

## MANEJO DE TERRAS E COMBATE À DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

*Land management and combating desertification in the semi-arid region  
of Ceará*

*Ordenación del territorio y lucha contra la desertificación en la región  
semiárida de Ceará*

Geografia

Daniel Lima dos Santos<sup>1</sup>  
[dossantosd986@gmail.com](mailto:dossantosd986@gmail.com)

Vlândia Pinto Vidal de Oliveira<sup>2</sup>  
[vladia.ufc@gmail.com](mailto:vladia.ufc@gmail.com)

### RESUMO

A desertificação está presente no semiárido cearense e afeta a produtividade dos solos, a biodiversidade local e a qualidade de vida nos ambientes semiáridos. Fatores climáticos como a seca e atividades antrópicas como a exploração indiscriminada dos recursos naturais, levam a erosão e a degradação das terras, implicando em problemas como a perda de sua fertilidade natural. Este trabalho identifica as principais classes de solo no ambiente semiárido em que há maior possibilidade de ocorrência de secas prolongadas, discutindo suas potencialidades e limitações e risco de erosão, assim como discute práticas sustentáveis de manejo e conservação de solos. As principais classes de solo identificadas foram Argissolo, Luvisolo, Neossolo Litólico e Planossolo. As práticas discutidas estão relacionadas ao controle de erosão, práticas produtivas sustentáveis, conservação e reflorestamento.

Palavras-chave: Desertificação. Semiárido. Solos. Erosão. Conservação

### ABSTRACT

Desertification is present in the semi-arid region of Ceará and affects soil productivity, local biodiversity and quality of life in semi-arid environments. Climatic factors such as drought and anthropogenic activities such as the indiscriminate exploitation of natural resources lead to erosion and degradation of the land, implying problems such as the loss of its natural fertility. This paper identifies the main soil classes in the semi-arid environment in which there is a greater possibility of occurrence of prolonged droughts, discussing their potentialities and limitations and erosion risk, as well as discussing sustainable soil management and conservation practices. The main soil classes identified were Ultisol, Luvisol, Litholic Neosol and Planosol. The practices discussed are related to erosion control, sustainable production practices, conservation and reforestation.

<sup>1</sup> Graduando em Geografia, Universidade Federal do Ceará - Ceará - Brasil.  
<https://orcid.org/0009-0009-5291-2128>

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Agrônoma no Programa Agricultura e Meio Ambiente em Zonas Áridas da Universidade de Almería-Espanha (UAL), convalidado à Geografia Física (UFC). Professora Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC) e pesquisadora do CNPq na área de Geografia Física.  
<https://orcid.org/0000-0001-7756-9009>



Keywords: Desertification. Arid. Soils. Erosion. Conservation

## RESUMEN

La desertificación está presente en la región semiárida de Ceará y afecta la productividad del suelo, la biodiversidad local y la calidad de vida en ambientes semiáridos. Los factores climáticos como la sequía y las actividades antropogénicas como la explotación indiscriminada de los recursos naturales conducen a la erosión y degradación de la tierra, lo que implica problemas como la pérdida de su fertilidad natural. En este trabajo se identifican las principales clases de suelo en el ambiente semiárido en las que existe una mayor posibilidad de ocurrencia de sequías prolongadas, discutiendo sus potencialidades y limitaciones y riesgo de erosión, así como discutiendo el manejo sostenible del suelo y las prácticas de conservación. Las principales clases de suelo identificadas fueron Ultisol, Luvisol, Litholic Neosol y Planosol. Las prácticas discutidas están relacionadas con el control de la erosión, las prácticas de producción sostenible, la conservación y la reforestación..

Palabras clave: Desertificación. Árido. Suelos. Erosión. Conservación

## 1 INTRODUÇÃO

A desertificação está presente em três núcleos no semiárido cearense (CEZÁRIO et al, 2022), suas consequências abrangem os âmbitos ambiental, social, econômico e cultural da sociedade como um todo. O problema está associado à perda de fertilidade dos solos, perda de biodiversidade e danos sociais, econômicos e financeiros para as populações que habitam as áreas afetadas (OLIVEIRA, 2006; CHARRUA, 2014; CGEE, 2016).

O processo está associado à causas naturais e antrópicas, fatores climáticos como a seca, por exemplo, levam o ambiente à uma propensão aos processos de desertificação, porém fatores antrópicos, como as práticas agropecuárias tradicionalmente praticadas na região e a exploração dos recursos naturais sem a devida reposição ou sem levar em consideração a capacidade de regeneração das áreas suscetíveis à desertificação, retroalimentam o processo que se torna evidente ao longo de décadas, causando os impactos mencionados.

Os solos da região semiárida cearense são propensos a perda de suas qualidades por erosão provocadas pelas práticas agropecuárias que tendem a exponenciar este processo. Desta forma este trabalho objetiva identificar as principais classes de solos no ambiente semiárido e discutir práticas sustentáveis de manejo e conservação para as quatro principais classes de solos encontrados na região de maior ocorrência de secas do Estado do Ceará.

A agropecuária e a exploração dos recursos florestais para diversos fins, inclusive para a ampliação de áreas agrícolas e pastagens praticadas de modo indiscriminado tem causado a degradação dos solos, uma vez que tais práticas os expõe aos processos erosivos, portanto é imprescindível a discussão dessa problemática e a busca por soluções e práticas adequadas para o desenvolvimento sustentável da região.

Para Verdum *et al.*, (2001) o termo desertificação foi popularizado na década de 1940 por Aubreville para identificar o surgimento de “verdadeiros desertos” nas ex colônias europeias do norte da África, como forma de conscientização sobre práticas de produção agrícolas da Europa que foram aplicadas no continente africano causando a degradação dos recursos naturais.

As consequências ambientais, sociais e econômicas sofridas na região do Sahel africano passaram a chamar a atenção mundial para a gravidade da situação da desertificação. Matallo Júnior (1999) aponta processos importantes ocorridos nessa região, que foram marcados pelos processos de descolonização e mudanças importantes nos modelos de exploração dos recursos naturais causando sedentarização das populações antes nômades, estruturação de um mercado demandante de produtos agrícolas, desmatamentos intensos para produção de energia e ainda a ocorrência de fenômenos naturais como secas intensas.

Na Conferência das Nações Unidas de Combate à Desertificação, realizada em Nairobi, Quênia em 1977, foi discutido acerca do problema da desertificação da situação africana ocasionada pela seca do Sahel, da necessidade de medidas para o enfrentamento do problema e da criação do Plano de Ação Mundial de Combate à Desertificação (BRASIL, 2010).

Dentre as recomendações feitas para a execução do plano de ação de combate à desertificação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), Nimer (1980) destaca a realização de pesquisas sobre clima e desertificação, mudanças ecológicas causadas pela desertificação, aspectos demográficos e socioeconômicos decorrentes da desertificação e de tecnologias para desenvolvidas para combater o problema e ainda, as questões quanto ao mapeamento das áreas de ocorrência do processo, a descrição das

características ecológicas da área, estágios e causas do processo com o objetivo de frear a desertificação e reverter seu processo.

Os processos de desertificação foram observados em diversas partes do planeta, inclusive na América do Sul, dessa forma, em 1994 foi realizada em Fortaleza a Conferência Internacional e Seminário Latino-americano da Desertificação - CONSLAD, onde foi feito um balanço da desertificação na América Latina e a inserção do bloco da América Latina no tratado da Convenção de Combate à Desertificação.

### 1.1 Conceito de desertificação

Existe uma confusão de termos que tende a assimilar o fenômeno da desertificação ao deserto em si. Embora possuam certa semelhança sintática, se tratam de fenômenos distintos conforme explicado a seguir.

Com o intuito de diferenciá-los de desertificação, Barreto, Cezário e Oliveira (2019) apontam as diversas características dos desertos, como suas causas e aspectos geográficos, concluindo que o ser humano não é o responsável por sua ocorrência ao contrário do que acontece na desertificação onde a ação humana degrada o ambiente. De acordo com os autores as condições de aridez dos desertos estão associadas às altas pressões de anticiclone tropical e subtropical, ou seja, vinculados a circulação atmosférica; o posicionamento físico geográfico, vinculado à relação geomorfológica e clima, onde o relevo contribui para que as precipitações sejam distintas em uma região; as altas latitudes e à atuação de correntes oceânicas frias.

Ainda para os autores, enquanto o deserto possui sua própria dinâmica e suas causas são predominantemente naturais, tendo como um dos principais responsáveis por sua ocorrência o clima regional, a desertificação é um processo gradativo que resulta em uma degradação ambiental e perda da produtividade.

Diversos autores buscaram definir o conceito de desertificação (LE HOUÉROU, 1977; SOBRINHO, 1978; CONTI, 1979; NIMER, 1980; MATALLO JÚNIOR, 1999; VERDUM, 2001). A definição amplamente aceita foi proposta pela UNCCD, que de certa forma abrange os demais conceitos propostos. De acordo com o texto da convenção a desertificação “é a degradação da terra nas

regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas” (UNCCD, 1998).

Para Nimer (1980) a desertificação é entendida como a degradação ambiental que se dá pelo ressecamento e a perda da capacidade dos solos e sua origem pode ser determinada por dois fatores: mudanças de clima, caracterizada pela deficiência de chuvas, e a ação do homem.

Para Conti (1989 apud Verdum, 2001) as causas da desertificação são de ordem climáticas e ecológicas e a variabilidade nos padrões climáticos, que levam a deficiência de água no sistema natural, podem partir de fenômenos naturais ou de causas antrópicas.

Vasconcelos Sobrinho associa a perda de produtividade da terra, decorrente dos processos de desertificação, à perda da capacidade de recuperação do ecossistema. Para o autor a desertificação “é um processo de fragilidade dos ecossistemas das terras secas em geral, decorrentes da pressão excessiva das populações humanas” (SOBRINHO, 1978 apud SILVA, 2017).

## 1.2 Contexto da desertificação no semiárido brasileiro

Para Matallo Júnior (2001) um dos pioneiros nos estudos sobre a desertificação no Brasil foi o professor João Vasconcelos Sobrinho que publicou em 1971 sua monografia intitulada "Núcleos de Desertificação no Polígono das Secas", neste trabalho o autor identifica os núcleos de desertificação e os descreve como áreas piloto que se constituem no efeito máximo do processo de degradação.

De acordo com Sobrinho (2002, apud Perez-Marin *et al.*, 2012) “atualmente, consideram-se seis Núcleos de Desertificação no semiárido brasileiro: Seridó, (RN/ PB), Cariris Velhos (PB), Inhamuns (CE), Gilbués (PI), Sertão Central (PE), Sertão do São Francisco (BA)”.

Vale ressaltar que no contexto do semiárido cearense, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) publicou no ano de 1993 o mapeamento de áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará. Este trabalho envolveu a identificação, mapeamento, zoneamento e monitoramento dessas áreas apoiados em imagens

de satélite, as quais foram identificados os 3 núcleos de áreas susceptíveis à desertificação, onde foram identificadas as regiões de Irauçuba, Inhamuns e Médio Jaguaribe (CGEE, 2016).

A região semiárida é caracterizada pela extrema irregularidade das chuvas no tempo e no espaço, apresenta baixos valores de amplitude térmica e elevadas taxas de evaporação e evapotranspiração com as chuvas concentradas em poucos meses do ano seguidas por longos períodos de estiagem (CEARÁ, 2010).

Grande parte da região tem o embasamento cristalino como material de origem, que para Jacomine (1996, apud Correia *et al.*, 2011) nessas áreas predominam os gnaisses, granitos, migmatitos e xistos, mas podem ser encontradas no semiárido, áreas do cristalino recobertas por materiais mais ou menos arenosos e áreas sedimentares recentes.

De acordo com Jacomine *et al.*, (1973) a região apresenta relevo plano a ondulado, com vales abertos pela menor resistência à erosão e a Depressão Sertaneja constitui a maior parte da região, se configurando em uma superfície de pediplanação.

Em relação aos solos dos sertões, de acordo com Jacomine *et al.*, (1973) ocorrem, predominantemente, os Planossolos, Luvisolos e Neossolos Litólicos, dos quais os dois últimos mencionados são pouco profundos e muito suscetíveis à erosão.

O ecossistema predominante na região é a Caatinga, que para Correia *et al.*, (2011) se caracteriza pela tolerância e adaptação às condições climáticas da região, com perda de folhas e hibernação das espécies vegetais durante o período seco e a brotação de novas folhas na época da chuva, para o autor a composição florística pode variar de acordo com o volume das precipitações, da qualidade dos solos, da rede hidrográfica e da ação antrópica.

A seca é um problema recorrente na região, de acordo com o PAN-BRASIL (2005) “Seca é um fenômeno climatológico caracterizado pela ausência, escassez, frequência reduzida, quantidade limitada e má distribuição das precipitações pluviométricas durante as estações chuvosas”. O documento também destaca que diante das mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global, a região semiárida pode sofrer com a maior variabilidade do

regime de chuvas, assim como a intensificação dos eventos de secas, ampliando os danos socioeconômicos e ambientais.

O PAE-CEARÁ (2010) destaca que a degradação e a desertificação, nesses cenários de mudanças climáticas, ocorreriam de forma mais ampla e intensa, com acelerada perda de solos e biodiversidade, afetando mais intensamente a capacidade de suporte dos ecossistemas. Diante do exposto, torna-se necessário discutir como se dá o processo de desertificação.

A degradação das terras envolve causas naturais e antrópicas, para Charrua (2014) dentre as causas naturais estão as secas e os incêndios florestais, as secas podem causar stress hídrico comprometendo o fluxo hidrológico, manutenção do clima, e a formação e proteção do solo. Para Adeel *et al.*, (2005) incêndios florestais quando afetam a vegetação natural podem causar mudanças nos processos ecológicos, perda de matéria orgânica, perda de biodiversidade e mudança de habitat para espécies de plantas e animais.

Em relação aos fatores antrópicos que podem levar a degradação da terra, a pressão das populações com suas diversas formas de subsistência sobre o meio, tende a causar danos ao ecossistema. As atividades humanas que causam tais impactos têm relação com o cultivo, pastoreio e com o desmatamento.

Para Charrua (2014) a degradação da terra induzida pelas atividades humanas leva à perda da produtividade biológica ou econômica da terra, levando à perda da qualidade da água, erosão do solo, deterioração de suas propriedades físicas, químicas e biológicas e, a longo prazo, perda da vegetação natural.

A agricultura irrigada possibilita a expansão da fronteira agrícola para diversas partes onde há irregularidades no regime pluvial. De acordo com Oliveira (1997, apud Pedrotti *et al.*, 2015) a salinidade se manifesta de forma mais acentuada em áreas de elevada evapotranspiração e baixa precipitação pluviométrica em decorrência do manejo inadequado da irrigação. Pedrotti *et al.*, (2015) salientam que a salinização induzida pelo homem é mais perceptível em climas áridos e semiáridos.

Em relação à pecuária e a supressão da cobertura vegetal, Sá e Junior (2005) apontam que o problema do sobrepastoreio são processos de

compactação do solo que dificultam o crescimento radicular, diminui a aeração e a retenção de água aumentando o escoamento superficial. Para Charrua (2015) a retirada da vegetação nativa para produção de lenha e plantio de espécies herbáceas para pastagem reduzem a diversidade da cobertura vegetal.

De acordo com Neves (2010) e Charrua (2014) as principais formas de erosão do solo podem ser erosão eólica, mecânica e hídrica, a erosão eólica está relacionada com a ação do vento, afetando partículas que são facilmente transportadas; a erosão mecânica se dá pela ação da gravidade onde os horizontes superficiais são deslocados das encostas e depositados nas suas bordas; enquanto a erosão hídrica está relacionada com a ação da precipitação sobre o solo.

Para Neves (2010) os fatores que influenciam na erosão hídrica são: a energia da chuva (erosividade), a resistência do solo (erodibilidade), o declive, extensão e exposição da vertente, a vegetação e a percentagem de cobertura do solo.

Roose (1996) afirma que a erosão laminar, causada pelo impacto das gotas da chuva no solo descoberto, é a fase inicial da erosão hídrica. Para o autor os sinais mais evidentes da ocorrência de erosão laminar são a presença de manchas pálidas nos pontos mais arejados das áreas afetadas e a ocorrência de seixos na superfície, as partículas leves do solo são levadas e os materiais mais pesados se acumulam. Dentre as consequências da erosão laminar o autor destaca a perda seletiva de matéria orgânica e argila, deixando para trás uma camada de areia e cascalho mais pálida do que o horizonte subjacente, a desagregação de torrões, o nivelamento da superfície do solo e a remoção do horizonte de superfície.

Já a erosão linear, ainda para o autor, flui em linhas de fluxo sobre os declives e é um indicativo de que o escoamento se tornou organizado, nessa fase há o aumento de energia cinética que é capaz de cortar o solo e carregar partículas cada vez maiores como cascalho, seixos e blocos.

Charrua (2014) aponta que a resistência do ambiente à erosão depende de fatores como a cobertura vegetal, declividade, coesão e rugosidade do solo e ainda a presença de raízes, a resistência do perfil do solo e as técnicas de controle de erosão utilizadas. De acordo com Bainbridge (2007 apud Charrua

2014) para controlar a erosão hídrica é necessário modelar a superfície do solo, essas práticas podem ser feitas à mão ou por meio de máquinas.

Perez-Marin *et al.*, (2015) apontam técnicas de controle de erosão para as áreas degradadas do semiárido. Para os autores a regulação de fluxos hídricos se dá por meio da implantação de canais no solo que têm por objetivo diminuir o escoamento superficial, regular e conduzir o fluxo hídrico e facilitar a infiltração de água no solo; para o aumento de infiltração no solo os autores propõem as valas de infiltração e o terraço florestal que além de além de aumentar a infiltração, retém os sedimentos transportados pelos fluxos hídricos.

Existem diversas práticas mecânicas para a recuperação de áreas degradadas e o uso sustentável dos recursos naturais, para Albuquerque *et al.*, (2020) estas práticas diminuem a erosão e geram deposição de sedimentos, induzindo a formação de solo e infiltração da água.

Assim como as práticas mecânicas, diversas práticas edáficas se fazem necessárias para o manejo correto e a recuperação de estrutura e função do solo em áreas degradadas, como processos de recuperação da atividade biológica do solo, reflorestamento e sistemas agroflorestais. Para Araújo Filho e Silva (2015) a recomposição da matéria orgânica do solo faz com que se restabeleça a funcionalidade do ecossistema, aumenta a proteção contra a erosão e melhora a capacidade de retenção de água.

De forma geral a conservação dos solos no semiárido requer práticas que visem sua proteção contra a erosão e as práticas mecânicas e edáficas adaptadas ao ambiente semiárido podem garantir a sustentabilidade dos recursos naturais e a soberania das populações presentes na região, que dependem desses recursos para a subsistência.

### 3. METODOLOGIA

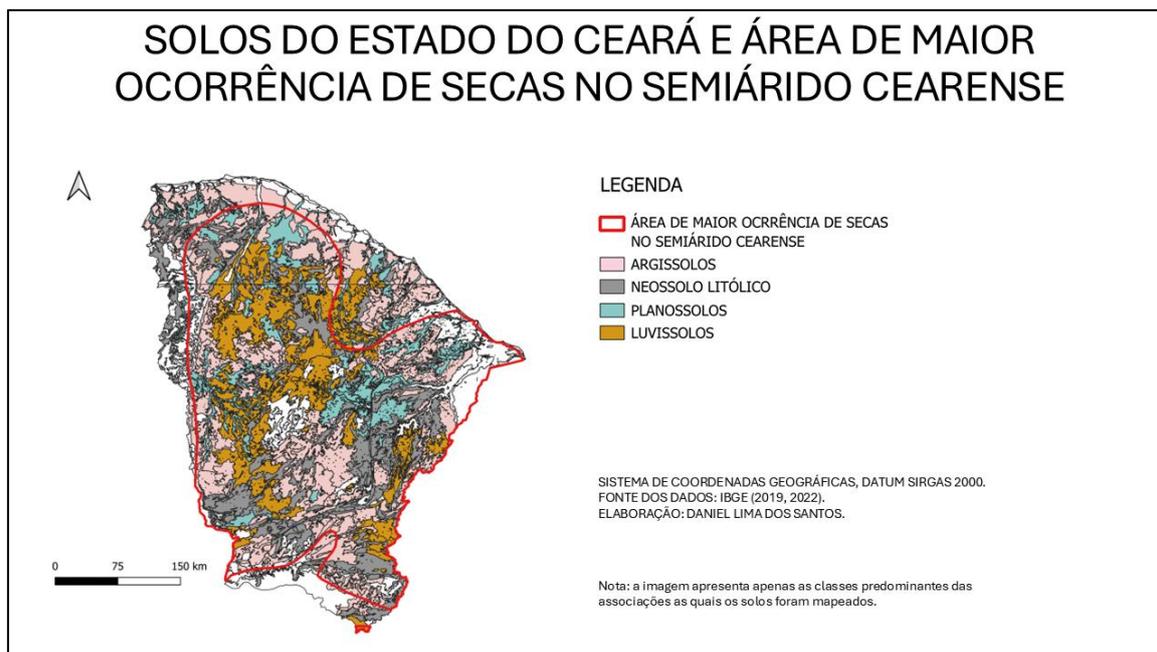
A metodologia da pesquisa se baseou em três etapas: 1) levantamento bibliográfico acerca da desertificação no contexto do semiárido; 2) elaboração de mapa temático dos solos da região semiárida do território cearense com a delimitação da área de maior ocorrência de secas durante o ano; e 3) pesquisa bibliográfica sobre as classes de solos mais recorrentes na região e suas principais formas de manejo.

O levantamento bibliográfico procurou descrever a temática da desertificação desde sua origem e contexto histórico, passando para o cenário nacional e estadual, que envolve as particularidades do território semiárido cearense como a seca e as atividades agropecuárias que são agentes potencializadores da degradação de terras. O levantamento foi baseado em autores de referência no tema como Nimer, Sobrinho e Conti, entre outros, e em documentos produzidos ao longo das décadas de estudo sobre desertificação (UNCCD, 1998; PAM-BRASIL, 2004; PAE-CE, 2010; CGEE, 2016).

A confecção do mapa se deu através do SIG QGIS 3.34.7, as bases cartográficas foram adquiridas no portal de mapas do IBGE, foram utilizados arquivos .shp da base cartográfica na escala de 1:250 000 do ano de 2023, arquivos da malha territorial de unidades da federação e arquivos da malha municipal do estado do Ceará, ambos do ano de 2023. As bases pedológicas e climáticas do Brasil foram adquiridas também no portal de mapas do IBGE, na escala 1:250 000 dos anos de 2019 e 2022. Foi utilizado o Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum SIRGAS 2000, EPSG 467, padrão do portal de mapas do IBGE.

Foi feito o recorte do mapa territorial do Estado do Ceará em sobreposição às classes de solos e a delimitação da área mais recorrente de secas no Estado. A partir desta imagem foram selecionadas as principais classes de solo no contexto do sertão semiárido do Estado do Ceará: Argissolo, Neossolo Litólico, Luvisolo e Planossolo como base para as técnicas de conservação adotadas. Foi considerado apenas o primeiro nível categórico (ordem) do SiBCS, foi utilizada a segunda edição do Sistema Brasileiro de Classificação de solos, publicada no ano de 2006.

A partir disso, realizou-se outro levantamento bibliográfico a respeito das principais características das classes de solo mencionadas, suas potencialidades e limitações e áreas de ocorrência, assim como as técnicas propostas para a conservação e manejo correto considerando o relevo, aspectos climáticos e o risco de erosão para cada classe de solo. Esta parte da pesquisa se baseou em alguns trabalhos (LEITE, 2022; EMBRAPA, 2001, 2006; ARAÚJO FILHO & SILVA, 2015). A figura 1 representa os solos do Estado do Ceará e o polígono da área de maior ocorrência de secas no Estado.

**Figura 1** - Solos do Estado do Ceará e área de maior ocorrência de secas do semiárido cearense

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Classes de solos

A região semiárida ocupa a maior parte do território cearense, assim como a área de ocorrência de secas no estado, os solos observados na figura anterior ocorrem em maior quantidade na área destacada e são amplamente explorados nas atividades antrópicas. Os solos percorridos a seguir se tratam de Argissolos, Luvisolos, Neossolo Litólico e Planossolos.

#### 4.1.1 Argissolos

No estado do Ceará os argissolos se encontram em áreas mais elevadas de relevo acidentado e dissecado. São solos susceptíveis aos processos de erosão por apresentarem diferenças de infiltração nos horizontes superficiais e subsuperficiais (LEITE, 2022, p. 6).

Apresentam horizonte B textural decorrente da acumulação de argila da superfície, podendo ser álicos, distróficos e eutróficos. Apresentam no horizonte superficial cores mais claras e textura arenosa e cores mais avermelhadas e amarelas no horizonte B com textura média a argilosa.

De acordo com Leite (2022) suas limitações estão relacionadas a baixa fertilidade, acidez e altos teores de alumínio encontrados nestes solos, assim como a susceptibilidade aos processos erosivos principalmente em função do relevo acidentado, enquanto para sua utilização é necessário manejo adequado, que envolve práticas de controle de erosão, correção e adubação.

#### 4.1.2 Luvisolos

São solos minerais não hidromórficos, com presença de horizonte subsuperficial diagnóstico textural (Bt) imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, exceto A chernozêmico, ou sob horizonte E (EMBRAPA, 2006).

São normalmente pouco profundos, com variação de 60 a 120 cm de profundidade e variam de bem a imperfeitamente drenados. A maioria destes solos possui mudança textural abrupta, com nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt e apresentam contrastes expressivos de textura e cor.

Para Jacomine *et al.*, (1973) a ocorrência de luvisolos em ambientes semiáridos, constituem solos derivados de gnaisse, xisto, micaxisto, anfíbolito e filonito e predominam em áreas cuja altitude varia de 100 a 400 metros com relevo suave ondulado e ondulado na maioria das áreas. Para os autores, nessas áreas predominam vegetação hiperxerófila, podendo ocorrer vegetação hipoxerófila e a precipitação média anual varia entre 500 e 900 mm.

De acordo com Leite (2022) apresentam elevado potencial nutricional, por possuírem altas quantidades de nutrientes disponíveis às plantas e de minerais primários facilmente intemperizáveis, e são ricos em bases trocáveis.

Ocorrem em relevo suave ondulado, o que facilita o emprego de máquinas agrícolas, podendo também ocorrer em relevo mais movimentado e chegar a forte ondulado. As áreas onde estes solos ocorrem são bastante deficientes em água, sendo este o principal fator limitante para o uso agrícola destes solos. (LEITE, 2022, p. 7).

Para a autora, o manejo adequado dos Luvisolos requer a utilização de práticas conservacionistas devido à suscetibilidade aos processos erosivos, uma vez que estes se encontram normalmente associados às áreas de relevos movimentados (suave ondulado a forte ondulado) nos sertões do Ceará.

### 4.1.3 Neossolos Litólicos

Os Neossolos são solos pouco desenvolvidos com sequência de horizontes do tipo A, C ou A, R e guardam características mineralógicas relativamente próximas às do material de origem (SANTOS *et al.*, 2018 apud ARAÚJO FILHO *et al.*, 2022). De acordo com EMBRAPA (2006) são definidos como sendo solos pouco evoluídos e sem a presença de horizonte diagnóstico.

São solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, com insuficiência de manifestação dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação dos solos, seja em razão de maior resistência do material de origem ou dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo) que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (LEITE, 2022, p. 12).

De acordo com Leite (2022) são pouco desenvolvidos, rasos, não hidromórficos, apresentam horizonte A diretamente sobre a rocha ou horizonte C de pequena espessura, sua área de ocorrência se dá em toda a região semiárida, principalmente nas áreas mais acidentadas, onde são encontrados afloramentos rochosos. São pedregosos e/ou rochosos, de moderadamente a excessivamente drenados, de textura predominantemente média, mas também podem apresentar textura arenosa, siltosa ou argilosa. Ocorrem geralmente em áreas de relevo suave ondulado a montanhoso, são solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes não ultrapassa 50 cm.

Para Jacomine *et al.*, (1973) nos sertões, esta classe de solos deriva de gnaiss, migmatito e granito, podendo ocorrer em áreas de relevo plano, nos sertões do baixo Jaguaribe a forte ondulado e montanhoso nos sertões central, norte e do sudoeste com precipitação média anual de 550 a 650 mm. De acordo com os autores, esses solos ocorrem em diversas zonas fisiográficas do Estado do Ceará e a vegetação predominante varia desde transição floresta/caatinga a caatinga hiper e hipoxerófila.

No geral se tratam de solos rasos e rochosos ou pedregosos que combinados com o relevo acidentado onde se encontram limitam o crescimento radicular e aumentam o risco de erosão. Situados em encostas íngremes e demais áreas acidentadas apresentam problemas de erosão laminar e linear. Para Leite (2022) os Neossolos Litólicos são normalmente indicados para preservação da flora e fauna.

#### 4.1.4 Planossolos

São solos minerais, imperfeitamente drenados, que se caracterizam fundamentalmente por apresentar um horizonte B plânico abaixo de A ou de E (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2022). Podem ter horizonte cálcico, caráter carbonático, duripã, propriedade sódica, solódica e caráter salino ou sálico.

Para Jacomine *et al.*, (1973) são derivados de gnaiss, micaxisto, migmatito e anfibolito, ocorrem em áreas de relevo plano a suave ondulado com altitudes que variam de 10 a 600 metros, tendo como vegetação predominante a caatinga hiperxerófila que pode ocorrer associada à floresta ciliar de carnaúba ou ao campo xerófilo.

De acordo com Leite (2022) os Planossolos têm grande capacidade de fornecer nutrientes às plantas, por apresentarem elevados valores de soma de bases e de saturação por bases e grandes quantidades de minerais primários facilmente intemperizáveis, em vista disso, o potencial de uso agrícola destes solos está relacionado ao ambiente de ocorrência, principalmente aos relevos plano e suave ondulado.

Em relação às limitações para uso agrícola, ainda para Leite (2022) estas estão relacionadas à permeabilidade lenta e a textura superficial arenosa pelas implicações na retenção de umidade e na deficiência nutricional, e ainda a presença de teores elevados de sódio que podem afetar o desenvolvimento da maioria das culturas.

Vale ressaltar que estes solos são propensos à erosão, principalmente erosão laminar, entretanto, para Leite (2022) sua área de ocorrência, quando se trata de locais planos e abaciados de certa forma ameniza o problema.

Para EMBRAPA (2021) o manejo adequado dos Planossolos requer cuidados com a drenagem, principalmente os hidromórficos, correção de acidez e de teores nocivos de alumínio à maioria das plantas. Para Cavalcante, Silva & Accioly (2010) as áreas de ocorrência de Planossolos são indicadas para uso com pastagem (natural ou plantada), manejo da caatinga para pecuária extensiva e também para preservação ambiental.

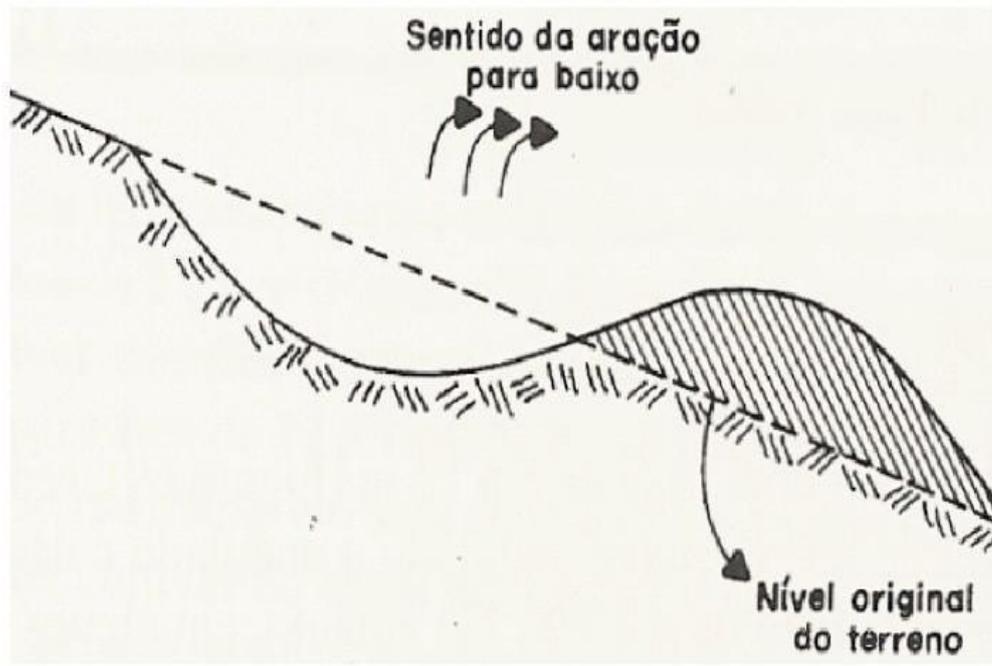
## 4.2 Práticas de conservação do solo

As técnicas descritas a seguir, para a conservação dos solos, foram baseadas em Leite (2022), Cavalcante, Silva & Accioly (2010) e Charrua (2014) que levam em consideração os atributos físicos do solo e a declividade como os principais fatores limitantes.

### 4.2.1 Terraços de retenção

Os terraços de retenção de sedimentos são estruturas construídas transversalmente à declividade do terreno, objetivando reduzir a velocidade da enxurrada e o seu potencial de destruição sobre os agregados do solo. Esta técnica se dá por um canal coletor e um camalhão que servem de obstáculos à passagem da água, o que faz aumentar a infiltração e o acúmulo de sedimentos. Para a CGEE (2016) esta técnica se adapta melhor às áreas de baixa precipitação e de solos com boa drenagem. Vale ressaltar que as áreas de ocorrência de de Luvisolos em associação de Argissolos atendem a estas condições.

Os terraços são classificados quanto a função de retenção ou infiltração, escoamento ou de drenagem e mistos. O terraço de retenção ou de infiltração tem a função de interceptar a enxurrada fazendo com que a água seja retida e infiltre no solo, são recomendados para solos de boa permeabilidade. Terraços de escoamento ou de drenagem tem um pequeno desnível transversal ao maior declive da rampa, acumula o excedente de água e permite seu escoamento lentamente por uma extremidade aberta, são recomendados para solos com permeabilidade moderada ou lenta e os terraços mistos têm a característica de acumular um determinado volume e quando este é preenchido funciona como terraço de escoamento. A figura 2 mostra o modelo esquemático do perfil de um terraço de retenção.

**Figura 2** – Modelo esquemático de um terraço de retenção

Fonte: Pruski (2009), Magalhães (2013).

#### 4.2.2 Cordões de pedra

Consistem em estruturas de pedras, sobrepostas na superfície do solo com o objetivo de fracionar o comprimento de rampa induzindo a diminuição do volume e velocidade das enxurradas e força a deposição de sedimentos evitando a erosão dos solos, induz o aumento da profundidade efetiva sob a área de deposição e aumenta a infiltração e armazenamento de água no solo (ROSSO, 1982; SHAXSON *et al.*, 1989, apud SILVA e SILVA, 1997).

Silva e Silva (1997) avaliam a eficiência de cordões de pedra na retenção de sedimentos e melhoramento das propriedades de um Neossolos Litólico (antigo solo Litólico), em Quixadá-CE, após 13 anos de sua construção. Os autores destacam expressivos melhoramentos na profundidade efetiva, porosidade, água disponível, matéria orgânica entre outros, induzidos pela prática conservacionista. A figura 3 exhibe cordões de pedra em uma área afetada por processos de desertificação.

**Figura 3** – Cordões de pedra

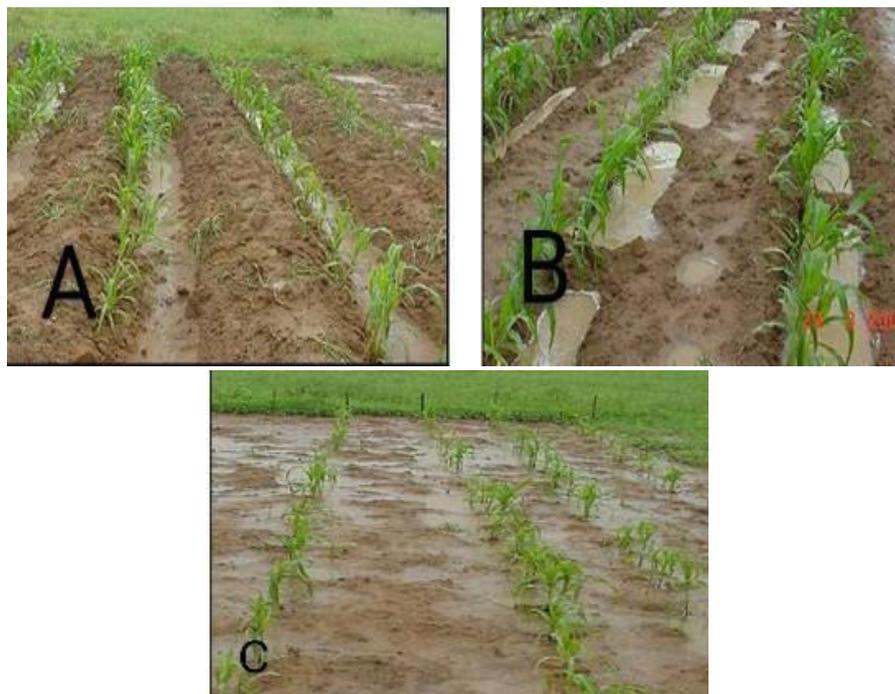
Fonte: EMATERCE (2019).

#### 4.2.3 Sistema de captação in situ

Esta técnica favorece a retenção e umidade no perfil do solo para melhor aproveitamento da água pelas plantas em uma área cultivada. Seus pontos positivos são o controle de erosão e conservação do solo, resistência à veranico dado a disponibilidade de água para as plantas e recarga do lençol freático. De acordo com CGEE (2016) esta técnica é recomendada para áreas de declividade inferior a 8%, mas sua implementação se torna difícil em solos pedregosos e em solos muito arenosos se torna inviável por conta da perda de água por infiltração.

Brito *et al.*, (2008) avaliaram os sistemas de captação in situ, utilizando diferentes tipos de sistemas: sistema tradicional, sistema Guimaraes Duque e o sistema de sulco barrado. Os autores concluíram que o sistema de sulco barrado apresentou os menores valores de perda de solo e água, maiores rendimentos em termos de produtividade de grão e matéria seca e os maiores valores de umidade do solo em detrimento dos sistemas Guimarães Duque e sistema tradicional. A figura 4 mostra diferentes modelos de captação *in situ* aplicados no semiárido.

Figura 4 – Sistemas de captação *in situ*. (A) sistema Guimarães Duque, (B) sistema sulco barrado e (C) Sistema tradicional de captação de captação de água de chuva.



Fonte: Brito, et al (2008).

#### 4.2.4 Sistemas agroflorestais

Sistemas agroflorestais, para Araújo Filho e Silva (2015) são formas de uso da terra que utilizam árvores e arbustos em associação com cultivos agrícolas e criação de animais numa mesma área de forma integrada, sua implementação visa garantir a estabilidade e diversificação da produção, elevar a produtividade da terra e melhorar a fertilidade do solo. Para os autores estes sistemas são apropriados para as condições dos sertões nordestinos, uma vez que exploram madeira, agricultura e pecuária e que a maioria das unidades de produção da região se assemelha a esses modelos.

A opção pela agrossilvicultura, como a alternativa mais apropriada para a reabilitação dos solos de potencial agrícola mais elevado, fundamenta-se na garantia que este sistema de uso da terra traz à segurança ambiental e à segurança alimentar. No primeiro caso, o solo é protegido contra a erosão pelo acúmulo de serrapilheira, tem sua fertilidade reposta e sua biologia ativada pela deposição da matéria orgânica. Os recursos hídricos são beneficiados pela manutenção da mata ciliar, evitando o assoreamento das nascentes e reservatórios e pela redução das perdas de água pelo solo. A flora, com a sustação das queimadas e dos desmatamentos tem sua biodiversidade incrementada e integração das árvores no sistema produtivo. Por fim, a fauna é beneficiada pela criação de corredores ecológicos, preservação dos habitats e suspensão do uso de agrotóxicos (ARAÚJO FILHO & SILVA, 2015, p. 42).

Em concordância com o que foi exposto, Santos *et al.*, (2025), discorrem sobre os benefícios da agrofloresta para o ambiente físico e destacam a redistribuição hidráulica que se dá por meio da redistribuição de umidade no solo pelas raízes das árvores, esse processo favorece culturas ao redor e mantém a umidade no local. Também destacam o controle de erosão que se dá por meio da barreira que a copa das árvores exerce contra as gotas de chuva, fazendo com que a água atinja o solo de forma mais suave e, destacam ainda o aumento de matéria orgânica que se dá por meio de restos culturais provenientes de podas e colheitas.

Para os autores, outro ponto de destaque é em relação ao sequestro de carbono nos sistemas agroflorestais, o armazenamento de carbono se dá pela biomassa acima do solo assim como pelo sistema radicular de árvores de grande porte. O acúmulo de carbono no solo contribui com a atividade da fauna microbiana, com a respiração do solo e com a ciclagem de nutrientes.

Portanto os SAFs são alternativas à agricultura convencional que tem a capacidade de reduzir as emissões de CO<sup>2</sup> e melhorar a atividade do solo e consequentemente aumentar a produção de forma sustentável. Este sistema têm sido adotado também em áreas urbanas e em combinação com os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) as técnicas de ciclagem de nutrientes, consórcio de culturas e melhoramento das propriedades do solo têm a capacidade de aumentar a produção em pequenos espaços.

#### **4.2.5 Recuperação de terras**

O pouso de terras e o reflorestamento também se constituem alternativas para a conservação dos solos do semiárido cearense, Araújo Filho e Silva (2015) ao publicarem Impactos e Mitigação do Antropismo no Núcleo de Desertificação de Irauçuba-CE, afirmam que a regeneração natural de terras é um processo muito lento e, no caso dos Planossolos de Irauçuba, dificilmente proporcionará condições para retorno à produtividade esperada.

Já o reflorestamento consiste em uma ação mais ostensiva para a recuperação de terras e deve-se ainda levar em consideração a sucessão ecológica envolvida no processo. Para Tigre (1968 apud CEARÁ, 2010) quando há a recuperação de forma natural, a floresta se recupera dos distúrbios por meio

de sucessão natural até a completa regeneração, o que consiste em um processo demorado e de baixo custo. Já na regeneração artificial (reflorestamento), há a condução do processo por semeadura de mudas, nesse caso o tempo de recuperação apresenta-se relativamente curto, embora os custos sejam altos.

Araújo Filho e Silva (2015) recomendam a recuperação de terras com sistemas integrados de uso e proteção do solo, os quais fornecem alimentos enquanto são regenerados pela introdução de matéria orgânica, são sistemas sustentáveis e promovem a recuperação e o manejo adequado do solo.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.**

Salienta-se que o processo de desertificação é uma problemática que deve ser enfrentada de diversas formas, inclusive com a produção e difusão de conhecimento e que a produção científica acerca da questão é uma forma de enfrentamento deste problema.

As terras do semiárido cearense, assim como da região semiárida são afetadas pelo problema da desertificação e é urgente ações que visem sua proteção, recuperação e que evitem que terras que ainda não tenham sido atingidas virem a ser degradadas pelos problemas citados, seja por forma inadequada de uso ou inação dos agentes envolvidos direta ou indiretamente no processo.

A proteção do solo aliada a técnicas que visem a soberania alimentar é essencial para o desenvolvimento sustentável da região semiárida. O conhecimento e a difusão do conhecimento acerca do problema devem ser postos em prática, pelos diversos meios de informação, para a superação dos problemas decorrentes da desertificação.

Vale ressaltar que a variabilidade climática da região semiárida, no que se refere a irregularidade das chuvas, pode influenciar nos resultados obtidos com as técnicas mencionadas e que a falta de dados empíricos acerca das mesmas dificulta a difusão de tais conhecimentos. Portanto se faz necessários que hajam mais pesquisas e projetos que contemplem a questão ambiental no semiárido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEEL, Z. et al. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: Desertification synthesis**. World Resources Institute. Washington. 2005.
- ARAÚJO FILHO, J. C. de; MARQUES, F. A.; AMARAL, A. J. do; CUNHA, T. J. F.; SOUZA JÚNIOR, V. S. de; GALVÃO, P. V. M. **Solos do semiárido: características e estoque de carbono**. In: GIONGO, V.; ANGELOTTI, F (org). Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas: experiência brasileira. p. 93 – 111. EMBRAPA, 2022.
- BARRETO, L. L.; CEZÁRIO, A. R. V.; OLIVEIRA, V. P. V. de. **O conceito de desertificação: construção histórica, críticas e potencialidades**. Revista Verde Grande. Vol. 1. p. 67 - 80. Montes Claros, 2019.
- BRASIL. **Combate à desertificação**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2010. Disponível em <<https://antigo.mma.gov.br/gestao-territorial/combate-a-desertificacao.html>>. Acesso em: 10, set, 2024.
- \_\_\_\_\_. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004. Disponível em <<https://www.unccd.int/sites/default/files/naps/brazil-spa2004.pdf>>. Acesso em:10, set, 2024.
- CAVALCANTI, A. C.; SILVA, A. B. da.; ACCIOLY, L. J. de O. **Solos do município de Poço das Trincheiras, Alagoas (Escala 1:100.000)**. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, 2010.
- CHARRUA, H. C. C. **Desertificação e reversibilidade dos problemas de desertificação**. Dissertação. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2014.
- CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. Disponível em <<https://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2016/05/PROGRAMA-ESTADUAL-DE-COMBATE-A-DESERTIFICA%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 10, set, 2024.
- CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília, DF. 2016.
- CORREIA, R. C. KIILL, L. H. P; MOURA, M. S. B. de; CUNHA, T. J. F; JESUS JUNIOR, L. A. de; ARAUJO, J. L. P. **A região semiárida brasileira**. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.
- EMATERCE - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará. **EMATERCE implementa projeto agropecuário no Assentamento Mandacaru**. 2015. Disponível em <<https://www.ematerce.ce.gov.br/2015/08/14/ematerce-implementa-projeto-agropecuário-no-assentamento-mandacaru/>>. Acesso em: 10, set, 2024.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 360 p.

- ARAÚJO FILHO, J. A. de.; SILVA, N. L. da. **Impactos e mitigação do antropismo no núcleo de desertificação de Irauçuba**. Monitoramento da desertificação em Irauçuba. p. 21 - 45. Fortaleza, 2015.
- JACOMINE, P. T. K.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Volume I. Recife, 1973.
- LEITE, M. J. de. H. **Características gerais dos principais solos da região semiárida**. Revista Científica Multidisciplinar. v3. n10. 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i10.1964>>. Acesso em: 05, set, 2024.
- MAGALHÃES, G. M. F. **Análise da eficiência de terraços de retenção em sub-bacias hidrográficas do rio São Francisco**. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. v17. n10. 2013.
- MATALLO JÚNIOR, H. (Org.). **Desertificação**. UNESCO. Brasília. 1999.
- NEVES, B. M. A. **A percepção do termo desertificação na comunicação social, na política e na sociedade em geral, em Portugal**. Dissertação. Universidade Nova de Lisboa. 2010.
- NIMER, E. **Subsídio ao plano de ação mundial para combater a desertificação - Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (PNUMA)**. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 1980.
- OLIVEIRA, V. P. V. de. **A problemática da degradação dos recursos naturais no domínios dos sertões secos do Estado do Ceará-Brasil**. Litoral e Sertão, natureza e sociedade no Nordeste brasileiro. José Borzacchiello da Silva et al. Fortaleza: Expressão gráfica, 2006.
- PEDROTTI, A; CHAGAS, R. M; RAMOS, V. C; PRATA, A. P. do N; LUCAS, A. A. T; SANTOS, P. B. **Causas e consequências do processo de salinização do solo**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. vol. 19. n. 2. p. 1308 - 1324. Santa Maria. 2015.
- PEREZ-MARIN, A. M; CAVALCANTE, A. de M. B; MEDEIROS, S. S; TINÔCO, L. B. de M; SALCEDO, I. H. **Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?**. Parcerias Estratégicas. vol. 17. n. 34. p. 87 - 106. Brasília. 2012.
- ROOSE, E. (dir). **Land husbandry: components and strategy**. FAO. p. 397. Rome. 1996.
- SÁ, M. A. C. de.; SANTOS JUNIOR, J. de D. G. dos. **Compactação do solo: consequências para o crescimento vegetal**. EMBRAPA. Planaltina. 2005.
- SANTOS, H. G. dos.; ZARONI, M. J. Solos Tropicais. **Planossolos**. EMBRAPA. 2021.
- SANTOS, W. M. dos; MARTINS, L. D. C. S; COSTA, C. de J. P; MATOS, Y. C. da S; MEDEIROS, L. da S; AVIZ, R. O. de; ANJOS, M. L. dos; VIANA, V. S; LIMA, J. B. de; SILVA, W. W. Â. da; SALVADOR, K. R. da S; BEZERRA, A. C; SOUZA, E. J. O. de. **Sistemas Agroflorestais no Semiárido Brasileiro: uma revisão sobre viabilidade, benefícios econômicos e ecológicos**. Revista Brasileira de Geografia Física. V. 18, n. 01. 2025.
- SILVA, J. R. C.; SILVA, F. J. da. **Eficiência de cordões de pedra em contorno na retenção de sedimentos e melhoramento de propriedades de um solo litólico**. Revista Brasileira de ciência do solo. v21. 441 - 446 p. 1997.
- UNCCD/CNUCD - Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação nos países afectados por seca grave e/ou desertificação, particularmente em África - **Declaração feita pela**
- 
- SANTOS, D. L. dos.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Manejo de terras e combate à desertificação no semiárido cearense. Revista CEC&T – Centro de Ciências e Tecnologia da UECE Fortaleza/CE, v. 6, n.1, e14932, mês Abril. Ano. 2025 Disponível em <https://revistas.uece.br/index.php/CECiT/>

**Comunidade Europeia em conformidade com o disposto nos n. 2 e 3 do artigo 34 da Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação nos países afectados por seca grave e/ou desertificação, particularmente em África.** Jornal Oficial nº L 083. p. 0003 - -35. 1998.

\_\_\_\_\_ Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação nos países que estão experimentando sérias secas e/ou desertificação, particularmente na África. 54 p. 2022.

VERDUM, R; QUEVEDO, D; ZANINI, L. S. G; CÂNDIDO, L. A. **Desertificação: questionando as bases conceituais, escalas de análise e consequências.** Revista Geographia. v. 3, n. 6, p. 1-9, 2001.