

NEUTRALIDADE DA DEGRADAÇÃO DA TERRA (LDN): UMA REVISÃO CRÍTICA DAS LACUNAS CONCEITUAIS E DESAFIOS DE IMPLEMENTAÇÃO E MONITORAMENTO

LAND DEGRADATION NEUTRALITY (LDN): A CRITICAL REVIEW OF CONCEPTUAL GAPS AND CHALLENGES IN IMPLEMENTATION AND MONITORING

NEUTRALIDAD DE LA DEGRADACIÓN DE LA TIERRA (LDT): UNA REVISIÓN CRÍTICA DE LAS LAGUNAS CONCEPTUALES Y LOS RETOS DE IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO

 <https://doi.org/10.56238/arev7n10-300>

Data de submissão: 30/09/2025

Data de publicação: 30/10/2025

Antonio Eudes Lima da Cruz

Mestre em Ciências Ambientais

Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana

E-mail: tom.eudes@gmail.com

Rodrigo Nogueira Vasconcelos

Doutor em Ecologia

Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana

E-mail: rnvuefsppgm@gmail.com

Jocimara Souza Britto Lobão

Doutora em Geografia

Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana

E-mail: juci.lobao@uefs.br

Elaine Cristina Cambuí Barbosa

Doutora em Ecologia

Instituição: Universidade Federal da Bahia

E-mail: elainecambui@gmail.com

Washington de Jesus Sant'Anna da Franca Rocha

Doutor em Geologia

Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana

E-mail: wrocha@uefs.br

RESUMO

A Neutralidade da Degradção da Terra (LDN) foi proposta pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) com o propósito de conter a perda de produtividade e os impactos socioambientais decorrentes da degradação dos ecossistemas terrestres. Como conceito e meta recente, a LDN ainda suscita debates quanto à sua clareza conceitual, coerência metodológica e aplicabilidade em diferentes contextos regionais. Este estudo, desenvolvido no período de 1997 a 2019, tem como objetivo analisar o processo de implementação da LDN, identificando as principais lacunas conceituais e os desafios relacionados à utilização de indicadores biofísicos no monitoramento e na avaliação da meta em distintas escalas. O recorte temporal adotado justifica-se por abranger desde a consolidação da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação até a incorporação formal da LDN na

Agenda 2030, permitindo observar sua evolução conceitual e institucional. A pesquisa, de natureza integrativa e caráter bibliométrico, abrangeu 54 artigos científicos e 8 relatórios institucionais, obtidos em bases indexadas e documentos da literatura cinzenta. Os resultados evidenciam que, apesar do avanço no estabelecimento da LDN como componente do ODS 15 da Agenda 2030, persistem incertezas quanto à definição de linhas de base, à comparabilidade dos indicadores e à efetividade das políticas públicas em países com limitada capacidade técnica. Conclui-se que o fortalecimento científico e institucional da LDN depende da harmonização conceitual e da integração entre ciência, governança e financiamento sustentável, de modo a assegurar um futuro com equilíbrio entre degradação e restauração das terras.

Palavras-chave: Degradação da Terra. Desertificação. Neutralidade da Degradação da Terra.

ABSTRACT

Land Degradation Neutrality (LDN) was proposed by the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) to curb productivity loss and socio-environmental impacts caused by terrestrial ecosystem degradation. As a recent goal, LDN remains debated regarding its conceptual clarity, methodological consistency, and applicability across regional contexts. This study, covering the period 1997–2019, aims to analyze the LDN implementation process by identifying conceptual gaps and challenges related to the use of biophysical indicators for monitoring and assessment at multiple scales. The selected timeframe encompasses the consolidation of the UN Convention to Combat Desertification and the formal inclusion of LDN within the 2030 Agenda, enabling an understanding of its conceptual and institutional evolution. The integrative and bibliometric research analyzed 54 scientific articles and 8 institutional reports from indexed databases and grey literature. Results show that although LDN has advanced as a key component of SDG 15 in the 2030 Agenda, uncertainties persist concerning baseline definition, indicator comparability, and policy effectiveness in countries with limited technical capacity. Strengthening the scientific and institutional framework of LDN requires conceptual harmonization and integration among science, governance, and sustainable financing to ensure a balanced future between land degradation and restoration.

Keywords: Land Degradation. Desertification. Land Degradation Neutrality.

RESUMEN

La Neutralidad en la Degradación de la Tierra (LDT) fue propuesta por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) con el objetivo de frenar la pérdida de productividad y los impactos socioambientales derivados de la degradación de los ecosistemas terrestres. Como meta reciente, la LDT sigue siendo objeto de debate respecto a su claridad conceptual, coherencia metodológica y aplicabilidad en distintos contextos regionales. Este estudio, desarrollado en el período 1997–2019, tiene como propósito analizar el proceso de implementación de la LDT, identificando las principales lagunas conceptuales y los desafíos vinculados al uso de indicadores biofísicos para su monitoreo y evaluación en diversas escalas. El período elegido abarca desde la consolidación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación hasta la inclusión formal de la LDT en la Agenda 2030, lo que permite observar su evolución conceptual e institucional. La investigación, de carácter integrador y enfoque bibliométrico, abarcó 54 artículos científicos y 8 informes institucionales procedentes de bases indexadas y literatura gris. Los resultados muestran que, aunque la LDT se ha consolidado como un componente esencial del ODS 15 de la Agenda 2030, persisten incertidumbres sobre la definición de líneas de base, la comparabilidad de los indicadores y la eficacia de las políticas públicas en países con limitada capacidad técnica. Se concluye que el fortalecimiento científico e institucional de la LDT depende de la armonización conceptual y de

la integración entre ciencia, gobernanza y financiamiento sostenible, a fin de garantizar un futuro equilibrado entre la degradación y la restauración de las tierras.

Palabras clave: Degrado de la Tierra. Desertificación. Neutralidad en la Degrado de la Tierra.

1 INTRODUÇÃO

A degradação da terra tem um impacto profundo nas sociedades e na natureza, comprometendo os recursos naturais em todo o planeta, e é o mais desafiador problema ambiental em terras secas (MEA, 2005b). Isso acontece porque tal processo afeta os meios de subsistência, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, enquanto exacerba mudanças climáticas e, finalmente, afeta o bem-estar de 1,5 bilhão de pessoas em todo o mundo (LAL et al., 2012; ELD, 2015).

Os impactos da degradação da terra são percebidos de maneira muito desigual nas diferentes regiões do planeta, podendo ser mais graves nos países mais pobres, onde se concentra cerca de 40% de toda a degradação do solo (UNCCD, 2015b). Além disso, como os impactos da degradação do solo têm efeitos diretos nas mudanças climáticas e na perda de biodiversidade (LAL et al., 2012), eles também podem influenciar a capacidade das nações de atingir as metas estabelecidas pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e a Convenção sobre Diversidade Biológica (UNCBD) (LAL et al., 2012).

Conforme a definição da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD), a degradação da terra é caracterizada pela redução ou perda da produtividade biológica ou econômica e da complexidade de terras agrícolas, pastagens ou áreas florestais em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas (UNCCD, 2015c). Este processo resulta de uma combinação de fatores, incluindo sistemas insustentáveis de utilização da terra e o efeito agravante das mudanças climáticas, que reduzem a capacidade da terra de fornecer serviços vitais, especialmente sob escassez hídrica (CHASEK et al., 2017).

Diante da urgência em reverter essa tendência, o conceito de Neutralidade da Degradação da Terra (LDN) foi introduzido no diálogo global durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), em 2012. Os Estados-Membros reconheceram a necessidade de medidas urgentes para reverter a degradação, propondo alcançar um mundo neutro em degradação das terras (UNCCD, 2012). Este compromisso foi formalmente estabelecido no quadro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em 2015.

A Meta 15.3 do ODS 15 estabelece o alvo prioritário de alcançar a LDN até 2030, que propõe que a taxa global de degradação da terra não deve exceder a sua capacidade de recuperação, mantendo a extensão das terras degradadas estável ou com aumento mínimo (ONU, 2014; UNCCD, 2015).

Embora a LDN seja uma meta globalmente reconhecida e fundamental para o desenvolvimento sustentável, sua implementação e monitoramento prático apresentam complexidades significativas, especialmente no que tange à sua base conceitual e aos indicadores biofísicos utilizados. Isso explica o fato de que o conceito e, em particular, seus indicadores biofísicos de monitoramento têm sido alvo de

críticas por parte da comunidade científica em relação à sua clareza conceitual, consistência metodológica e efetiva aplicabilidade em contextos regionais distintos.

Diante desse cenário e da necessidade de balizar o progresso rumo à Meta 15.3 dos ODS, surge a seguinte questão de pesquisa: Quais são as principais lacunas conceituais, incertezas e desafios relacionados ao processo de implementação da LDN e ao uso de seus indicadores biofísicos para o monitoramento e a avaliação dessa meta em diferentes regiões do planeta?

A relevância deste estudo reside na sua contribuição em abordar criticamente um tema central da agenda global de sustentabilidade. O aprofundamento na análise do processo de implementação da LDN e a identificação das limitações na base conceitual e nos indicadores biofísicos são cruciais para orientar futuros aprimoramentos metodológicos e científicos. Em termos práticos, este debate é indispensável para subsidiar políticas públicas que sejam verdadeiramente eficazes no combate à degradação e à desertificação. Ao destacar as lacunas e as incertezas, esta pesquisa oferece uma base de conhecimento essencial para que os países possam adaptar e fortalecer suas estratégias, contribuindo de forma mais eficiente para o alcance da meta de um mundo neutro em degradação das terras.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar o processo de implementação da Neutralidade da Degradação da Terra, identificando as principais lacunas relacionadas à base conceitual e aos indicadores biofísicos, bem como as incertezas e os desafios encontrados nas pesquisas relacionadas para monitorar e avaliar a LDN em diversas regiões do planeta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A degradação da terra tem se configurado, ao longo das últimas décadas, como um dos mais graves desafios ambientais e sociais enfrentados pela humanidade. Esse fenômeno compromete os meios de subsistência, a biodiversidade e os sistemas ecossistêmicos, intensificando as mudanças climáticas e afetando o bem-estar de cerca de 1,5 bilhão de pessoas em todo o mundo (NACHTERGAELE et al., 2010; LAL et al., 2012; ELD, 2015). Trata-se de uma problemática complexa e multidimensional, cujas causas e efeitos transcendem fronteiras geográficas e demandam uma abordagem integrada, articulando dimensões ecológicas, sociais e econômicas.

A discussão conceitual sobre degradação da terra é marcada pela amplitude e polissemia do termo “degradação”, frequentemente utilizado de modo genérico para abranger diferentes processos ambientais — como desertificação, salinização, erosão, compactação e perda de fertilidade do solo. Essa generalização semântica, embora comum na literatura, dificulta a mensuração precisa do fenômeno e a comparabilidade entre estudos (GIBBS; SALMON, 2015).

De acordo com a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD), a degradação da terra corresponde à redução ou perda da produtividade biológica ou econômica, bem como da complexidade ecológica de terras agrícolas, pastagens, bosques e áreas de vegetação nativa em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas. Em sua essência, esse processo resulta de práticas humanas insustentáveis e do uso inadequado dos recursos naturais (UNCCD, 2015c; AYNEKULU et al., 2017).

A terceira edição do *World Atlas of Desertification* (CHERLET et al., 2018) evidencia que não é possível mapear de forma determinística a extensão global da degradação, dada a complexidade das interações entre sistemas sociais, econômicos e ambientais. Essa constatação reforça a necessidade de metodologias multiescalares e de abordagens integradas que considerem tanto os fatores biofísicos quanto as dinâmicas socioeconômicas que agravam o processo.

Segundo o *Global Assessment of Soil Degradation* (GLASOD), cerca de 20% dos solos em áreas secas do planeta encontram-se degradados, 17% apresentam degradação leve ou moderada e mais de 2,5% estão fortemente degradados (GIBBS; SALMON, 2015). As regiões mais afetadas são a Ásia, com aproximadamente 370 milhões de hectares degradados; a África, com cerca de 319 milhões; e o continente americano, com 279 milhões de hectares. Nesse contexto, a *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2011) alerta que, mantidos os padrões atuais de uso e ocupação, até 2025 cerca de 25% das terras agricultáveis do planeta poderão estar degradadas. Em regiões áridas e semiáridas, o quadro é ainda mais alarmante, com cerca de 69% das áreas potencialmente agrícolas sofrendo erosão e perda de fertilidade (SALVATI et al., 2009). Nesses ambientes frágeis, a degradação intensificada pela ação humana alcança níveis críticos, configurando-se como desertificação (BRASIL, 2004).

A UNCCD define desertificação como o processo de degradação das terras em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante da interação entre fatores climáticos e atividades humanas (UNCCD, 2015; MAPBIOMAS, 2018). Essa definição amplia o entendimento do fenômeno ao incluir, além do solo, a perda de biodiversidade e o comprometimento dos recursos hídricos. Embora existam causas naturais — como variações climáticas e processos geomorfológicos (MEADOWS; HOFFMAN, 2003; EU, 2011; WEBB et al., 2017; DHARUMARAJAN et al., 2019) —, a degradação é frequentemente agravada por práticas antrópicas inadequadas de uso e manejo da terra (CUNHA et al., 2013; SPALEVIC et al., 2014; MATANO et al., 2015; WANJALA; KINYANJUI, 2016).

O fenômeno da desertificação manifesta-se em diversas partes do mundo, com destaque para o norte e sul da África (região do Sahel), o centro-meridional da Eurásia (especialmente na China), a porção ocidental das Américas e a Austrália (ROSÁRIO, 2004). No Brasil, as áreas mais vulneráveis situam-se predominantemente na região Nordeste, embora estudos recentes apontem a expansão dessas zonas

climáticas para outras regiões do país (MAPBIOMAS, 2018). Tais evidências ressaltam a urgência de políticas de mitigação e restauração ambiental ajustadas às especificidades locais.

A amplitude conceitual dos termos *land degradation* e *desertification* (ZUCCA, 2012) amplia as controvérsias e dificulta estimativas precisas em múltiplas escalas. A ausência de um sistema padronizado de monitoramento global constitui, assim, um dos principais obstáculos à formulação de políticas públicas efetivas e à comparabilidade internacional dos dados (GIBBS; SALMON, 2015).

Diante dos impactos socioambientais da degradação da terra, a temática foi incorporada às metas globais da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, no documento *Transformando nosso Mundo: A Agenda de Desenvolvimento Sustentável para 2030*. Esse documento definiu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), divididos em 169 metas integradas e indivisíveis, respeitando as especificidades e prioridades de cada Estado.

No contexto do ODS 15, que trata de “proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade”, foi aprovada a meta 15.3, que determina, “até 2030, combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados por desertificação, secas e cheias, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo” (CGEE, 2016).

O conceito de *Land Degradation Neutrality* (LDN) surgiu em 2015, no contexto da UNCCD, definido como “um estado em que o montante de recursos de terra saudável e produtiva, necessário para dar suporte aos serviços ecossistêmicos, permanece estável ou aumenta dentro de escalas temporais e espaciais específicas” (UNCCD, 2015). Em termos práticos, a LDN implica que a degradação ocorrida em determinada localidade deve ser compensada pela recuperação ou reabilitação de áreas previamente degradadas.

No Brasil, as pesquisas sobre degradação da terra e LDN têm se intensificado desde 2013, especialmente em regiões semiáridas. Estudos de SALGADO e OLIVEIRA (2018) e de CUNHA et al. (2013) ressaltam a importância da integração entre indicadores biofísicos, sensoriamento remoto e políticas públicas no aprimoramento do monitoramento ambiental. Apesar dos avanços e da adesão do país às metas da UNCCD, persistem desafios relacionados à padronização metodológica e à articulação institucional (BAPTISTA; SILVA, 2019). Tais esforços, contudo, constituem base teórico-metodológica essencial para o fortalecimento da agenda LDN no contexto nacional e regional.

A literatura sobre a Neutralidade da Degradação da Terra (LDN) revela a coexistência de distintas correntes teóricas que expressam diferentes concepções sobre seus fundamentos e formas de implementação. Essas abordagens refletem tensões entre perspectivas ecológicas, técnicas e

institucionais, demonstrando a complexidade do conceito e suas múltiplas interpretações no campo das ciências ambientais.

De um lado, autores vinculados à abordagem ecossistêmica e restaurativa (ARONSON; ALEXANDER, 2013; COWIE et al., 2018) compreendem a LDN como uma estratégia de reconciliação entre conservação e desenvolvimento, enfatizando a necessidade de integrar políticas de mitigação e restauração ecológica. Nessa perspectiva, a neutralidade representa um equilíbrio dinâmico entre a capacidade da terra de sustentar serviços ecossistêmicos e as demandas humanas por produtividade e ocupação do território.

Por outro lado, correntes de caráter tecnocrático e quantitativo (KUST et al., 2016; DALLIMER; STRINGER, 2018) priorizam o aprimoramento dos indicadores biofísicos e a busca por metodologias padronizadas que garantam comparabilidade global. Essa vertente atribui à mensuração da degradação um papel central, defendendo a necessidade de modelos universalizáveis para o monitoramento da LDN, embora essa padronização nem sempre contemple as especificidades regionais e socioeconômicas.

Há, ainda, uma vertente crítico-institucional (CHASEK et al., 2019; GICHENJE; PINTO-CORREIA, 2019), que problematiza as limitações político-estruturais e as desigualdades de capacidade técnica entre países. Essa perspectiva questiona a viabilidade de alcançar a neutralidade em contextos assimétricos, especialmente onde há fragilidade institucional, escassez de recursos e dependência de agendas internacionais de financiamento.

Essa diversidade de interpretações reforça que as lacunas conceituais e as incertezas metodológicas discutidas nesta pesquisa não decorrem apenas de limitações técnicas, mas refletem tensões epistemológicas entre diferentes modos de conceber a degradação, a restauração e a sustentabilidade. Compreender essas divergências teóricas é fundamental para consolidar um referencial conceitual mais coeso, capaz de orientar metodologias comparáveis e interpretações consistentes da LDN no âmbito das metas globais de sustentabilidade.

Diversos fatores acentuam a vulnerabilidade ambiental frente à degradação: irregularidade das chuvas, solos rasos e suscetíveis à erosão, fragmentação da vegetação, pobreza, desemprego e carência de infraestrutura social. Entretanto, ainda não há consenso científico sobre quais são os indicadores biofísicos mais adequados para mensurar a degradação ou para avaliar o progresso rumo à neutralidade.

O uso de indicadores ambientais representa uma ferramenta fundamental para avaliar o estado da paisagem e compreender as respostas às pressões antrópicas. Segundo NIEMEIJER e DE GROOT (2008), indicadores ambientais são variáveis capazes de descrever o estado do ambiente, suas pressões, impactos e respostas sistêmicas. Para MATTALO JR. (2001), um bom indicador deve ser significativo, mensurável, claro e sensível às mudanças, refletindo tendências futuras. Dada a complexidade dos

processos ecológicos, nenhum indicador isolado é capaz de representar integralmente a degradação da terra; por isso, recomenda-se a utilização de indicadores combinados, formando índices compostos que permitam comparações entre diferentes contextos espaciais (SALVATI; ZITTI, 2009).

Alcançar a meta 15.3 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), voltada a combater a desertificação e restaurar terras degradadas até 2030, requer o desenvolvimento de modelos analíticos mais precisos capazes de identificar e mensurar as áreas afetadas. Esse avanço depende da superação das limitações atuais na definição e na operacionalização dos indicadores biofísicos, fundamentais para o monitoramento efetivo da degradação da terra.

Compreender as inter-relações entre os processos de degradação e os sistemas biofísicos constitui condição essencial para o fortalecimento científico e institucional da agenda da LDN. Essa abordagem integrada — que articula ciência, técnica e política — amplia o debate sobre sustentabilidade, planejamento territorial e gestão racional dos recursos naturais, favorecendo o aperfeiçoamento das estratégias de conservação e governança ambiental em diferentes escalas.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica integrativa associada a uma análise bibliométrica exploratória, fundamentada nos princípios de BOTELHO, CUNHA e MACEDO (2011). Essa combinação metodológica permitiu integrar dimensões conceituais, técnicas e políticas da Neutralidade da Degradação da Terra (LDN), viabilizando uma compreensão abrangente da produção científica internacional sobre o tema.

O recorte temporal no período de 1997–2019 foi definido por corresponder ao período de consolidação da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) e de formalização da LDN na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, o que marca o amadurecimento conceitual e a institucionalização das políticas globais de gestão sustentável da terra.

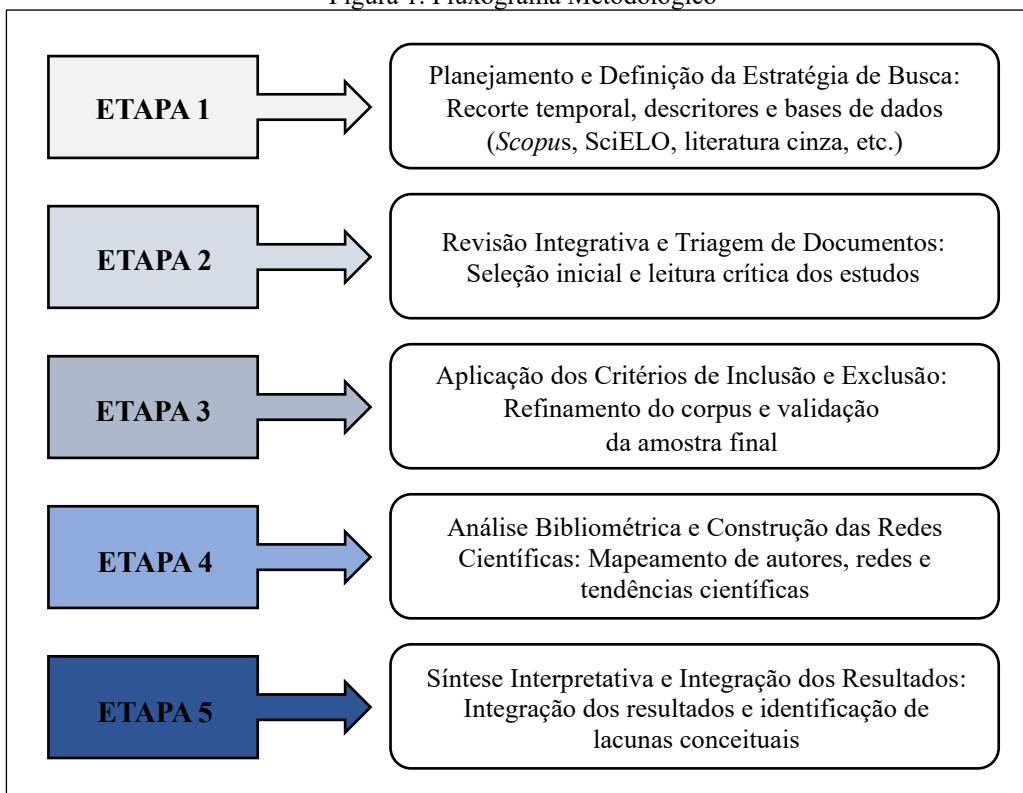
3.1 ESTRUTURA METODOLÓGICA E ETAPAS DA PESQUISA

A metodologia foi estruturada em cinco etapas sequenciais e interdependentes, representadas no Diagrama Metodológico (Figura 1). O fluxograma ilustra a natureza iterativa do processo, evidenciando a integração entre a revisão bibliográfica, os critérios de seleção e a análise bibliométrica, que subsidiaram a interpretação final dos resultados.

Para garantir maior transparência, em cada etapa do funil metodológico foi registrado o número exato de documentos analisados: inicialmente 312 registros identificados, reduzidos para 156 após a triagem de títulos e resumos, dos quais 62 foram selecionados na leitura completa, resultando no corpus

final de 54 artigos científicos e 8 relatórios institucionais utilizados nas análises qualitativas e bibliométricas.

Figura 1. Fluxograma Metodológico



Fonte: Elaboração própria, 2020.

3.2 ETAPA 1 – PLANEJAMENTO E DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE BUSCA

Foram estabelecidos o recorte temporal (1997–2019), as bases científicas e os descritores principais utilizados nas buscas. A pesquisa foi realizada nas bases *Scopus*, *SciELO*, *ResearchGate* e *Google Scholar*, complementada por consultas à literatura cinzenta (relatórios da UNCCD, FAO, EEA e MMA).

As expressões de busca foram estruturadas com o comando *TITLE-ABS-KEY*, utilizando operadores booleanos (AND, OR, NOT) para combinar termos e refinar a precisão dos resultados. Os descritores principais incluíram: “*land degradation neutrality*”, “*desertification*”, “*dryland degradation*”, “*biophysical indicators*” e “*sustainable land management*”. A busca foi estruturada por meio do comando *TITLE-ABS-KEY*, utilizando operadores booleanos (AND, OR, NOT) para refinar a precisão dos resultados.

Essa etapa teve como meta identificar publicações científicas e documentos institucionais relevantes que abordassem o desenvolvimento conceitual e os mecanismos de avaliação da LDN em diferentes contextos regionais.

3.3 ETAPA 2 – REVISÃO INTEGRATIVA E TRIAGEM DE DOCUMENTOS

A revisão integrativa consistiu em um processo sistemático de **leitura crítica e categorização temática**, orientado pelos critérios de relevância, originalidade e aderência ao escopo da LDN. Inicialmente, foram identificados **312 documentos**, dos quais **156** foram mantidos após a leitura de títulos e resumos. Os dados foram organizados segundo as variáveis de base (autor, ano, país, descritores, área temática e tipo de publicação).

A **Tabela 1** apresenta a síntese das bases consultadas, dos parâmetros de busca e dos critérios de inclusão empregados nesta etapa.

Tabela 1. Síntese das Bases de Dados e Parâmetros de Busca

Base de Dados	Tipo de Publicação	Período	Campos de Busca	Exemplos de Descritores	Critério de Inclusão
Scopus	Artigos indexados	1997–2019	Título, Resumo, Palavras-chave	“land degradation neutrality”, “LDN indicators”, “desertification”	Artigos com ≥10 citações
SCIELO	Artigos revisados	2000–2019	Título, Resumo	“gestão sustentável da terra”, “indicadores biofísicos”	Relevância temática
Google Scholar / Literatura cinzenta	Relatórios e documentos técnicos	1997–2019	Texto completo	“UNCCD”, “Agenda 2030”, “ODS 15.3”	Fontes institucionais reconhecidas

Fonte: Elaboração própria, 2020.

3.4 ETAPA 3 – APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Nesta etapa, foi realizada a filtragem dos documentos para garantir coerência e representatividade científica.

Os critérios de inclusão abrangearam:

- Publicações entre 1997 e 2019;
- Textos em inglês, espanhol ou português;
- Estudos sobre indicadores biofísicos, metodologias de avaliação ou políticas públicas relacionadas à LDN;
- Documentos institucionais de organismos internacionais.

Foram excluídos artigos de opinião sem base empírica, estudos sem menção explícita à LDN ou centrados exclusivamente em degradação agrícola. Foram excluídos artigos de opinião sem base

empírica, estudos sem menção explícita à LDN, trabalhos duplicados e estudos centrados exclusivamente em degradação agrícola. Após a aplicação dos filtros, 62 documentos foram analisados em texto completo, resultando no corpus final de 54 artigos científicos e 08 relatórios institucionais.

3.5 ETAPA 4 – ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E CONSTRUÇÃO DAS REDES CIENTÍFICAS

Esta etapa teve como propósito identificar padrões de produção, colaboração e convergência temática sobre a LDN no período delimitado, articulando dados quantitativos e interpretações qualitativas. Os metadados foram previamente organizados, com padronização de autores, instituições, países e palavras-chave, assegurando a consistência e a comparabilidade das informações.

A base de dados final foi exportada para o software *VOSviewer 1.6.20*, aplicando-se o modelo de normalização “*association strength*”, conforme proposto por VAN ECK E WALTMAN (2014), em conjunto com o algoritmo de modularidade para a detecção de *clusters* conceituais. Essa abordagem permitiu identificar redes de coautoria, núcleos de colaboração institucional e tendências emergentes de pesquisa.

Os resultados dessa etapa possibilitaram a formação de três *clusters* interpretativos principais:

- (1) Conceituação e definição da LDN;
- (2) Indicadores biofísicos e metodologias de avaliação;
- (3) Incertezas e desafios relacionados à implementação, incluindo questões de governança, escalas de análise e integração com políticas ambientais.

A partir dessas redes, foi possível estabelecer a base empírica e conceitual que orientou a análise temática integrada, desenvolvida na etapa seguinte.

3.6 ETAPA 5 – ANÁLISE TEMÁTICA INTEGRADA E SÍNTESE DOS RESULTADOS

Nesta etapa, procedeu-se à correlação entre os resultados bibliométricos e as evidências qualitativas extraídas da literatura, de modo a compreender os fundamentos conceituais, técnicos e metodológicos da LDN. A leitura analítica dos textos completos permitiu identificar trechos que abordavam as dimensões conceituais, os indicadores biofísicos e os desafios operacionais da implementação da LDN em diferentes contextos.

As informações foram classificadas em três macrogrupos analíticos:

- 1) Conceituação e definições da LDN;
- 2) Indicadores biofísicos e integração metodológica;

- 3) Incertezas e lacunas, associadas à linha de base, escalas de mensuração, governança e financiamento.

Com base nessa categorização, realizou-se uma triangulação analítica entre os *clusters* biométricos e as categorias temáticas, o que permitiu construir uma matriz de convergência entre as principais tendências conceituais e as evidências empíricas da literatura. Essa matriz evidenciou lacunas e desafios recorrentes, posteriormente sistematizados na **Tabela 2 (Resultados e Discussão)**, integrando de forma coerente os resultados quantitativos e qualitativos da pesquisa.

Como limitação, reconhece-se a possibilidade de viés linguístico, decorrente da predominância de publicações em inglês, o que pode ter restringido a inclusão de estudos relevantes em outros idiomas. Além disso, há restrição temporal, pois o recorte até 2019 não abrange avanços metodológicos e institucionais mais recentes, ainda em desenvolvimento após a consolidação da Agenda 2030.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 FUNDAMENTOS CONCEITUAIS DA NEUTRALIDADE DA DEGRADAÇÃO DA TERRA (LDN)

O conceito de Neutralidade da Degradação da Terra (LDN), conforme definido pela UNCCD (2015), representa o estado em que a quantidade e a qualidade dos recursos terrestres permanecem estáveis ou aumentam ao longo do tempo, assegurando a manutenção das funções ecossistêmicas e da segurança alimentar. Essa proposta visa equilibrar áreas degradadas e não degradadas, aplicando-se a todos os ecossistemas e escalas territoriais (KUST, ANDREEVA e COWIE, 2017).

A principal inovação da LDN reside na exigência de restaurar e gerir de forma sustentável os recursos da terra, de modo que eventuais perdas inevitáveis sejam compensadas pela reabilitação de áreas previamente degradadas (GNACADJA e WIESE, 2016; WUNDER, 2018). Essa lógica implica uma transformação na governança ambiental global, em que a neutralidade resulta da soma das metas locais e nacionais (KUST et al., 2016; 2018).

Entretanto, persistem desafios conceituais e operacionais. A definição de “quantidade” e “qualidade” da terra requer o uso de indicadores físicos e qualitativos, cuja aplicação ainda apresenta complexidades metodológicas (AKHTAR-SCHUSTER et al., 2016; 2017). A ausência de linhas de base padronizadas e de escalas espaciais e temporais claramente definidas dificulta o monitoramento e a comparabilidade internacional (SAFRIEL, 2017; DALLIMER e STRINGER, 2018).

Em resposta a essas limitações, a UNCCD reconhece a necessidade de fortalecer o embasamento científico e harmonizar metodologias, reduzindo interpretações divergentes. Três eixos

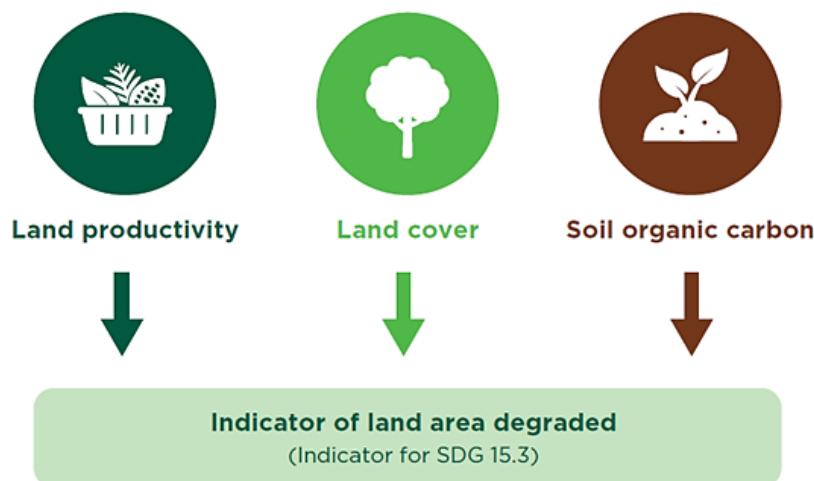
estruturam essa diretriz: manutenção dos serviços ecossistêmicos; integração entre metas ambientais e socioeconômicas; e governança inclusiva e participativa (UNCCD, 2015).

Em síntese, a LDN representa uma abordagem integradora que articula dimensões ecológicas, sociais e econômicas, orientando políticas de restauração e manejo sustentável dos solos. Sua efetividade depende da padronização metodológica e da cooperação internacional, assegurando comparabilidade entre países e fortalecimento das ações locais de mitigação da degradação.

4.2 INDICADORES BIOFÍSICOS DA LDN

Para monitorar o progresso rumo à Neutralidade da Degradação da Terra, a UNCCD estabeleceu um conjunto mínimo de três indicadores biofísicos globais, fundamentais para acompanhar a Meta 15.3 dos ODS (UNCCD, 2013; 2016a; GLII, 2015). Esses indicadores são: (1) cobertura da terra e mudanças de cobertura, (2) produtividade da terra e (3) estoque de carbono orgânico no solo (SOC). A Figura 2 sintetiza o modelo proposto pela Convenção, que orienta a mensuração da degradação e restauração dos solos em escala global.

Figura 2: Os indicadores da UNCCD para avaliar tendências na degradação do solo e alcançar o ODS da LDN



Fonte: UNCCD, 2015.

A cobertura da terra constitui o indicador mais sensível às transformações antrópicas e naturais, podendo ser monitorada por sensoriamento remoto. Mudanças na cobertura vegetal indicam tanto processos de degradação, como desmatamento e fragmentação, quanto de recuperação (CUNHA et al., 2013; EASDALE et al., 2019). Por isso, a análise espacial da cobertura deve ser complementada por validação local, a fim de distinguir variações sustentáveis das insustentáveis (WUNDER, 2018).

A produtividade da terra, associada à Produtividade Primária Líquida (NPP), reflete a capacidade da vegetação em acumular biomassa e regular trocas de energia e matéria entre superfície

e atmosfera (LIETH, 1975; BAO et al., 2017). Mudanças significativas na NPP podem indicar pressão antrópica ou distúrbios climáticos, sendo, portanto, um indicador útil para avaliar o equilíbrio entre degradação e restauração.

O estoque de carbono orgânico no solo (SOC) é um dos indicadores mais robustos da saúde dos ecossistemas terrestres, refletindo a capacidade do solo de armazenar carbono e sustentar serviços ecossistêmicos (UNCCD, 2016a; CHAPPELL et al., 2019). Apesar da sua relevância, a carência de dados padronizados e de sistemas de monitoramento consistentes em várias regiões do mundo limita a comparabilidade dos resultados (JONES e FALLOON, 2009).

A integração dos três indicadores constitui um avanço metodológico relevante, pois permite compreender de forma conjunta as dimensões estruturais, funcionais e temporais da degradação da terra. Sua efetividade depende de séries temporais robustas, calibração regional e articulação entre pesquisa científica e gestão territorial (KUST et al., 2016; GICHENJE e GODINHO, 2018). Assim, a compreensão da interdependência entre os indicadores é essencial para o diagnóstico de tendências e o fortalecimento das políticas públicas voltadas à governança sustentável da terra.

4.3 INCERTEZAS E DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA LDN

A Tabela 2 sintetiza as principais incertezas e desafios identificados na literatura científica sobre a operacionalização da Neutralidade da Degradação da Terra (LDN) em diferentes contextos globais.

Tabela 2: As principais incertezas e desafios identificados nos artigos de referência sobre LDN

INCERTEZAS / DESAFIOS	AUTOR(ES) / ANO
Necessidade de metodologia adaptada às realidades regionais para definir a linha de base da LDN (diferentes causas e tendências de degradação das terras, características naturais e socioeconômicas do território);	UNCCD (2012, 2014a); CASPARI et al. (2015); CHASEK et al. (2015); GRAINGER (2015); STAVI & LAL (2015); KUST et al. (2018)
Consideração das particularidades ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais, além da diversidade de fatores determinantes e processos de degradação das terras, entre os países, que precisam ser consideradas na formulação das metas da LDN;	O'CONNELL et al. (2013); FAO (2011); NKONYA et al. (2015); KUST et al. (2018)
Integração equilibrada entre prevenção e reversão da degradação (abordagem ecossistêmica): (i) tratar a degradação das terras atuais e futuras evitando/prevenindo/minimizando os processos de degradação da terra; e (ii) reverter a degradação passada da terra;	ARONSON & ALEXANDER (2013); GIROT et al. (2013); UNCCD (2014b, 2014c); CHASEK et al. (2015); COWIE et al. (2018)
Limites na mensuração da degradação quanto à quantidade e qualidade das terras disponíveis: severidade da degradação e área da terra envolvida;	UNCCD (2012, 2014 ^a); CCI da CE (2014); SOLOMUN et al. (2018)
Falta de consenso sobre as escalas ideais de aplicação e monitoramento do status e tendências da LDN;	NKONYA et al. (2015); CROSSLAND et al. (2018); SOLOMUN et al. (2018)

Dificuldade na medição de grandes áreas devido a necessidade de assistência técnica e pesquisa científica, especialmente em países mais pobres;	GRAINGER (2015); COWIE et al. (2018)
Definição e padronização dos indicadores nacionais da LDN LDN;	KUST et al. (2018); DALLIMER & STRINGER (2018)
Necessidade de indicadores simples, comparáveis e fundamentados em princípios comuns;	O'CONNELL et al. (2013); CASPARI et al. (2015); CHASEK et al. (2015); GRAINGER, 2015; TAL (2015); STAVI e LAL (2015);
Integração da LDN com biodiversidade, clima (mudanças climáticas), pobreza e segurança alimentar	KUST Et al. (2018); ARONSON E ALEXANDER, 2013; LIU et al., 2013; IPCC, 2014; REID, 2015); OKPARA et al., 2108;
Gestão de <i>trade-offs</i> e sinergias entre diferentes usos da terra para múltiplos benefícios;	LIU et al. (2013); EC JRC (2014)
Aplicação da abordagem socioecológica (SES) na implementação: seres humanos como parte da natureza na busca da LDN;	OKPARA et al. (2108);
Criação de políticas nacionais e parcerias entre Estado (governança nacional e local) e comunidade científica;	KUST et al. (2018); CROSSLAND et al. (2018)
Envolvimento e comprometimento efetivo de todas as partes interessadas;	UNCCD (2012, 2014 ^a); GRAINGER, 2015; GICHENJE, MUÑOZ-ROJAS & PINTO-CORREIA (2019)
Custos elevados de implementação, avaliação e monitoramento da LDN,	DALLIMER & STRINGER (2018); DARADUR et al. (2018); CHASEK et al. (2019)
	CHASEK et al. (2019); GICHENJE, MUÑOZ-ROJAS e PINTO-CORREIA, (2019)

Fonte: o Autor, 2025.

A literatura científica evidencia que a implementação da LDN enfrenta um conjunto expressivo de incertezas e desafios conceituais, metodológicos e institucionais, que comprometem sua consolidação como meta global de sustentabilidade. O ponto mais crítico refere-se à definição das linhas de base, que devem refletir as particularidades ambientais, sociais e econômicas de cada território (UNCCD, 2012; CASPARI et al., 2015; KUST et al., 2018).

Outra limitação recorrente é a seleção das escalas de análise e dos indicadores biofísicos empregados na mensuração da degradação. A adoção de escalas inadequadas pode distorcer resultados e dificultar comparações entre países e biomas (CROSSLAND et al., 2018; SOLOMUN et al., 2018). Além disso, a carência de dados confiáveis e o baixo suporte técnico-científico em países com limitada capacidade institucional representam obstáculos à mensuração e ao monitoramento de grandes áreas (GRAINGER, 2015).

A falta de consenso internacional sobre a padronização dos indicadores de LDN também constitui uma fragilidade significativa. Esses indicadores devem ser simples, mensuráveis e baseados

em princípios ecossistêmicos integradores, mas a multiplicidade de definições e a ausência de parâmetros universais dificultam a comparabilidade (O'CONNELL et al., 2013; STAVI e LAL, 2015).

Do ponto de vista estratégico, a literatura reforça a necessidade de abordagens ecossistêmicas integradas, que conciliem ações preventivas e restaurativas, unindo a mitigação da degradação atual e a recuperação de áreas já afetadas (ARONSON e ALEXANDER, 2013; LIU et al., 2013; IPCC, 2014). Essa perspectiva deve incorporar dimensões como biodiversidade, mudanças climáticas e segurança alimentar, maximizando sinergias entre políticas públicas (KUST et al., 2018; OKPARA et al., 2018).

Por fim, a efetividade da LDN depende de ambientes institucionais favoráveis e mecanismos de governança participativa, com cooperação entre governos, comunidade científica e sociedade civil. A ausência de políticas nacionais robustas, a fragmentação das ações interinstitucionais e os altos custos de implementação continuam a limitar os avanços (DALLIMER e STRINGER, 2018; GICHENJE, MUÑOZ-ROJAS e PINTO-CORREIA, 2019).

5 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa confirmam a relevância da Neutralidade da Degradação da Terra (LDN) como uma das metas centrais da Agenda 2030, estabelecida pela ONU. A análise demonstra que, embora o conceito represente um avanço importante na integração entre ciência, política e gestão ambiental, sua definição permanece incompleta, o que limita a clareza metodológica e dificulta o monitoramento efetivo dos processos de degradação em escala global.

Constatou-se que a consolidação da LDN exige o aprimoramento de suas bases conceituais e a padronização dos indicadores biofísicos, de modo a assegurar comparabilidade e efetividade nas políticas públicas voltadas à governança sustentável da terra. Nesse sentido, é fundamental que os governos incorporem a LDN em suas agendas de governança ambiental, estabelecendo mecanismos de financiamento estáveis e estruturas institucionais integradas, com participação ativa da comunidade científica e da sociedade civil na restauração e reabilitação das terras degradadas.

Do ponto de vista acadêmico, este estudo oferece uma contribuição teórica significativa ao sistematizar e discutir criticamente os fundamentos conceituais e metodológicos da LDN, evidenciando lacunas, incertezas e oportunidades para futuras pesquisas. Tal contribuição reforça a importância de abordagens interdisciplinares e multiescalares na formulação de políticas ambientais mais precisas e equitativas.

Recomenda-se, portanto, que novas investigações aprofundem a validação empírica dos três indicadores mínimos propostos pela UNCCD, considerando diferentes contextos biofísicos e socioeconômicos. Além disso, sugere-se o desenvolvimento de indicadores complementares mais

sensíveis às dinâmicas locais, capazes de fortalecer o monitoramento e a implementação efetiva da meta global de um mundo neutro em degradação das terras.

Por fim, destaca-se a importância de que futuras versões desta pesquisa integrem análises pós-2019, de modo a refletir a evolução conceitual, institucional e metodológica mais recente da LDN, considerando os avanços científicos e políticos ocorridos após a consolidação da Agenda 2030 e o amadurecimento das estratégias globais de neutralidade.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM – UEFS/BA).

Ao Professor Doutor Rodrigo Nogueira de Vasconcelos (UEFS-BAHIA), pela orientação e apoio na realização da pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AKHTAR-SCHUSTER, Mariam et al. Land degradation and the Sustainable Development Goals: Threat and opportunity. *Environmental Science & Policy*, v. 63, p. 250-254, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.006>.

_____. The challenge of a conceptual framework for Land Degradation Neutrality (LDN): What are the gaps and where do we go from here? *Environmental Science & Policy*, v. 76, p. 110-119, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2017.06.012>.

ARONSON, James; ALEXANDER, Sasha. Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology*, v. 21, n. 3, p. 293-296, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/rec.12023>.

AYNEKULU, Ermias et al. Restoration and rehabilitation: Complementary approaches to achieve Land Degradation Neutrality. *Environmental Development*, v. 22, p. 1-13, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2016.12.001>.

BAPTISTA, E. F.; SILVA, A. C. B. da. A Neutralidade da Degradação da Terra (NDT) no Brasil: desafios conceituais e metodológicos na escala nacional. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 5, p. 1475-1490, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v12.5.p1475-1490>.

BAO, Y. Y. et al. Global net primary productivity and its sensitivity to climate change from 1982 to 2011. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 129, n. 3-4, p. 757-768, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-016-1811-3>.

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. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil). Brasília: MMA, 2004.

CASPARI, Thomas et al. The role of land-use planning in achieving Land Degradation Neutrality. In: UNCCD Science Policy Brief. UNCCD, 2015.

CCI da CE. The impact of Land Degradation in the European Union and the way forward. European Commission – Joint Research Centre, 2014.

CGEE. Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil: uma análise integrada. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/Desertificacao_degradacao_terra_secas_Brasil_2016.pdf.

CHAPPELL, Adrian et al. The importance of soil organic carbon to achieve Land Degradation Neutrality. *Environmental Science & Policy*, v. 97, p. 1-8, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2019.03.012>.

CHASEK, Pamela S. et al. Land Degradation Neutrality and the post-2015 development agenda. *Environmental Science & Policy*, v. 58, p. 135-140, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2015.01.006>.

. Land Degradation Neutrality: the role of the environment in achieving the Sustainable Development Goals. *Environmental Science & Policy*, v. 76, p. 177-183, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.009>.

. The next frontier in global environmental governance: addressing land degradation and achieving Land Degradation Neutrality. *Global Environmental Change*, v. 56, p. 20-30, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.11.002>.

CHERLET, Michael et al. *World Atlas of Desertification: Rethinking Land Degradation and Restoration*. European Commission, Joint Research Centre, Luxembourg, 2018.

COWIE, Annette et al. The role of ecosystem services in achieving Land Degradation Neutrality. *Environmental Science & Policy*, v. 84, p. 182-192, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2018.03.001>.

CROSSLAND, Zoë et al. The challenge of spatial scale in Land Degradation Neutrality. *Environmental Science & Policy*, v. 83, p. 13-21, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2018.01.018>.

CUNHA, A. P. et al. Land degradation assessment in the Brazilian Semiarid region using remote sensing and GIS. *International Journal of Remote Sensing*, v. 34, n. 13, p. 4567-4588, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2013.784013>.

DALLIMER, Martin; STRINGER, Lindsay C. Land Degradation Neutrality and the science-policy interface: a critical review. *Environmental Science & Policy*, v. 82, p. 116-125, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2017.12.012>.

DARADUR, Ion et al. Cost-benefit analysis of Land Degradation Neutrality: a meta-analysis. *Environmental Science & Policy*, v. 82, p. 106-115, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2017.12.011>.

DHARUMARAJAN, S. et al. Soil degradation: the global perspective. In: *Soil Processes and Soil Health*. Springer, Cham, p. 1-30, 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-10555-5_1.

EASDALE, M. et al. The role of remote sensing in monitoring Land Degradation Neutrality: a review. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 16, p. 100267, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100267>.

EC JRC. Land degradation and desertification in the EU: current status, risks and strategies for prevention and restoration. European Commission – Joint Research Centre, 2014. Disponível em: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC90169/lb-na-26510-en-n.pdf>.

ELD. *The Value of Land: The Business Case for Sustainable Land Management*. Economics of Land Degradation Initiative, Bonn, Germany, 2015.

EU. Desertification in Europe: prevention and mitigation in a changing environment. European Union, 2011.

FAO. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) – Managing risks and opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2011.

GICHENJE, H.; GODINHO, S. Understanding the concept of Land Degradation Neutrality: drivers, indicators and challenges. *Environmental Science & Policy*, v. 79, p. 1-10, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.012>.

GICHENJE, Harun; MUÑOZ-ROJAS, Miriam; PINTO-CORREIA, Teresa. Integrating Land Degradation Neutrality into national policy frameworks: experiences and lessons learned. *Land Use Policy*, v. 84, p. 268-280, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.003>.

GIBBS, H. K.; SALMON, J. Global assessment of the soil degradation (GLASOD) and its impact on agriculture. *Science*, v. 348, n. 6232, p. 297-302, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1126/science.aaa1630>.

GIROT, P. et al. Sustainable Land Management: A Conceptual Framework. In: GIROT, P. et al. (Eds.) Sustainable Land Management in the Semiarid Mediterranean. Springer, Dordrecht, p. 1-18, 2013. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-6260-2_1.

GLII. Global Land Indicator Initiative. UNCCD, 2015.

GNACADJA, T.; WIESE, V. Land Degradation Neutrality: a response to the global land challenge. *Environmental Science & Policy*, v. 63, p. 245-249, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.004>.

GRAINGER, Alan. Land degradation neutrality: A sustainable development target for the post-2015 UN agenda. *Land Use Policy*, v. 48, p. 306-311, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.06.002>.

IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.

JONES, R. J. A.; FALLOON, P. Organic carbon stock mapping in Europe. *Soil Use and Management*, v. 25, p. 412-426, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-2743.2009.00244.x>.

KUST, G. S.; ANDREEVA, O.; COWIE, A. Land Degradation Neutrality: a conceptual framework. *Environmental Science & Policy*, v. 67, p. 116-125, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.08.006>.

KUST, G. S. et al. Land Degradation Neutrality (LDN): challenges and approaches in implementation. *Environmental Science & Policy*, v. 66, p. 1-10, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.001>.

_____. Land Degradation Neutrality: Conceptual framework, implementation challenges and perspectives. *Land Use Policy*, v. 73, p. 289-299, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.002>.

LAL, R. et al. The role of land degradation in the climate change-biodiversity-land nexus. In: LAL, R. et al. (Eds.) *Land Degradation and Desertification: Assessment and Monitoring*. Springer, Dordrecht, p. 1-21, 2012. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-2636-9_1.

LIETH, H. Primary production of the major vegetation types of the world. In: LIETH, H.; WHITTAKER, R. H. (Eds.) *Primary Productivity of the Biosphere*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 203-215, 1975. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-80840-5_10.

LIU, J. et al. Trade-offs and synergies in the food–water–energy–climate nexus. *Nature Climate Change*, v. 3, n. 6, p. 573-578, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1777>.

MAPBIOMAS. Degradação da Terra no Brasil. Coleção 3.0. MapBiomass, 2018. Disponível em: <https://mapbiomas.org/mapbiomas-colecao-3-0>.

MATANO, L. T. et al. Land degradation assessment in the Pampa biome of Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Environmental Management*, v. 164, p. 165-174, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.09.006>.

MATTALO JR., T. M. Indicadores de sustentabilidade e a sua aplicação no manejo de bacias hidrográficas. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 14, p. 7-18, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v14i0.25895>.

MEA. *Ecosystems and human well-being: desertification synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. World Resources Institute, Washington, DC, 2005.

MEADOWS, R.; HOFFMAN, A. J. *Desertification: what it is and why it matters*. Environment, v. 45, n. 4, p. 30-42, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00139150309604546>.

NACHTERGAELE, F. O. et al. Monitoring land degradation. JRC, European Commission, Ispra, Italy, 2010.

NIEMEIJER, D.; DE GROOT, R. S. A conceptual framework for selecting indicators of ecosystem services for ecological planning and management. *Ecological Indicators*, v. 8, n. 2, p. 219-228, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.03.012>.

NKONYA, E. et al. *Economics of Land Degradation and Improvement: A Global Assessment*. In: NKONYA, E. et al. (Eds.) *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development*. Springer, Cham, p. 11-40, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3_2.

O'CONNELL, D. et al. Identifying an appropriate indicator for Sustainable Development Goal 15.3: Land Degradation Neutrality. *Environmental Science & Policy*, v. 29, p. 189-201, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2015.06.002>.

OKPARA, U. T. et al. Sustainable land management for achieving Land Degradation Neutrality (LDN): the role of the socio-ecological systems approach. *Environmental Science & Policy*, v. 81, p. 136-145, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2017.12.008>.

ONU. A/69/L.85: Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Organização das Nações Unidas, 2014.

REID, R. S. Achieving Land Degradation Neutrality: the role of integrated landscape management. In: NKONYA, E. et al. (Eds.) *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development*. Springer, Cham, p. 43-60, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3_4.

ROSÁRIO, C. Desertificação: um desafio global. Editora Unesp, São Paulo, 2004.

SAFRIEL, U. The need for a science-policy-stakeholder platform to support Land Degradation Neutrality. *Environmental Science & Policy*, v. 67, p. 109-115, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.006>.

SALGADO, B. S.; OLIVEIRA, S. A. Land Degradation Neutrality (LDN) in the Brazilian Semiarid: current status and perspectives. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 11, n. 4, p. 1206-1218, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v11.4.p1206-1218>.

SALVATI, L.; ZITTI, R. Assessing the process of land degradation in Italy: a multivariate analysis of biophysical and socioeconomic indicators. *Ecological Indicators*, v. 9, n. 1, p. 88-97, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.01.002>.

SALVATI, Luca et al. The driving forces of land degradation in Italy: an analysis of the environmental, social, and economic factors. *Land Degradation & Development*, v. 20, n. 2, p. 177-190, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/lde.888>.

SOLOMUN, D. et al. Towards Land Degradation Neutrality: a framework for monitoring and assessment at multiple scales. *Environmental Science & Policy*, v. 80, p. 1-10, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2017.11.006>.

SPALEVIC, V. et al. Modeling soil erosion in the semi-arid conditions of Montenegro. *Fresenius Environmental Bulletin*, v. 23, n. 12, p. 3087-3094, 2014.

STAVI, Itzhak; LAL, Rattan. Land Degradation Neutrality (LDN): a challenge for science and policy. *Environmental Science & Policy*, v. 51, p. 25-34, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2015.03.012>.

TAL, A. Land Degradation Neutrality and the Sustainable Development Goals: opportunities for the environmental sector. *Environmental Science & Policy*, v. 53, p. 19-27, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2015.06.002>.

UNCCD. The Future We Want – Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development (Rio+20). United Nations Convention to Combat Desertification, 2012.

_____. Report of the intersessional working group to prepare a draft proposal on the monitoring and assessment of desertification/land degradation and drought in the context of the Convention. United Nations Convention to Combat Desertification, 2013.

_____. Land Degradation Neutrality: a framework for action. United Nations Convention to Combat Desertification, 2014.

_____. \The Land Degradation Neutrality Target Setting Programme: a guide for countries. United Nations Convention to Combat Desertification, 2014.

_____. Land Degradation Neutrality: The UNCCD's contribution to the achievement of the Sustainable Development Goals. United Nations Convention to Combat Desertification, 2015. Disponível em: http://www2.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-10/LDN%20The%20UNCCD%27s%20contribution%20to%20the%20SDGs_1.pdf.

_____. Global Land Degradation Neutrality target setting: a preliminary report. United Nations Convention to Combat Desertification, 2015.

_____. LDN Technical Guide. United Nations Convention to Combat Desertification, 2016.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Visualizing bibliometric networks. In: Measuring Scholarly Impact: Methods and Practice. Springer, Cham, p. 285-320, 2014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13.

WANJALA, G. S.; KINYANJUI, M. A review of land degradation assessment in Kenya. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, v. 4, n. 4, p. 102-108, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11648/j.ijema.20160404.11>.

WEBB, N. P. et al. Global environmental drivers of land degradation: a synthesis. Environmental Science & Policy, v. 73, p. 11-18, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.12.008>.

WUNDER, S. Understanding the concept of Land Degradation Neutrality (LDN) and its challenges. Environmental Science & Policy, v. 83, p. 22-29, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2018.01.019>.

ZUCCA, C. Assessing land degradation in drylands. In: LAL, R. et al. (Eds.) Land Degradation and Desertification: Assessment and Monitoring. Springer, Dordrecht, p. 23-40, 2012. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-2636-9_2.