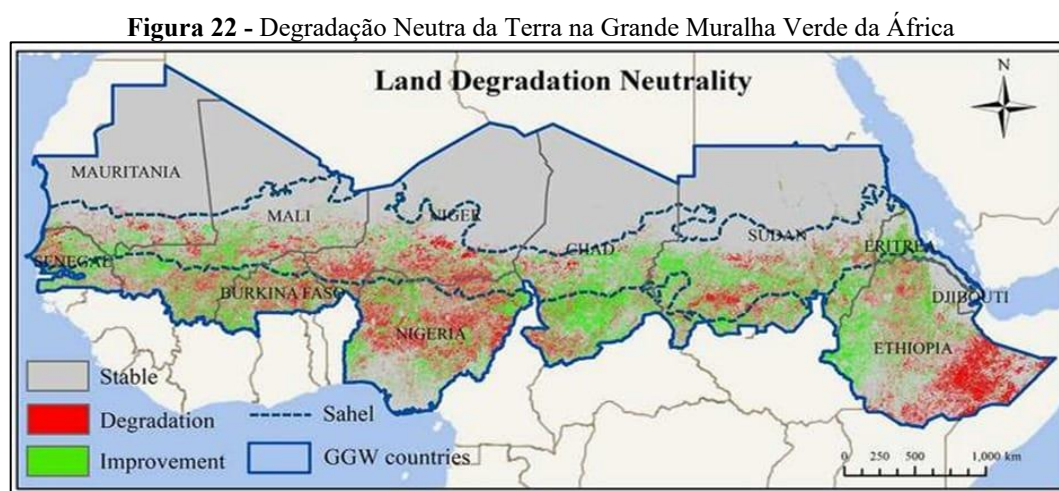
- GGW-BDF Guided Tutorial;

- SDGSAT-1 SI Guided Tutorial;
- HiLPD-GEE Guided Tutorial; e
- Desertification Control Knowledge Guided Tutorial.

A região semiárida do Sahel é mais vulnerável às mudanças climáticas que a árida do Saara, ao norte, e a úmida, das florestas densas, ao sul.

As dinâmicas LDN na GMVA revelaram que tanto entre os países do projeto, quanto na região do Sahel, aqueles com as maiores proporções de degradação e melhoria da terra foram Nigéria — 24,71% e 32,09% — e Senegal — 28,37% e 27,12% (Figura 22).

As análises estatísticas revelaram também que a todos os países da GMVA, as proporções de terras estáveis, degradadas e recuperadas foram 75,35%, 11,35% e 13,30%, respectivamente (Figura 22).



Legenda(s) principal(is): *Land Degradation Neutrality*: Degradação Neutra da Terra; *Stable*: Estável; *Degradation*: Degradação; *Improvement*: Melhoria; *GGW countries*: Países da Grande Muralha Verde.

Fonte: Adaptada de Li *et al.* (2024).

No que tange às limitações da ferramenta GGW-BDF, destaca-se o fato de ela:

- Apoiar-se sobre dados gerais de observação do planeta — a exemplo de cobertura e produtividade da terra, e índice de sílica —, então sua precisão requer validações e ajustes ao contexto do Sahel e da GMVA. Dentre os ajustes, aqueles com os quais se deve ter mais cuidados, no caso do projeto, são os de vegetação, precipitação e atividade antrópica.
- Não vincular informação e conhecimento à tomada de decisão para cumprir metas de LDN.

De 2015 a 2022, a LDN indicou que a área restaurada era ligeiramente superior à degradada — 1,95%, a dos países da GMVA e 4%, a do Sahel, como um todo —, refletindo

tendência positiva. A proporção da degradação das áreas desses locais, porém, permaneceu acima de 10%. Antecipa-se, assim, que a LDN enfrentará sérios desafios no futuro, em médio e longo prazos.

Os fatores climáticos se mostraram como os principais obstáculos à melhor produtividade das terras dos países da GMVA; depois, os fatores com causas antrópicas.

4.2.4 Vieitez-García e Roca (2024): achados

Observações prévias: Trata-se de uma incursão ao ambiente físico e social combinada com abordagem quantitativa e qualitativa. Focou a Mauritânia. Ateve-se a ações do projeto da GMVA no território mauritano.

Principais achados.

Existe consenso em torno de que uma restauração ecológica no Sahel resultará positivamente sobre temperatura, precipitação e disponibilidade de recursos hídricos ali. As primeiras ações do projeto da GMVA, no entanto, concentraram-se em demasia sobre aspectos técnicos e descuidaram dos sociais. Assim, há registros de casos de áreas, alvos de ações de reflorestamento, nas quais membros das comunidades introduziram gado a consumir mudas de um mês de idade, por exemplo.

Erguer uma “muralla verde”, a princípio, é suficiente para retardar a expansão do Saara ante o Sahel. Mas isso deve, obrigatoriamente, levar em conta o bem-estar das comunidades locais e suas relações com solo, vegetação, água e atmosfera.

As comunidades, sujeitas a privações, não poderão respeitar as ações da GMVA. Portanto, é imperativo que o projeto conquiste a participação social e ofereça condições de sobrevivência dignas em curto prazo. Caso contrário, as comunidades não conseguirão resistir à “tentação do verde viçoso”.

Na atualidade, a GMVA evoluiu e é apresentada como um amplo projeto “guarda-chuva”, que abrange projetos multinacionais menores de restauração de paisagens e impactos sociais. Destacam-se alguns:

- “Ação Contra a Desertificação”: Intenta restaurar terras áridas e degradadas considerando, em simultaneidade, as dimensões social e econômica das comunidades locais.

- “Construindo Resiliência por meio de Serviços de Inovação, Comunicação e Conhecimento”: Intenta coordenar um conjunto de ações de inclusão social com tecnologias inovadoras. Conta com financiamento do Banco Mundial.
- “Front Local Environmental pour une Union Verte (FLEUVE)¹³”: Intenta melhorar a interação entre cooperação e recursos tendo em vista a gestão sustentável da terra. Conta com financiamento da União Europeia.
- “Cash for Work pour la conservation des eaux et des sols/défense et restauration des sols”¹⁴: Intenta ofertar condições de emprego e renda às comunidades para elas ajudarem a implantar e a manter as ações da GMVA. Conta com financiamento da Save the Children.

Episódios repentinos de enchentes e inundações no Sahel são causados, em boa medida, por compactação de solo — devido a sobrepastoreio causado por ovinos e caprinos —, o que resulta em degradação de terras antes aproveitadas para a agricultura.

No Sahel, parcelas significativas da população rural sempre se dedicaram à pecuária e à transumância. Contudo, hoje, vários fatores — tributação governamental, controles demográficos, alfandegários e de doenças animais, por exemplo — vêm promovendo sedentarização. Eles complicaram os trânsitos transfronteiriços. E a conversão de populações nômades a sedentárias se deve, também, ao aumento de centros urbanos na região saheliana, facilitando o acesso à saúde, educação, comércio e terras ocupadas por indústrias extrativistas.

O crescimento da população em áreas fixas alterou as estruturas de propriedade da terra. Certas vezes, comunidades se viram forçadas a adquirir ou arrendar terras para se dedicarem à agricultura de subsistência, à criação de ovinos e/ou caprinos e à moradia permanente. E, com a fixação da população em áreas bem definidas, a pressão sobre os recursos naturais, como vegetação e água, aumentou.

Configuram-se como ações bem-sucedidas do projeto da GMVA:

- Fixação de dunas: Não apenas na Mauritânia, mas em grande parte do Sahel, o movimento das dunas se tornou um problema infraestrutural grave, enterrando estradas e vilas, contribuindo ao processo de migração populacional. Para reduzir a velocidade do vento e estabilizar as superfícies delas, aplicou-se fixação mecânica mediante grades de 20 m x 20 m com as espécies arbustivas *Leptadenia pyrotechnica* e *Euphorbia balsamifera* (Figuras 10 e 11, página 41), as quais foram

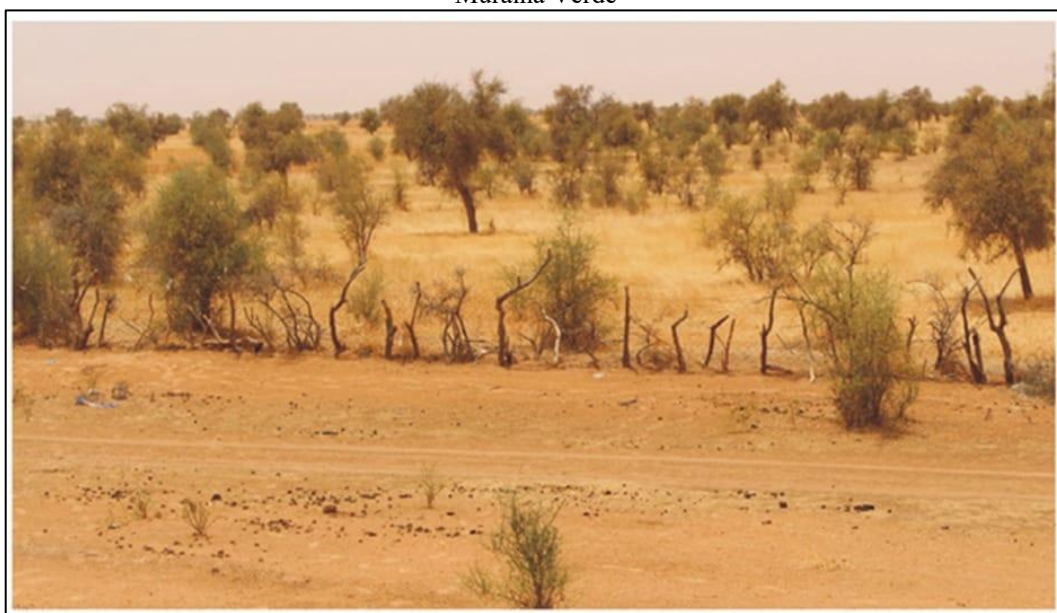
¹³ Frente Ambiental Local por uma União Verde (RIVER).

¹⁴ Dinheiro por Trabalho para conservação da água e do solo/defesa e restauração do solo.

aplicadas e são mantidas por trabalhadores locais, empregados da ANGMV mauritana.

- Cercas e reflorestamentos: A capacidade das pastagens da Mauritânia está sob ameaça da superexploração. Pouco a pouco, áreas onde há — ou houve — savanas arbustivas e mesmo florestas nacionais mais adensadas precisam ser cercadas para impedir o acesso de homens e animais. Para tanto, ANGMV promoveu o cercamento de grandes áreas (Figura 23), dispersou dentro delas sementes de espécies de árvores diversas, as quais foram acompanhadas por veloz colonização de herbáceas e de outros espécimes arbóreos que brotam esporadicamente. As espécies mais comuns das plantações induzidas são *Acacia raddiana*, *Ziziphus mauritiana* e *Balanites aegyptiaca* (Figuras 24 a 28, páginas 64 e 65) ¹⁵.

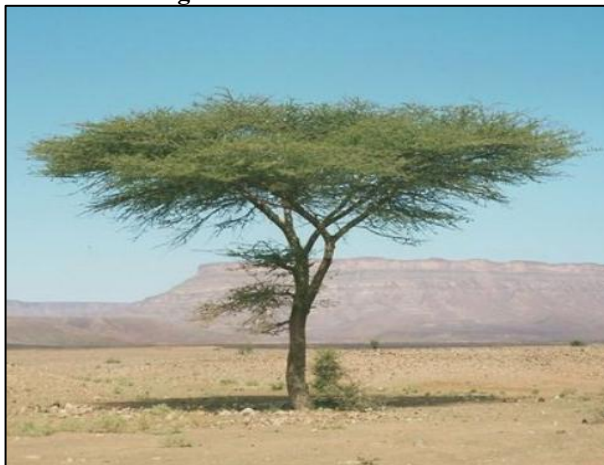
Figura 23 - Cercamento de área em Lougué Potié, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde



Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 9).

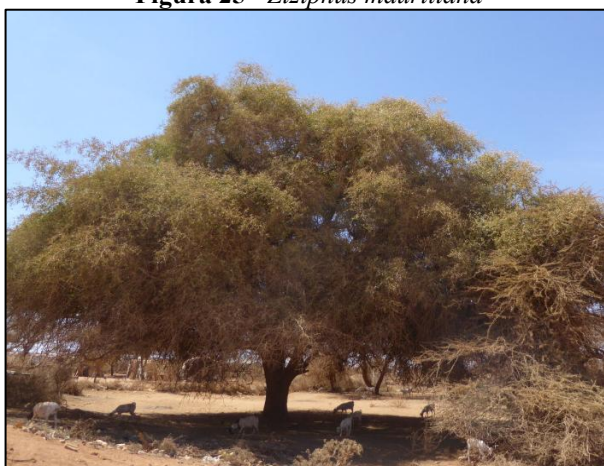
¹⁵ As áreas das Figuras 23, 27 e 28 variaram de 2 a 50 ha (VIEITEZ-GARCÍA; ROCA, 2024).

Figura 24 - *Acacia raddiana*



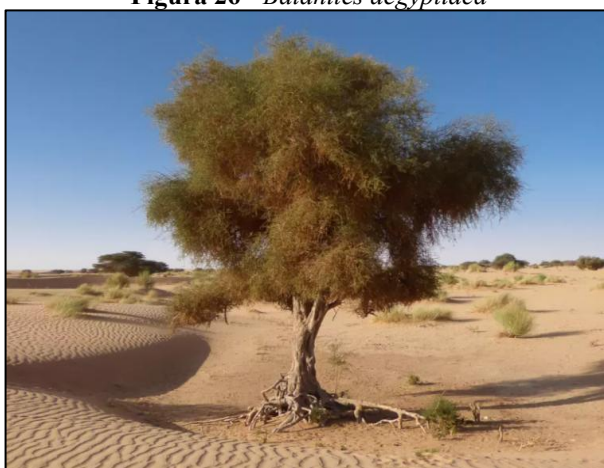
Fonte: Adaptada de Overblog (*Sine data*).

Figura 25 - *Ziziphus mauritiana*



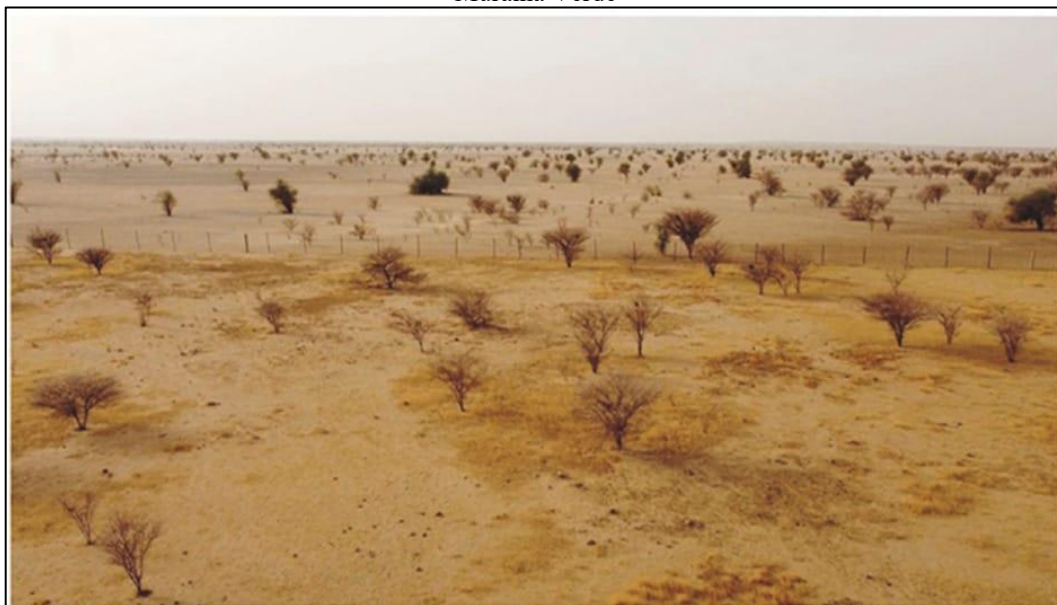
Fonte: Adaptada de Overblog (*Sine data*).

Figura 26 - *Balanites aegyptiaca*



Fonte: Adaptada de PBSWM (2004).

Figura 27 - Vista aérea de área cercada em Krehini, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde



Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 9).

Figura 28 - Vista aérea de área cercada em Krehini, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde



Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 9).

Além das fixações de dunas e dos cercamentos de áreas para restauração de vegetação, o projeto da GMVA, na Mauritânia, implantou ações de restauração de várzeas, de criação e manutenção de hortas e jardins comunitários (Figuras 29 e 30, página 66) e capacitação para gestão de comércios de itens produzidos pelas comunidades (Figura 31, página 67).

Os resultados das ações físicas do projeto mauritano se materializaram através da melhoria de indicadores de qualidade do solo, a exemplo de conteúdo de compostos orgânicos, pH, estrutura de solos, cores e texturas.

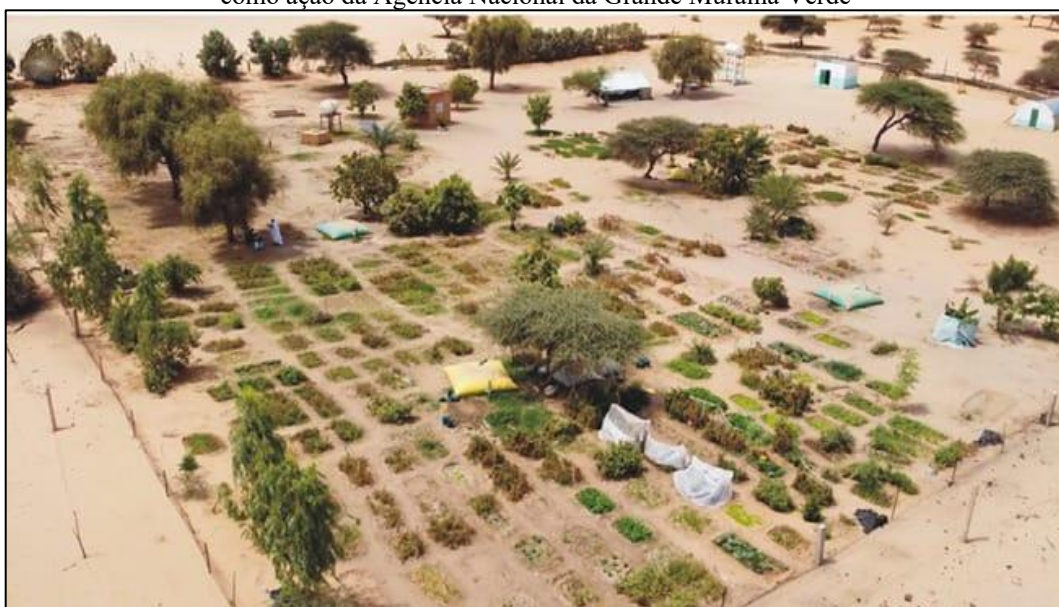
Além disso, o sucesso se deveu — porventura, principalmente — à incorporação de atenções cuidadosas à dimensão socioeconômica — por meio de capacitações e de geração de empregos e rendas —, atraindo a comunidade a participar de modo ativo das ações.

Figura 29 - Vista aérea de área de jardim comunitário, em Towmiya, na região de Trarza, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde



Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 13).

Figura 30 - Vista aérea de área horta e jardim comunitários em Moustah, na região de Brakna, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde



Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 13).

Figura 31 - Estabelecimento comercial administrado pela comunidade da vila de Moustah, na região de Brakna, na Mauritânia, como ação da Agência Nacional da Grande Muralha Verde



Fonte: Adaptada de Vieitez-García e Roca (2024, p. 13).

É relevante considerar que as experiências bem-sucedidas com implantações de ações do projeto da GMVA mauritana exigiram — e ainda exigem — acompanhamentos com pessoal técnico e sistemas de manutenção, monitoramento e avaliação contínuos.

4.2.5 Artigo de Jalam *et al.* (2023): achados

Observações prévias: Trata-se de uma aplicação do método Delphi combinada com abordagem quantitativa e qualitativa. Focou a Nigéria. Ateve-se ao lançamento de sugestões de indicadores-chave para avaliação de desempenho das ações do projeto da GMVA no território nigeriano.

Principais achados.

No fim do século XX e início do XXI, a produtividade da terra entrou em declínio no Sahel e, de forma pronunciada, na Nigéria, devido ao avanço da desertificação. Anos após a concepção do projeto da GMVA e as implantações das suas primeiras ações, principiaram-se as apreciações dos resultados nigerianos — sobretudo, ante a dimensão política — quanto à distribuição de propriedades comunitárias, oferta de infraestrutura de base e participação do Estado, e elas se mostraram bastante aquém do almejado. Isso se deveu à ausência de indicadores-chave de avaliação de desempenho.

Identificou-se que o melhor indicador para um projeto de restauração ecológica, como o da GMVA, é a proporção de terras recuperadas, porque envolve ações de reflorestamento multifacetadas, abarcando, por exemplo, forragens e madeiras.

Identificou-se, também, o indicador mais frágil — a fixação de dunas —, porque funciona bem apenas se a ação for implantada com acompanhamento técnico de engenharia ecológica e geração de emprego e renda local, com vistas a elevar o nível das comunidades para acima da linha de pobreza, algo ainda difícil de se realizar, de maneira generalizada.

As ações de reflorestamento são as dominantes, dentre as do projeto da GMVA. Aos poucos, os melhoramentos de mudas para os reflorestamentos têm elevado a eficiência das ações.

O projeto também abarca assistência à saúde, que vem reduzindo a quantidade de crianças menores de 5 anos desnutridas. O nível de pobreza, porém, ainda é, por demais, alto nas comunidades rurais, a despeito de as ações ofertarem empregos e rendas locais. Ou seja, pouco se avançou, neste sentido. Por consequência, o projeto ainda não consegue atrair de volta os jovens que migraram.

Até então, na Nigéria, os resultados das ações do projeto da GMVA não recuperaram fauna e flora. Além disso, uma das principais demandas insatisfeitas por elas é a criação de fontes alternativas de energia. Assim, as comunidades continuam a desmatar em excesso a fim de obter lenha para uso doméstico.

O projeto da GMVA, na Nigéria, deve reforçar as ações na linha de frente norte, exatamente na área mais suscetível à desertificação.

4.2.6 Artigo de Macia *et al.* (2023): achados

Observações prévias: Trata-se de uma análise teórica combinada com abordagem qualitativa. Focou o Senegal. Ateve-se às diferenças de tempos — as velocidades — entre as dimensões da política, da restauração ecológica e da vida das populações onde as ações do projeto da GMVA se dão.

Principais achados.

As primeiras ações do projeto da GMVA, no Senegal, foram iniciadas envolvendo as comunidades rurais de “baixo para cima”, de maneira a ocorrer uma aproximação participativa, o que corroborou, até então, aos bons resultados alcançados.

As ações de reflorestamento senegalesas, em particular, privilegiaram a seleção de espécies vegetais indígenas¹⁶, resistentes aos estresses hídricos, dotadas de plasticidades ecológicas¹⁷ e de valores econômicos — comerciais, energéticos, medicinais, pastorais, alimentares e culturais. Elas receberam suporte técnico da FAO.

Em comparação com tentativas senegalesas de reflorestamentos, principiadas, por exemplo, em 1984, e com êxito de 0,08%, as ações de 2015 a 2023, vinculadas ao projeto da GMVA, lograram resultado melhor: 2,26% — considerando-se que as taxas de sobrevivência e crescimento de plântulas, no Sahel, continuam a ser desafiadoras.

A maioria das espécies vegetais do Sahel se depara com fortes restrições abióticas. Normalmente, a taxa de crescimento dos espécimes é de apenas 8 a 13 cm, em três anos após as suas transferências ao solo.

Acelerar o reflorestamento da região saheliana é difícil. As espécies de plantas de crescimento rápido são exóticas e pouco adaptadas à região. Então, para aumentar as suas taxas de sobrevivência, é necessário melhorar o solo, mediante o emprego de fertilizantes e/ou regas artificiais a longo prazo, providências quase impossíveis à realidade local.

A área silvipastoril, na região do Ferlo, no norte do Senegal — uma daquelas onde ocorrem ações do projeto da GMVA —, é deveras isolada. A vida da comunidade local se diferenciou pela transumância, exigência para alimentar os animais, em meio à rotina de secas que duram entre oito e dez meses. Neste contexto, só depois de anos de tentativas de reflorestamento, os resultados vêm melhorando. Em verdade, a GMVA, se não for uma mera utopia, é um projeto de longo prazo, para muito além de 2030, por exemplo.

O projeto da GMVA funcionará a contento somente se incluir as comunidades locais rapidamente. A participação ativa delas é decisiva. Elas não podem se tornar simples beneficiárias passivas de ações físicas, sem melhoria da qualidade de suas vidas e atribuição de responsabilidades.

4.2.7 Artigo de Sacande e Muir (2023): achados

Observações prévias: Trata-se de uma pesquisa teórica e incursão ao campo combinada com abordagem quantitativa e qualitativa. Focou os países Níger, Nigéria, Senegal e Burquina

¹⁶ O termo “indígena”, no sentido usado pelos autores do artigo, refere-se a algo “selvagem”, “silvestre”, “nativo” do local.

¹⁷ Ou fenotípicas, associadas à capacidade de promover alterações morfológicas e/ou fisiológicas em resposta a alterações ambientais.

Fasso. Ateve-se à análise de experiências de implantação de ações do projeto da GMVA realizadas pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Segurança Alimentar (FAO).

Principais achados.

Uma das limitações mais preocupantes encaradas pelo projeto da GMVA se consubstancia em as intervenções físicas ainda se encontrarem em descompasso com os contextos socioeconômicos das comunidades onde elas ocorrem, os quais expõem situações de riscos graves e agudas, afetas à insegurança alimentar e desnutrição. As ações internacionais, repetidamente, põem à margem das prioridades a estreita associação entre agricultura e nutrição.

A iniciativa AFR100 — que pretende moldar, de 2021 a 2030, paisagens africanas semiáridas e áridas por intermédio da restauração de 100 milhões de hectares de terras degradadas — alinhou-se ao projeto da GMVA e ao AGMV, atribuindo, assim, distinção aos sistemas alimentares biodiversos e nutritivos como premissa ao sucesso das ações.

Com base na apreciação síncrona do projeto da GMVA, do AGMV e da AFR100, emergiram as seguintes recomendações:

- Combinar os saberes e as predileções das comunidades locais por espécies vegetais com os conhecimentos científicos sobre botânica do corpo de assistência técnica das ações para promover restaurações socioecológicas eficientes.
- Apropriar-se dos comportamentos sazonais das espécies de plantas usadas nas restaurações para programar a oferta de produtos a todos os meses do ano.
- Estudar as cadeias de valor das plantas silvestres locais para aumentar a produtividade dos processos de exploração delas pelas comunidades, inclusive de espécies que gerem produtos florestais não madeireiros (PFNM).
- Implantar sistemas de monitoramento e avaliação de dados e informações de ações biofísicas e socioeconômicas.
- Priorizar, para as restaurações, espécies vegetais locais, ricas em nutrientes, que ofertem frutas, folhas, cascas e raízes, sementes e nozes com aproveitamentos sociais, culturais e econômicos reconhecidos pelas comunidades.
- Realizar avaliações de ações de restauração com a inclusão de indicadores nutricionais das espécies vegetais.

4.2.8 Artigo de Shen *et al.* (2023): achados

Observações prévias: Trata-se de um estudo de caso e sensoriamento remoto, combinado com abordagem quantitativa. Focou os países do projeto da GMVA. Ateve-se ao desenvolvimento da ferramenta (HiLPD-GEE) para calcular o LPD de 30 m.

Principais achados.

O NDVI não pode ser adequadamente usado para avaliar a degradação do solo em todas as áreas do projeto da GMVA, porque a vegetação é escassa demais.

A influência de fatores climáticos, como a precipitação, faz com que o NDVI aumente do sul ao norte do Sahel. O índice acusa menos vegetação no norte saheliano, em áreas próximas ao Saara. Ou seja, ali, o índice anual médio é baixo.

A série temporal, de 2013 a 2020, mostrou tendência de crescimento do NDVI, principalmente, no planalto da Etiópia.

O LPD, por sua vez, confirmou que a produtividade da vegetação do sul é superior à do norte do Sahel. De todo modo, no período de 2013 a 2020, a produtividade da região saheliana permaneceu baixa, influenciada, em especial, pela quase ausência de precipitação.

O leste da Etiópia apresenta área com destacada inferior dinâmica de produtividade da terra. Isso exige atenção especial dos gestores do projeto da GMVA.

As tendências do LPD vêm aumentando no sul do Chade e na maior parte da Etiópia. Já em países como Mauritânia, Senegal, Mali, Burquina Fasso e Nigéria, no oeste da GMVA, continua a ocorrer declínio de produtividade da terra nas suas áreas meridionais.

O êxito das ações do projeto da GMVA pode ser confirmado pelos 11,2 milhões de árvores plantadas na região do Sahel; e, em particular, pelas restaurações de 25.000 e 15.000 hectares de terras do Senegal e da Etiópia, respectivamente.

São necessárias, no entanto, mais validações de campo ligadas aos sensoriamentos remotos em toda a extensão do projeto da GMVA, com o propósito de aperfeiçoar a eficácia de produtos associados a LPD.

4.2.9 Artigo de Smiatek e Kunstmann (2023): achados

Observações prévias: Trata-se de um sensoriamento remoto combinado com abordagem quantitativa. Focou a faixa extensiva do projeto da GMVA, dividida entre as regiões oeste,

central e leste do Sahel. Ateve-se a realizar simulações, com o uso do MPAS, sobre as regiões do Sahel afetadas pelo projeto da GMVA.

Principais achados.

As simulações realizadas com o uso do MPAS apresentaram tendências úmida, no leste do Sahel, e seca moderada, no oeste da região. Elas ainda não apresentaram provas de alterações no comportamento das precipitações de verão causadas pelas ações de reflorestamento do projeto da GMVA.

Há indícios de alterações futuras nos índices de precipitação no Sahel, com aumento sobre a região oriental e diminuição sobre a ocidental. Mas não se pode presumir se significativas ou não.

Reforça-se que o golfo da Guiné e a parte oriental do oceano Atlântico são reconhecidamente as principais fontes de umidade para o Sahel, provendo as monções da África Ocidental.

Há, também, significativas fontes de umidade no norte do oceano Atlântico, entre a Península Ibérica e o Sahel, a bacia do mar Mediterrâneo e do Vermelho.

Confirmou-se que a estação chuvosa no Sahel se dá de junho a setembro, e que agosto é o mês de precipitações máximas.

As simulações indicaram que os desmatamentos na região da Guiné reduzem ali o atrito dos fluxos de umidade, reduzindo, em decorrência, as precipitações por toda a África Ocidental. Estas condições de superfícies terrestres atingem grandes parcelas do Saara e do Sahel. Contudo, a implantação de uma “muralha verde” pouco influencia a mudança do cenário. Em outras palavras, ela parece não induzir precipitação de verão na região saheliana nem nas vizinhas.

Até o momento, as mudanças constatadas na vegetação da área da GMVA são espacialmente heterogêneas e, no tempo, transitórias. Isso conduz à inferência de que uma avaliação mais segura sobre o êxito do projeto só poderá ocorrer em longo prazo.

A despeito da possível sutil influência sobre a mudança dos níveis de precipitação no Sahel, as ações do projeto da GMVA já apresentam benefícios socioeconômicos louváveis para várias comunidades poderem mitigar alguns efeitos negativos das mudanças climáticas.

4.2.10 Artigo de Yang, Gao e Lei (2023): achados

Observações prévias: Trata-se de um sensoriamento remoto combinado com abordagem quantitativa. Focou os países do projeto da GMVA. Ateve-se a avaliar múltiplos modelos preditivos de desastres eólicos e sugerir um novo, ideal para nortear tomadas de decisões sobre oportunas ações do projeto da GMVA.

Principais achados.

O centro do Sahel, uma área de transição entre deserto e pastagem, é altamente suscetível a desastres eólicos. Logo, os gestores do projeto da GMVA devem dedicar cuidados especiais à implantação de ações para lidar com tanto ali.

Merecem cuidados especiais, também, três áreas bem delineadas: o norte da Mauritânia; a depressão de Bodélé¹⁸, no Chade; e o deserto de Baiuda, no norte do Sudão. Configuram-se como superfícies cobertas por areias muito soltas e móveis, com altas potencialidades para serem transportadas, sujeitas a fortes ondas de vento. Tais áreas se encontram, normalmente, sob crise de segurança.

O norte do Sahel apresenta alta sensibilidade para produzir desastres eólicos, devido ao clima seco e quente e à abundância de areia e dunas móveis. Em concomitância, o sul saheliano apresenta baixa sensibilidade para tanto, pois, em décadas recentes, vem se tornando mais úmido.

Não obstante a umidade relativa do sul do Sahel, o desmatamento de áreas de lá — particularmente, de arbustos para a obtenção de lenha, alimentação do gado e expansão agrícola — é uma ameaça palpável.

A vulnerabilidade do deserto do Saara a desastres eólicos é baixa, em vista de existirem raros causadores do evento, a exemplo de população, agricultura e pecuária. Mas áreas próximas aos rios Senegal, Níger e Nilo e aos seus afluentes, atraem atividades antrópicas, notadamente agropecuárias. Semelhantes bacias hidrográficas se tornam, então, muito vulneráveis a desastres eólicos.

Áreas tropicais com savanas e arbustos, por sua vez, permeadas por atividades nômades e, assim, pouco populosas, apresentam vulnerabilidade moderada.

¹⁸ Resquício do lago Chade — maior reservatório de água do continente africano —, que secou há mil anos. Trata-se, hoje, da mais relevante fonte de poeira do mundo (GOUDIE; MIDDLETO, 2001). Naquela bacia e em seu entorno habitam, aproximadamente, 5,6 milhões de pessoas (YANG; GAO; LEI, 2023), submetidas a intensa insegurança alimentar (ANDERSON *et al.*, 2021).

As ações infraestruturais do projeto da GMVA, para prevenir desastres eólicos no Sahel, devem se concentrar nas proximidades de comunidades, estradas e poços de petróleo, instaladas, em geral, em áreas desérticas.

4.2.11 Resultados, discussão e síntese sobre achados

Em cada artigo científico lido, reitera-se, realizou-se, pouco a pouco, a localização, a extração e o armazenamento de achados — entendidos como resultados e/ou descobertas originais — sobre o projeto da GMVA. Em que pese a importância deles, não é eficiente nem eficaz se lidar com todos de uma vez, pois a quantidade é grande, os conteúdos, variados. Assim, a síntese apresentada a seguir é composta, em exclusividade, pelos achados mais representativos de cada documento de ciência¹⁹.

Deng *et al.* (2024).

A maior parte das áreas desérticas da GMVA se localiza entre as latitudes 10 e 20 graus norte. Nessa faixa do Sahel, as mudanças no tipo de cobertura do solo mostram que as desertificações têm diminuído de tamanho e as vegetações, aumentado; ao mesmo tempo, as áreas urbanas têm crescido e se adensado.

Após a implantação da GMVA, a saúde da vegetação melhorou, sobretudo a partir de 2019. Isso permite supor que os esforços de restauração de áreas degradadas associados às ações do projeto têm sido bem-sucedidos.

Ingrosso e Pausata (2024).

Os sistemas convectivos de mesoescala guardam mais influência sobre os índices de precipitação anual do Sahel que as ações do projeto da GMVA. De todo modo, as ações do projeto contribuem ao aumento de chuvas e à redução de períodos de seca e de temperaturas de verão; as ações, outrossim, aumentam extremamente as temperaturas pré-monções.

Os recentes resultados de pesquisas climatológicas, a respeito da GMVA, precisam ser apreciados pelos formuladores de políticas para se tornarem úteis, principalmente no que tange aos planejamentos de providências ligadas às multifacetadas situações ambientais regionais.

¹⁹ Caso o leitor precise de detalhes, recomenda-se que releia o tópico 4.2. Persistindo a necessidade, recomenda-se, então, a leitura, na íntegra, do artigo original, do qual se localizaram, extraíram e armazenaram os achados.

Consolidando-se o “esverdeamento” de consideráveis parcelas do Sahel, uma finalidade do projeto da GMVA, existirão fortes possibilidades de ocorrências de efeitos climatológicos distantes, sobre os oceanos Atlântico equatorial e Pacífico, acarretando ciclones tropicais e oscilações sul do El Niño, por exemplo.

Li *et al.* (2024).

A região semiárida do Sahel é mais vulnerável às mudanças climáticas que a árida do Saara, ao norte, e a úmida, das florestas densas, ao sul.

Dentre os fatores que apresentam mais obstáculos à melhoria da produtividade do solo dos países do projeto da GMVA, as mudanças climáticas, seguidas por fatores antropogênicos, destacam-se.

Na atualidade, existe uma ferramenta on-line grátis — a GGW-BDF —, concebida para dar suporte à evolução da linha de base da LDN do projeto da GMVA. Ela utiliza a cobertura, a produtividade e o estoque de carbono do solo como indicadores de tendências de mudanças.

Vieitez-García e Roca (2024).

A restauração ecológica, promovida pelo projeto da GMVA, exerce uma influência positiva sobre os índices de temperatura, precipitação e oferta de recursos hídricos.

O projeto deve cuidar tão bem de aspectos socioeconômicos das comunidades impactadas quanto de aspectos técnicos e físicos das ações. Erguer a muralha verde, a princípio, contribui para retardar a expansão do Saara ao sul, mas isso não pode preterir o bem-estar das pessoas do lugar e de suas relações com o solo, a vegetação, a água e a atmosfera. A participação comunitária é decisiva para que a GMVA seja erguida e respeitada.

As ações do projeto na Mauritânia exigem acompanhamentos de pessoal técnico e sistemas de manutenção, monitoramento e avaliação contínuos para lograrem êxito.

Jalam *et al.* (2023).

Na Nigéria, desafios de ordem política, que se externalizam sobre a distribuição de propriedades comunitárias, a oferta de infraestrutura de base e a participação do Estado, ainda não foram enfrentados de forma adequada. E isso deve ser levado em conta para nortear a criação de indicadores-chave a avaliarem a implantação das ações do projeto da GMVA no país.

Pragmaticamente, o melhor indicador de resultados do projeto de restauração ecológica nigeriano é a proporção de terras recuperadas, porque envolve ações de reflorestamento multifacetadas.

A despeito de o projeto da GMVA gerar empregos e rendas às comunidades rurais da Nigéria, ali a pobreza é tão saliente que as ações materiais ainda não conseguiram atrair de volta os jovens que migraram.

As ainda insatisfeitas demandas energéticas comunitárias se apresentam como um imperativo estímulo ao desmatamento excessivo, com vista, mormente, à obtenção de lenha para uso doméstico. Destarte, urge que as ações do projeto da GMVA se preocupem com a implantação de fontes alternativas de energia.

Macia *et al.* (2023).

Os bons resultados das ações do projeto da GMVA nas áreas rurais do Senegal estão muito associados ao processo de implantação ali praticado, o qual ocorreu com o envolvimento, de “baixo para cima”, das comunidades locais.

As ações de reflorestamento senegalesas privilegiaram a seleção de espécies vegetais silvestres nativas, resistentes aos estresses hídricos, dotadas de plasticidades ecológicas e de valores econômicos — comerciais, energéticos, medicinais, pastorais, alimentares e culturais.

Se, realmente, a pretensão internacional é concluir a GMVA, ela se trata de um projeto de longo prazo, para muito além de 2030. E só será bem implantada e mantida, se incluir a participação das comunidades locais, de imediato.

Sacande e Muir (2023).

Os agentes internacionais do projeto da GMVA precisam alinhar ações físicas e socioeconômicas. A insegurança alimentar e a decorrente desnutrição são obstáculos seriíssimos frente às pretensões do projeto. Logo, deve-se adicionar aos seus indicadores de sucesso constantes nutricionais de espécies vegetais utilizadas nas restaurações.

A iniciativa AFR100, somada às do projeto da GMVA e do AGMV, promove uma união de esforços bastante fecunda, especialmente com a atribuição de valor às atenções dedicadas aos sistemas alimentares biodiversos e nutritivos.

As ações do projeto devem priorizar restaurações com espécies vegetais locais ricas em nutrientes, que ofertem frutas, folhas, cascas e raízes, sementes e nozes, com aproveitamentos sociais, culturais e econômicos reconhecidos pelas comunidades e com comportamentos

produtivos variados por todo o ano, em função de minimizar os efeitos das sazonalidades individuais.

Shen *et al.* (2023).

De maneira indiscriminada, o NDVI não pode ser utilizado em toda a extensão do projeto da GMVA. Existem áreas dela onde a vegetação é escassa demais.

Admitindo-se os mais de 11 milhões de árvores plantadas no Sahel, a GMVA se configura como um projeto bem-sucedido, hoje.

Em função de se agregar valor às ações do projeto, é fundamental encontrar soluções para a necessidade de operação de validações de campo aos sensoriamentos remotos que se realizam.

Smiatek e Kunstmann (2023).

O golfo da Guiné e a parte oriental do oceano Atlântico são as principais fontes de umidade para o Sahel, provendo as monções da África Ocidental.

Os desmatamentos na região da Guiné reduzem ali o atrito dos fluxos de umidade, reduzindo, por consequência, as precipitações por toda a África Ocidental. Estas condições de superfícies terrestres atingem grandes parcelas do Saara e do Sahel. Mas a implantação do projeto da GMVA pouco influencia a mudança do cenário. Em outras palavras, a muralha verde parece não induzir precipitação de verão na região saheliana nem nas suas vizinhas.

Na região do Sahel, a estação chuvosa se dá de junho a setembro, com agosto sendo o mês de precipitações máximas.

Yang, Gao e Lei (2023).

O centro do Sahel, uma área de transição entre deserto e pastagem, é altamente suscetível a desastres eólicos. Os gestores do projeto da GMVA devem dedicar cuidados especiais à implantação de ações para lidar com tanto ali. Em particular, para três áreas sahelianas bem circunscritas, eles devem dedicar semelhantes atenções: o norte da Mauritânia; a depressão de Bodélé, no Chade; e o deserto de Baiuda, no norte do Sudão. Elas sempre se encontram sob crise de segurança relacionada a tais desastres.

As bacias hidrográficas dos rios Senegal, Níger e Nilo, atraem atividades antrópicas, notadamente agropecuárias. Então, muitas de suas áreas, exploradas de modo desordenado, tornam-se vulneráveis a desastres eólicos.

O desmatamento de vastas parcelas do sul do Sahel, para a obtenção de lenha, a alimentação do gado e a expansão agrícola, vem as convertendo em áreas de risco a desastres eólicos.

Comunidades, estradas e poços de petróleo, instalados nas imediações de áreas desérticas do Sahel, devem receber ações infraestruturais, do projeto da GMVA, para prevenir desastres eólicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A título de recapitulação, o problema de pesquisa deste trabalho se configurou como “a falta de síntese dos conhecimentos constantes em artigos científicos que tratam do projeto da Grande Muralha Verde Africana (GMVA)”. Para o solucionar, por conseguinte, configurou-se a pergunta: “como sintetizar [tais] conhecimentos [...]?”. Expostos o problema e a pergunta de pesquisa, configurou-se como objetivo geral do trabalho “identificar os [referidos] conhecimentos”. E isso foi feito através da definição de dois objetivos específicos, que buscaram “identificar” os “procedimentos metodológicos utilizados à produção dos artigos” e os “achados apresentados” nesses documentos de ciências.

Para a produção dos artigos científicos que compuseram o *corpus* de pesquisa do trabalho, utilizaram-se, predominantemente, sensoriamentos remotos (SRs) combinados com abordagens quantitativas. Não obstante a oferta de importantes resultados, no entanto, os SRs ficaram aquém de seus amplos potenciais por falta de validações em campo, associadas a limitações de recursos e a instabilidades políticas e conflitos armados em inúmeros pontos da área da GMVA. Nas oportunidades em que se utilizaram outros procedimentos metodológicos nas pesquisas que serviram de base à produção dos artigos — procedimentos mais afetos às ciências humanas e sociais, combinados com abordagens qualitativas —, os resultados dos SRs tiveram valor agregado.

Sem dúvida, os SRs guardam uma vantagem imbatível: conseguem cobrir extensões de superfícies de territórios imensas e, se necessário, todo o cinturão do projeto da GMVA e as suas imediações, de uma só vez, por exemplo. Os demais procedimentos metodológicos utilizados à produção dos artigos — a saber, Delphi, análise teórica interdisciplinar, pesquisa teórica e incursão ao campo, e estudo de caso — não conseguiram tanto, pois lhes é quase impossível, dadas as suas peculiaridades epistemológicas e operacionais, mas ofertaram, igualmente, importantes resultados, caracterizados por escalas geográficas menores e carregados de percepções antrópicas inalcançáveis de diferente forma. Logo, emerge o óbvio: o ideal seria unir nas pesquisas que subsidiam os artigos científicos as capacidades “extensivas” dos SRs às de “aprofundamento” sociais e humanas. Assim, os procedimentos metodológicos enriquecer-se-iam de possibilidades proveitosas sobre o projeto da GMVA.

Dentre os principais achados, realizados a partir da leitura dos artigos, destacaram-se três. Primeiro: prevalece o entendimento de que erguer a GMVA é uma excelente iniciativa para retardar — e, talvez, conter — a expansão do Saara sobre o Sahel, a despeito de o projeto precisar de ajustes urgentes quanto ao estabelecimento de equivalência de relevâncias entre

ações físicas e ações socioeconômicas. As experiências, em campo, vêm demonstrando que aquelas sem estas não se sustentam. Quem não tem emprego e renda passa fome, desnutre-se, adoece, destrói — ao invés de construir e manter. Eis a realidade da maioria das comunidades rurais sahelianas.

Segundo achado: o projeto da GMVA precisa, urgentemente também, de aperfeiçoamentos em seus sistemas de monitoramento e avaliação (SMAs), incluindo mais detalhes sobre as dimensões econômica, social, cultural e política — inclusões, sobretudo, a estas três últimas. Aos poucos, as suas ações incorporam providências à geração de emprego e renda, algo louvável. Entretanto, a incorporação ainda está aquém das demandas comunitárias. É indispensável as implantar conquistando a participação das comunidades rurais de “baixo para cima”, captando percepções, assimilando saberes e respeitando predileções. Os SMAs precisam reconhecer isso. Ademais, é improvável que se consiga criar semelhante sistema de maneira universal para o projeto. Os contextos regionais, nacionais e locais dali são bastante idiossincráticos — então, que se criem SMAs contextualizados. As ações implantadas, todavia, estão amadurecendo e se multiplicando — afinal, o projeto foi concebido em 2007, lembre-se —, e os autores dos artigos científicos constataram e destacaram fragilidades acerca dos dados e informações posteriores às implantações, isto é, fragilidades de manutenção do que se implantou.

Terceiro achado: Apesar de prevalecer o entendimento de que erguer uma extensa muralha verde no Sahel é uma iniciativa acertada para conter o alastramento do Saara ao sul, continuam a existir controvérsias sobre os efeitos do projeto da GMVA. Uma concerne ao fato de o evento decisivo às variações dos índices de precipitação da região saheliana serem os sistemas convectivos de mesoescalas — portanto, uma grande muralha verde possui poucas capacidades para induzir aumentos significativos de chuvas ali. Outra concerne ao fato de o golfo de Guiné e a parte oriental do oceano Atlântico serem as principais fontes de umidade ao Sahel, provendo as monções da África Ocidental — portanto, outra vez, o esverdeamento saheliano pouco importa para alterar as condições climatológicas dos territórios áridos e semiáridos em questão.

REFERÊNCIAS

AFR100 – African Forest Landscape Restoration Initiative. **People Restoring Africa's Landscapes**. [Sine data]. Disponível em: <https://afr100.org/>. Acesso em: 3 já. 2025.

ALBACH, V. de M.; GÂNDARA, J. M. **Difusão da Pesquisa em Geografia do Turismo no Brasil: da bibliometria à revisão integrativa**. [2016]. Disponível em: <https://www.anptur.org.br/anais/anais/files/13/609.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2024.

ANDERSON, W. *et al.* Violent conflict exacerbated drought-related food insecurity between 2009 and 2019 in sub-Saharan Africa. **Nature Food**, v. 2, n. 8, p. 603-615, 2021.

BEGON, M. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. 4. ed. Porto Alegre: 2007.

BENEFIELD, L. E. Implementing evidence-based practice in home care. **Home healthcare now**, v. 21, n. 12, p. 804-809, 2003.

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. **A arte da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. de A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BOTKI, D. B. **Ciência ambiental**: Terra, um planeta vivo. Rio de Janeiro: LTC. 2011.

BOULLOSA, R. de F. O método como um problema constituinte do campo de estudo em políticas públicas e os desafios atuais da pesquisa qualitativa. *In*: EMMENDOERFER, M. L.; GOMES, B. M. A. **Métodos qualitativos para análise de políticas públicas**. Salvador: Motres, 2023. p. 145-153.

BROOME, M. E. *et al.* Integrative literature reviews for the development of concepts. **Concept development in nursing: foundations, techniques and applications**. Philadelphia (USA): WB Saunders Company, p. 231-50, 2000.

BROWN, J. H. **Biogeografia**. 2. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2006.

CHARNEY, J. G. Dynamics of deserts and drought in the Sahel. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 101, n. 428, p. 193-202, 1975.

CHEN, ShouYu *et al.* Variable sets method for urban flood vulnerability assessment. **Science China Technological Sciences**, v. 56, p. 3129-3136, 2013.

CHEVÉ, D. *et al.* Nothing in Excess: Physical Activity, Health, and Life World in Senegalese Fulani Male Pastoralists, a Mixed Method Approach. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 21, p. 6999, 2023.

COX, C. B. **Biogeografia**: uma abordagem ecológica e evolucionária. Rio de Janeiro: TC, 2014.

DESCROIX, L. **Processus et enjeux d'eau en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne**. Archives contemporaines, 2018.

DENG, A.; HAO, X.; QU, J. J. A Preliminary Assessment of Land Restoration Progress in the Great Green Wall Initiative Region Using Satellite Remote Sensing Measurements. **Remote Sensing**, v. 16, n. 23, p. 4461, 2024.

ELLISON, D.; SPERANZA, C. I. From blue to green water and back again: Promoting tree, shrub and forest-based landscape resilience in the Sahel. **Science of the total environment**, v. 739, p. 140002, 2020.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FURLAN, V. I. O estudo de textos teóricos. *In*: CARVALHO, M. C. M. de (Organizadora). **Construção do saber – metodologia científica: fundamentos e técnicas**. Campinas (SP): Papirus, 1989. p. 119-128.

GADZAMA, N. M. Attenuation of the effects of desertification through sustainable development of Great Green Wall in the Sahel of Africa. **World Journal of Science, Technology and Sustainable Development**, v. 14, n. 4, p. 279-289, 2017.

GADZAMA, N. M.; AYUBA, H. K. On major environmental problem of desertification in Northern Nigeria with sustainable efforts to managing it. **World Journal of Science, Technology and Sustainable Development**, v. 13, n. 1, p. 18-30, 2016.

GARCÍA, M. del M. H. La Gran Muralla Verde: entre la esperanza y la realidad. **bie3: Boletín IEEE**, n. 25, p. 417-429, 2022.

GGW – Great Green Wall. **The Great Green Wall**. [Sine data]. Disponível em: <https://thegreatgreenwall.org/>. Acesso em: 27 nov. 2024.

GOFFNER, D.; SINARE, H.; GORDON, L. J. The Great Green Wall for the Sahara and the Sahel Initiative as an opportunity to enhance resilience in Sahelian landscapes and livelihoods. **Regional Environmental Change**, v. 19, p. 1417-1428, 2019.

GOUDIE, A. S.; MIDDLETON, N. J. Saharan dust storms: nature and consequences. **Earth-science reviews**, v. 56, n. 1-4, p. 179-204, 2001.

GUERRA, A. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, I. C. **Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso**. Parede (Portugal): Principia, 2006.

GUO, E. *et al.* Integrated risk assessment of flood disaster based on improved set pair analysis and the variable fuzzy set theory in central Liaoning Province, China. **atural hazards**, v. 74, p. 947-965, 2014.

GUO, Q.; HE, Z.; WANG, Z. Long-term projection of future climate change over the twenty-first century in the Sahara region in Africa under four Shared Socio-Economic Pathways scenarios. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 9, p. 22319-22329, 2023.

INGROSSO, R.; PAUSATA, F. S. R. Contrasting consequences of the Great Green Wall: Easing aridity while increasing heat extremes. **One Earth**, v. 7, n. 3, p. 455-472, 2024.

JALAM, A. M. *et al.* Deployment of performance indicators toward bridging monitoring gaps in Africa's Great Green Wall. **Environmental Health Engineering and Management Journal**, v. 10, n. 4, p. 429-439, 2023.

JATOBÁ, L. **Introdução à geomorfologia**. 5. ed. Recife: Bagaço, 2008.

LE HOUEROU, H. N. The rangelands of the Sahel. **Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives**, v. 33, n. 1, p. 41-46, 1980.

LI, X. *et al.* GGW-BDF: an online tool for using earth observation and Chinese ecosystem restoration experiences in support of the Great Green Wall initiative. **International Journal of Digital Earth**, v. 17, n. 1, p. 2364683, 2024.

LOPES, A. M; FRACOLLI, L. A. Revisão sistemática de literatura e metassíntese qualitativa: considerações sobre sua aplicação na pesquisa em enfermagem. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 17, p. 771-778, 2008.

MACIA, E. *et al.* The Great Green Wall in Senegal: questioning the idea of acceleration through the conflicting temporalities of politics and nature among the Sahelian populations. 2023.

MAINGUET, M. The influence of trade winds, local air-masses and topographic obstacles on the aeolian movement of sand particles and the origin and distribution of dunes and ergs in the Sahara and Australia. **Geoforum**, v. 9, n. 1, p. 17-28, 1978.

MATALLO Jr. A problemática do conhecimento. *In*: CARVALHO, M. C. M. de (Organizadora). **Construção do saber – metodologia científica: fundamentos e técnicas**. Campinas (SP): Papirus, 1989. p. 13-28.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. de C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & contexto-enfermagem**, v. 17, p. 758-764, 2008.

MILLER, G. T. **Ciência ambiental**. 14. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

MIRZABAEV, A. *et al.* Economic efficiency and targeting of the African Great Green Wall. **Nature Sustainability**, v. 5, n. 1, p. 17-25, 2022.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 16. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MORIN, E. **O método: a natureza da natureza**. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2008.

NT – Natural Earth. **Sahel**. [Sine data]. Disponível em: <https://www.naturalearthdata.com>. Acesso em: 8 ago. 2024. [Apud JALAM *et al.* 2023]

NG – National Geographic. **The Great Green Wall**. [19 out. 2023]. Disponível em: <https://education.nationalgeographic.org/resource/great-green-wall/>. Acesso em: 10 nov. 2024. [Mapa produzido por Jon Kapller]

NICHOLSON, S. E. Climate of the Sahel and West Africa. In: **Oxford research encyclopedia of climate science**. 2018.

NICHOLSON, S. E.; TUCKER, C. J.; BA, M. B. Desertification, drought, and surface vegetation: An example from the West African Sahel. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 79, n. 5, p. 815-830, 1998.

NKRUMAH, F. *et al.* Recent trends in the daily rainfall regime in southern West Africa. **Atmosphere**, v. 10, n. 12, p. 741, 2019.

OBIANAGWA, C. E. *et al.* Beyond climate change: The effects of deforestation on food security in the Lake Chad region. **IKENGA: International Journal of Institute of African Studies**, v. 24, n. 2, 2023.

ONOFRI, K. C. *et al.* Abordagens no ensino de geografia: uma revisão de literatura na perspectiva da matriz epistemológica. **Cenas Educacionais**, v. 6, p. e16493-e16493, 2023.

ORMEROD, S. J. Restoration in applied ecology: editor's introduction. **Journal of applied ecology**, v. 40, n. 1, p. 44-50, 2003.

OTCHERE-DARKO, E. *et al.* Redefining green roof systems with climbers: simulation of a conceptual model for thermal-radiative performance and plant vitality. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, 2023.

OVERLOG. *Acacia raddiana*. [Sine data]. Disponível em: <https://monblogphotos-argentique-naturebeaute.over-blog.com/article-acacia-raddiana-121698591.html>. Acesso em: 12 mar. 2025.

PAUSATA, F. S. R. *et al.* The greening of the Sahara: Past changes and future implications. **One Earth**, v. 2, n. 3, p. 235-250, 2020.

PBSWM – Plant Biodiversity of South-Western Morocco. *Balanites aegyptiaca*. 2004. Disponível em: . Acesso em: 12 mar. 2025.

PENG, Y. *et al.* Global dryland ecosystem programme (G-DEP): Africa consultative meeting report. **Journal of Arid Land**, v. 12, p. 538-544, 2020.

PENG, Y. *et al.* Evaluating perception of community resilience to typhoon disasters in China based on grey relational TOPSIS model. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 84, p. 103468, 2023.

PEREIRA, M. G. **Artigos científicos**: como redigir, publicar e avaliar. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

PETERSEN, J. F. **Fundamentos de geografia física**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

PORKKA, M. *et al.* Is wetter better? Exploring agriculturally-relevant rainfall characteristics over four decades in the Sahel. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 3, p. 035002, 2021.

PPGGW – Pan-African Agency for the Great Green Wall. **Convention creating: the Panafrican Agency for the Great Green Wall**. [Sine data]. Disponível em: <https://www.grandemurailleverte.org/images/Convention%20MIRAILLE%20EN%20ANGLAIS.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

PRICOPE, N. G. *et al.* The climate-population nexus in the East African Horn: Emerging degradation trends in rangeland and pastoral livelihood zones. **Global environmental change**, v. 23, n. 6, p. 1525-1541, 2013.

RBG – Royal Botanic Garden. *Ziziphus mauritiana*. [Sine data]. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:719349-1>. Acesso em 12 mar. 2025.

RIBEIRO Jr., J. **O que é positivismo**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2003.

RISHMAWI, K.; PRINCE, S. D.; XUE, Y. Vegetation responses to climate variability in the northern arid to sub-humid zones of Sub-Saharan Africa. **Remote Sensing**, v. 8, n. 11, p. 910, 2016.

SACANDE, M.; MUIR, G. Restoring food systems with nutritious native plants: Experiences from the African drylands. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 44, n. 2_suppl, p. S58-S68, 2023.

SANTOS, R. M. dos. O aporte de poeira do Saara aos aerossóis na Amazônia Central determinada com medidas in situ e sensoriamento remoto. 2018. [Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e da Universidade do Estado do Amazonas]

SCHLEETER, R. Y. A. N. The Great Green Wall. **National Geographic Education, National Geographic Society**, v. 19, 2023.

SHEN, T. *et al.* HiLPD-GEE: high spatial resolution land productivity dynamics calculation tool using Landsat and MODIS data. **International Journal of Digital Earth**, v. 16, n. 1, p. 671-690, 2023.

SHI, P. *et al.* Disaster risk science: A geographical perspective and a research framework. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 11, p. 426-440, 2020.

SHI, P.; YAN, P.; YUAN, Y. The driving force analyses of the blown-sand activity in northern China. **Quaternary Sciences**, v. 21, n. 1, p. 41-47, 2001.

SISSOKO, K. *et al.* Agriculture, livelihoods and climate change in the West African Sahel. **Regional Environmental Change**, v. 11, p. 119-125, 2011.

SMIATEK, G.; KUNSTMANN, H. Potential impact of the pan-African Great Green Wall on Sahelian summer precipitation: A global modeling approach with MPAS. **Earth Interactions**, v. 27, n. 1, p. 220013, 2023.

SOP, T. K.; OLDELAND, J. Local perceptions of woody vegetation dynamics in the context of a ‘greening Sahel’: a case study from Burkina Faso. **Land degradation & development**, v. 24, n. 6, p. 511-527, 2013.

SUGUIO, K. **A evolução geológica da Terra e a fragilidade da vida**. São Paulo: Blucher, 2009.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Blucher, 2003.

SUHRKE, A.; HAZARIKA, S. Pressure points: environmental degradation, migration and conflict.

THOMAS, N.; NIGAM, S. Twentieth-century climate change over Africa: Seasonal hydroclimate trends and Sahara Desert expansion. **Journal of Climate**, v. 31, n. 9, p. 3349-3370, 2018.

THORNCROFT, C. D. *et al.* Annual cycle of the West African monsoon: regional circulations and associated water vapour transport. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 137, n. 654, p. 129-147, 2011.

TORRES, F. T. P. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: 2012.

TRENBERTH, K. E. *et al.* Estimates of the global water budget and its annual cycle using observational and model data. **Journal of Hydrometeorology**, v. 8, n. 4, p. 758-769, 2007.

TUCKER, C. J.; DREGNE, H. E.; NEWCOMB, W. W. Expansion and contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990. **Science**, v. 253, n. 5017, p. 299-300, 1991.

TUCKER, C. J. *et al.* Mean and inter-year variation of growing-season normalized difference vegetation index for the Sahel 1981-1989. **International Journal of Remote Sensing**, v. 12, n. 6, p. 1133-1135, 1991.

UNNews – United Nations News. **UN and partners seek \$1.6 billion for crisis-hit Sahel region in West Africa**. [19 jun. 2012]. Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2012/06/413572>. Acesso em: 9 jun. 2024.

UNCCD – United Nations Convention to Combat Desertification. **Green Wall Accelerator**. [Sine data]. Disponível em: <https://www.unccd.int/our-work/ggwi/great-green-wall-accelerator>. Acesso em: 2 ago. 2024.

VIEITEZ-GARCÍA, M.; ROCA, N. Bridges Between Soil Restoration, Land Management and Community Involvement in the Great Green Wall of Mauritania: A Preliminary Study. **Spanish Journal of Soil Science**, v. 14, p. 12308, 2024.

WANG, Y. *et al.* Fuzzy comprehensive evaluation-based disaster risk assessment of desertification in Horqin Sand Land, China. **International journal of environmental research and public health**, v. 12, n. 2, p. 1703-1725, 2015.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of advanced nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

WICANDER, R. **Fundamentos de geologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

XU, H.; XU, K.; YANG, Y. Risk assessment model of agricultural drought disaster based on grey matter-element analysis theory. **Natural Hazards**, v. 107, p. 2693-2707, 2021.

XUE, Y.; SHUKLA, J. The influence of land surface properties on Sahel climate. Part 1: desertification. **Journal of climate**, v. 6, n. 12, p. 2232-2245, 1993.

YANG, Z.; GAO, X.; LEI, J. Aeolian disaster risk evaluation in the African Sahel. **Science of the total environment**, v. 899, p. 165462, 2023.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 3. ed. Porto Alegre: 2005.

YU, Y. *et al.* Observed positive vegetation-rainfall feedbacks in the Sahel dominated by a moisture recycling mechanism. **Nature Communications**, v. 8, n. 1, p. 1873, 2017.

ZENG, N. Drought in the Sahel. **Science**, v. 302, n. 5647, p. 999-1000, 2003.