



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

VICENTE MATEUS PEREIRA DA SILVA

EROSÃO HÍDRICA NO SEMIÁRIDO DO BRASIL

MOSSORÓ

2023

VICENTE MATEUS PEREIRA DA SILVA

EROSÃO HÍDRICA NO SEMIÁRIDO DO BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de agronomia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jeane Cruz Portela

MOSSORÓ

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS586 Silva, Vicente Mateus Pereira da.
e Erosão hídrica no semiárido do Brasil / Vicente
Mateus Pereira da Silva. - 2023.
34 f. : il.

Orientadora: Jeane Cruz Portela.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2023.

1. Perda de solo. 2. Degradação ambiental. 3.
Risco ambiental. 4. Suscetibilidade a erosão. 5.
Deterioração do solo. I. Portela, Jeane Cruz,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

VICENTE MATEUS PEREIRA DA SILVA

EROSÃO HÍDRICA NO SEMIÁRIDO DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para obtenção do título de Agrônomo.

Defendida em: 18 / 05/ 2023.

BANCA EXAMINADORA

**JEANE CRUZ
PORTELA**

Assinado de forma digital por
JEANE CRUZ PORTELA
Dados: 2023.05.20 22:47:11 -03'00'

Prof^ª Dr^ª Jeane Cruz Portela (UFERSA)
Presidente



Documento assinado digitalmente
JOAQUIM EMANUEL FERNANDES GONDIM
Data: 20/05/2023 22:50:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

PPGCS Mestre Joaquim Emanuel Fernandes Gondim (UFPB)
Membro Examinador



Documento assinado digitalmente
DIEGO JOSE DA COSTA BANDEIRA
Data: 20/05/2023 23:26:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Engenheiro Agrônomo Diego José da Costa Bandeira (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos meus pais, Odene Pereira da Silva e Luiz Carlos da Silva que me incentivaram nos momentos difíceis ao decorrer do curso, por ter me dado força e sustentabilidade financeira no início até chegar a esse momento.

Agradeço especialmente a professora Jeane Cruz Portela pela oportunidade de me orientar na conclusão deste trabalho, dedicando do seu tempo para poder estar presente e me ajudar na realização, me auxiliando com muita paciência.

Ao meu avô Vicente Pereira da Silva por ter me dado força e sustentabilidade financeira no início até chegar a esse momento.

A minha irmã Diana Carla da Silva pelas oportunidades de aprendizagem e apoio.

A Diego José da Costa Bandeira dedicando do seu tempo para poder estar presente e me ajudar na realização, me auxiliando com muita paciência.

A todos os familiares que auxiliaram no decorrer do curso.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

A todos, o meu muito obrigado.

Bem-aventurado o homem que não anda
segundo o conselho dos ímpios, nem se detém
no caminho dos pecadores, nem se assenta na
roda dos escarnecedores.
Antes tem o seu prazer na lei do Senhor, e na
sua lei medita de dia e de noite.

Salmos 1:1,2

RESUMO

Na região do Semiárido brasileiro a erosão hídrica é um grande problema, mesmo em áreas com seca severa e com baixo índice de chuvas. As características desta região são a irregularidade de precipitação pluvial, escassez de chuvas e ocorrência de vegetação da Caatinga, propiciando a perda de solo na região. Neste cenário, conhecer as principais particularidades do processo erosivo hídrico na região Semiárida é uma importante etapa para auxiliar na proposição de políticas públicas com o intuito de prevenção da erosão e conservação dos solos. Objetificou-se a realização de uma revisão de literatura referente a erosão hídrica nos solos da região semiárida estabelecendo contrastes entre os resultados encontrados em artigos científicos SciELO e o banco de dados do google acadêmico, de modo a discutir e interpretar metodologias a cada particularidade inserindo uma discussão crítica. A escolha dos artigos científicos sobre os temas supracitados foi realizada em diferentes plataformas, com publicações atuais. Os estudos apresentaram diversificação de regiões, objetivo experimental, vegetação, classificação e atributos do solo. Identificou-se que em áreas com aporte de matéria morta ou cobertura vegetal houve diminuição do impacto da energia cinética da chuva e retenção da água do solo proveniente da chuva, assim como a menor desagregação das partículas constituintes do solo. Foi identificado que a equação universal de perda de solo ainda é um cálculo alternativo utilizado em estudos de modelagem e estimativa de perda de solo, e que cada vez mais faz-se uso de softwares para auxiliar na análise e visualização de dados e modelagem de fenômenos erosivos. O estudo permitiu observar a crescente associação de aspectos regionais para o aprendizado de formas mais efetivas para a minimização do fenômeno erosivo hídrico, como também, identificação de áreas susceptíveis a erosão.

Palavras-chave: Perda de solo. Degradação ambiental. Risco ambiental. Suscetibilidade a erosão. Deterioração do solo.

ABSTRACT

In the Brazilian semi-arid region, water influence is a major problem, even in areas with severe drought and low rainfall. The characteristics of this region are the irregularity of rainfall, scarce rainfall and the occurrence of Caatinga vegetation, leading to soil loss in the region. In this scenario, knowing the main particularities of the water erosion process in the semi-arid region is an important step to assist in the proposition of public policies with the aim of preventing prevention and soil conservation. The objective was to carry out a literature review regarding the water approach in the soils of the semi-arid region, establishing contrasts between the results found in scientific articles SciELO and the academic google database, in order to discuss and interpret methodologies for each particularity by inserting a critical discussion. The choice of scientific articles on the aforementioned topics was carried out on different platforms, with current publications. The studies demonstrated diversification of regions, experimental objective, vegetation, classification and soil attributes. It was identified that in areas with input of dead matter or vegetation cover there is a reduction in the impact of the kinetic energy of rain and retention of soil water from rain, as well as less disaggregation of the constituent particles of the soil. It was identified that the universal approval of soil loss is still a scientific alternative used in studies of modeling and estimation of soil loss, and that software is increasingly being used to assist in the analysis and visualization of data and modeling of phenomena erosive. The study allowed observing the growing association of regional aspects for learning more effective ways to minimize the water erosion phenomenon, as well as identifying areas susceptible to cultivation.

Keywords: Soil loss. Environmental degradation. Environmental risk. Erosion susceptibility. Soil Deterioration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma dos agentes causadores do processo erosivo.	14
Figura 2. Publicações conforme agente erosivo no banco de dados GASEMT.	15
Figura 3. Delimitação do Semiárido brasileiro.	16
Figura 4. práticas de prevenção à erosão	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. caracterização dos artigos científicos quanto ao autor, ano de publicação, periódicos e revisto/deposito.....	25
Tabela 2. caracterização quanto ao local onde o estudo foi realizado, vegetação, classificação/informação do solo e objetivo.....	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Erosão hídrica	13
2.2	Características do Semiárido brasileiro	15
2.3	Equação universal de perda de solo	19
2.4	Práticas para controle da erosão	21
3	METODOLOGIA	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O atual momento ambiental do Brasil está diretamente relacionado à intensa exploração dos recursos naturais, e as modificações nos agroecossistemas, para suprir as necessidades geradas a partir do aumento populacional. Além dos danos ambientais, o uso desordenado dos recursos naturais impacta negativamente a economia e o âmbito social do país. Nesse contexto, o uso da terra de forma sustentáveis tem ganhado relevância, visto que a agricultura é uma atividade antrópica vital para a humanidade e o solo é um recurso com período de recuperação muito demorado, pois as perdas de camadas de solo pela erosão excedem infinitamente as taxas de renovação e reposição das camadas superficiais do solo (RABELO & ARAÚJO, 2019).

A relevância da erosão para perdas de solo é delimitado entre 25 a 40 toneladas de solo por ano, com implicações como a redução da produtividade agrícola, gerando diminuição na segurança alimentar e na capacidade de armazenamento de água e nutrientes do solo (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2015).

A erosão se dá pela ação de dois agentes principais, a água e o vento, que embora sejam naturais, com a associação das atividades antrópicas no solo ocasionam a “erosão acelerada”, que independente do agente atuante implica na perda de horizontes superficiais, deformação do terreno, movimento de massa e deposição de partículas do solo. A degradação de um ambiente pode ser compreendida como modificações feitas aos ecossistemas naturais e agro ecossistemas, que alteram suas características físicas, químicas e biológicas de modo negativo, levando ao comprometimento de sua capacidade de regeneração natural e/ou de uso agropecuário que anteriormente era possível (CHAVES et al, 2012).

Cerca de 33% dos solos do Planeta são considerados degradados e, na América Latina, 50% apresentam algum sinal de degradação (BALDASSARINI & NUNES, 2018). A região Nordeste, onde o semiárido brasileiro se situa, é composta por oito estados (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), as principais características desta região são a irregularidade de precipitação pluvial, escassez de chuvas e ocorrência de vegetação da Caatinga (RAMALHO et al., 2018). Santos et al (2017) ao estudar o impacto do processo erosivo na zona do semiárido brasileiro, ressalta a importância do padrão climático e a intensidade de algumas chuvas, sendo a razão principal pelo escoamento e perda da camada de solo, em solos descobertos e naturalmente com maior erodibilidade.

A influência da declividade da região no processo erosivo se relaciona a dois fatores principais: o primeiro é expresso pela influência que o relevo tem sob a rede de drenagem e movimentação da água, o outro se refere a interferência da declividade na variação dos atributos do solo. Outro fator que interfere no favorecimento dos agentes erosivos na região é a população dependente da produção agrícola para sobrevivência, atividades muitas vezes não bem planejadas ocasionando desmatamento, ocasionando áreas bastante erodidas nas localidades (ARAÚJO 2018).

Segundo Silva (1995), a erosão hídrica apresenta três formas principais: laminar, sulcos e voçorocas; com ações de ordem crescente, envolvendo perda de camadas de solo por arraste podendo extrapolar para grandes deslocamentos de solo, resultando em sulcos imensos tanto em extensão quanto em profundidade.

Neste contexto, se apresenta uma escassez de informações para construção de um banco de dados sobre as particularidades regionais do processo erosivo hídrico possibilitando medidas mitigatórias capazes de auxiliar no repasse social, garantindo perdas mínimas na fertilidade e estrutura dos solos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Erosão hídrica

A erosão hídrica é a principal causadora de degradação em ambientes tropicais e subtropicais úmidos, embora seja um processo que ocorre em escala de tempo geológica, as atividades humanas sobre o solo tendem a acelerar esse processo de tal forma que se torna visível os seus efeitos. Sob condições climáticas naturais adversas, como a seca ou excesso de chuvas, repercute em situações dramáticas (HERNANI et al, 2002).

Alguns solos são naturalmente mais susceptíveis a erosão, mesmo que expostos as mesmas condições de manejo, clima e topografia, essa diferença é descrita como erodibilidade e está relacionada as diferentes características entre eles. A erosão hídrica é mais relevante e expressiva que a eólica quanto aos danos ocasionados, não apenas com o solo perdido, como também a matéria orgânica, nutrientes e perda de água pelo escoamento superficial. Em localidades com atividades agrícolas, esses processos estão intimamente ligados ao manejo incorreto do solo agrícola e das pastagens, contribuindo para diminuição produtiva destas áreas. Isso agrega importância as práticas que podem minimizar os processos erosivos antes da implantação dos sistemas de produção (ALVARENGA et al, 2018).

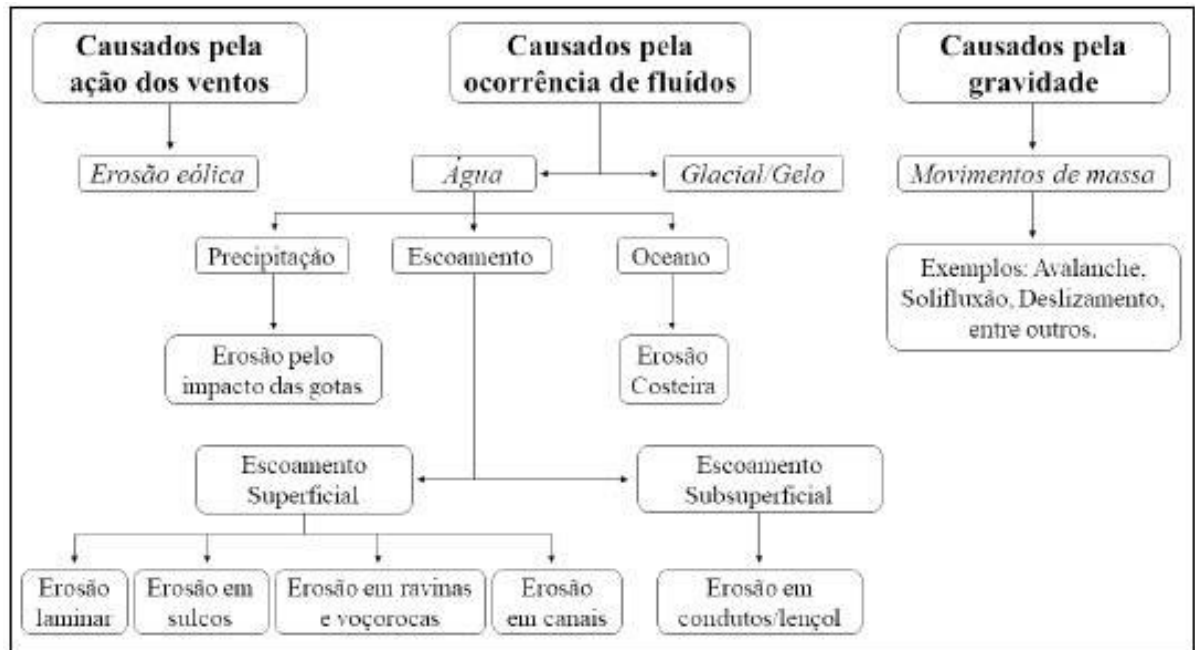
Três fases são descritas no decorrer do processo de erosão hídrica: desagregação, transporte e deposição. A desagregação ocorre com a “quebra” dos agregados do solo, que em seguida podem ser rompidos por atividades de preparo de solo, impacto das gotas de chuva sobre o mesmo, a continuidade do molhamento e secagem do solo ou ainda o escoamento da água sobre o terreno (Fonseca, J. A. 2014) (Souza, 2022).

O impacto da chuva sobre o terreno pode ocasionar selamento superficial, em solos descobertos e muito revolvidos (por aração e gradagem). O transporte ocorre em sequência, com a água sendo concentrada e escoando superficialmente carregando consigo as partículas. Na deposição a água que escoou pelo terreno perde velocidade e as partículas de solo se depositam (MELO et al, 2019). Diferentes agentes podem atuar para consolidar o processo erosivo (Figura 1).

Ao decorrer sobre os tipos de erosão, Hernani et al (2002) descreve a erosão por sulcos como a ação da enxurrada sintetizando canais preferenciais de diferentes dimensões, à medida

que a água atinge um certo volume e velocidade. Associado a isso, com situações específicas de terreno (quer por pedologia ou litologia) promovem a movimentação de grandes massas de solo, com a possível formação de voçorocas.

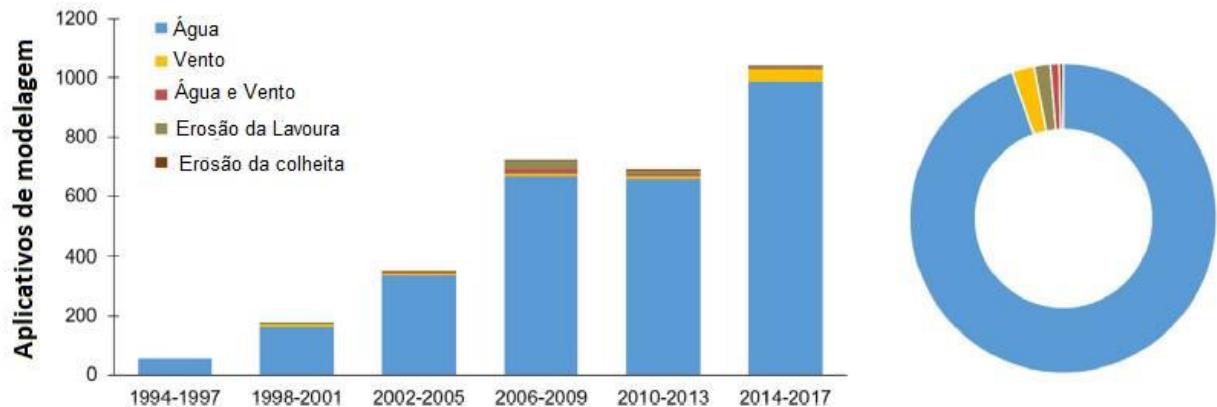
Figura 1. Fluxograma dos agentes causadores do processo erosivo.



Fonte: Borges Neto (2021).

Em sua análise da modelagem global de erosão do solo Borrelli et al (2021), expõe a numerosa quantidade de artigos publicados para modelagem da erosão ocasionada pela água, em diferentes países nas décadas de noventa. Porém ao passar do tempo outros modelos foram criados a fim de contemplar as perdas associadas ao vento e a lavoura/colheita. Baseando-se no banco de dados GASEMT revela que as modelagens de perdas conjuntas de vento, lavoura e erosão por colheita quase não ultrapassam 5 % enquanto 94,6 % abordam os processos de perdas por lâminas e sulcos (Figura 2).

Figura 2. Publicações conforme agente erosivo no banco de dados GASEMT.



Fonte: Adaptado de Borrelli (2021).

Muitos são os problemas oriundos da ação antrópica colaborando para a ocorrência da erosão acelerada, tais como: emissão de CO₂ na atmosfera (que constitui um impacto global); perda de nutrientes essenciais para o desenvolvimento da fauna e flora local (gerando complicações para o ecossistema local, com possíveis complicações produtivas); poluição e assoreamento de rios e reservatórios (restringindo a capacidade e qualidade do uso da água); redução da capacidade infiltração e retenção de água nos solos (causando diminuição de armazenamento); destruição de habitats naturais e aceleração do processo de desertificação (especialmente relevante para áreas susceptíveis) (BORGES NETO, 2021).

2.2 Características do Semiárido brasileiro

O relevo da região representativa do semiárido é muito variável, com uma altitude média compreendida entre 400m e 500 m, cerca de 37% da área é de encostas com cerca de 4% a 12% de inclinação, 20% das encostas apresentam inclinação superior a 12%, isso reflete na presença marcante de processos erosivos nas áreas antropizadas. Quatro ordens de solos se sobressaem, de um total de quinze, ocupando 66% da área sob caatinga, fracionados espacialmente (Latosolos - 19%; Neossolos Litólicos – 19%; Argissolos – 15% e Luvisolos

– 13%) (SILVA et al, 2010). A extensão territorial da zona semiárida pode ser observada na (Figura 3).

Figura 3. Delimitação do Semiárido brasileiro.



Fonte: Silva (2010, p:20).

Ao ser perdido por processos erosivos, o solo de regiões semiáridas pode acumular grandes quantidades, isso dependerá dos tipos de técnica(s) e cultivo(s) que esteja(m) sendo desenvolvida na área. Em termos gerais, a perda ocorre com maior frequência e intensidade ao se trabalhar com culturas anuais, pois é requerido sucessivamente uma maior exposição do solo e, conseqüentemente, seu revolvimento. Ao se pensar em processos erosivos, existe uma tendência a recordar aos eventos de maior magnitude, sendo: ravinamentos, voçorocas, deslizamentos e assim por diante (BRASILEIRO et al, 2009).

Entretanto a erosão que comumente ocorre na região semiárida é, muitas vezes, despercebida, por não se apresentar alarmante em um primeiro momento, porém possui um potencial de degradação muito significativo (perdas laminares de solos). A intensidade das perdas ao longo do tempo pode acarretar impactos irreversíveis ao bioma caatinga.

Ao se percorrer o semiárido observasse distintas paisagens, com chapadas altas á zonas mais baixas, sendo perceptível diferenças ambientais. Uma característica marcante dos solos presentes nesta zona geográfica é a limitada profundidade efetiva, principalmente aqueles desenvolvidos de rochas cristalinas. Com exceção dos solos desenvolvidos de materiais sedimentares e/ou de cobertura sedimentar, os demais solos em maioria estão situados na faixa de poucos profundos (50-100 cm) a raso (<50cm). Em termos físicos, frações grossas (cascalhos, calhas e matacões) se fazem presentes e comumente são perceptíveis na superfície ou mesmo no volume dos solos (ARAUJO FILHO et al, 2019).

O arcabouço geológico do Nordeste é constituído por dois tipos estruturais: o embasamento cristalino, que representa 70% da região semiárida, e as bacias sedimentares. As bacias sedimentares possuem solos geralmente espessos, superiores a 2 m e podem ultrapassar 6 m, com alta capacidade de infiltração, baixo escoamento superficial e boa drenagem natural, enquanto no embasamento cristalino os solos geralmente são rasos, cerca de 0,6 m, apresentando baixa capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural. O relevo é basicamente constituído por depressões interplanálticas transformadas em verdadeiras planícies de erosão, devido à grande extensão dos pediplanos secos bem conservados, mas em processo de erosão. (Souza, 2022, p.12)

O bioma que contempla a vegetação predominante do semiárido é a Caatinga, a vegetação é denominada xerófila, caracterizando-se por ser aberta e de mata do tipo espinhosa tropical, essa vegetação apresenta muitas variações em sua composição florística e sua fisionomia. A densidade das árvores e arbustos varia conforme fatores como: condições edafoclimáticas, da regeneração da própria vegetação em si, além do nível de conservação do solo, contando também com a população de flora herbácea gramínea presente. A vegetação conta com xeromorfismo, evitando a perda de água por transpiração ao se desfazer de suas folhas em períodos de ausência de precipitação pluviométrica, além de possuir um sistema radicular muito desenvolvido (SILVA et al, 2021).

Lima et al (2013) ao analisar os resultados do seu trabalho no Alto Jaguaribe – CE, voltado para as características das chuvas influenciando a erosão em regiões semiáridas, notou

que, em um primeiro momento, os padrões pluviométricos de dois anos, metade deles repercutiram em eventos erosivos na região. Ressaltando que a Erosividade não depende exclusivamente dos padrões de chuva, e que características como a umidade do solo devem ser levadas em conta para melhor compreensão desse fenômeno na região.

Em seu trabalho sobre erosão bruta Rabelo e Araújo (2019) observaram que a bacia situada no Seridó nordestino tem uma influência erosiva maior do lado norte, com maiores precipitações, compreendo o estado do Rio Grande do Norte, devido ao agente climático da Zona de Convergência Inter-Tropical. Quanto menor a latitude maior a tendência de maiores precipitações.

Ao discutir seus resultados Xavier et al (2020) relata a relevância da predominância de solos jovens, salinos e pouco profundos para o favorecimento de processos erosivos, associado a isso, a presença de horizontes superficiais pouco espessos e com presença de textura arenosa com queda abrupta para o horizonte B em conjunto com aumento de argilas expansivas quando hidratadas (2:1) condicionam a pouca resistência natural dos solos e consequente degradação dos mesmos.

Ao abordar o tema do semiárido em seu trabalho Oliveira (2020) explana que as características da chuva tipicamente apresentadas no Semiárido contribuem para torna-lo mais propenso a erosão hídrica, chuvas com maior intensidade e/ou duração constituem geralmente um pico de escoamento mais alto. Chuvas concentradas são típicas em regiões do semiárido, a observação da intensidade, duração e frequência delas evidenciam problemáticas de excesso de água em um curto período de tempo, a dinâmica da infiltração e escoamento da água é bem mais expressiva no semiárido que em regiões úmidas e temperadas, sendo um fator de maior relevância para ocorrência da erosão.

Silva et al (2021) observou em seu trabalho a transformação das áreas que compõem a microbacia do Rio Cobra no Rio Grande do Norte, ocorridas por ação natural ou antrópica que alteram a capacidade do solo de resistir ao processo erosivo. Existindo uma tendência de áreas de encostas íngremes e próximos a reservatórios de água serem acometidos com erosão bruta, pois estão passíveis de maior pressão de uso e manejo do solo.

Ao estudar os aspectos físicos, geográficos e naturais do risco a erosão do solo Oliveira et al (2019) enfatiza o risco da perda gradativa da vegetação naturalmente pouco densa da região, devido a ações humanas: queima, agricultura, exploração mineral. Sem as devidas condições para que o local explorado/danificado tenha sua restauração, com comprometimento da existência biológica ali situada, diminuição da biodiversidade vegetal e

decorrente suscetibilidade dos solos desnudos a intensa erosão e riscos de desertificação no local.

2.3 Equação universal de perda de solo

Um dos modelos mais simples e amplamente utilizados para a estimativa de erosão hídrica em uma determinada área, consiste na aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), formulada por Wischmeier & Smith (1978). Um modelo de erosão hídrica laminar que determina a perda de solo de forma quantitativa. Originalmente criada para aplicação em terrenos planos, com declividades e comprimentos obtidos empiricamente (Macêdo, Santos, & Surya, (2021).

As indisponibilidades de informações necessárias e estudos prévios nas áreas que se pretendem estudar fazem com que essa equação seja amplamente utilizada. A EUPS é expressa pela Equação (1)

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Sendo:

A - Perda de solo por unidade de área no tempo;

R - Fator erosividade da chuva;

K - Fator de erodibilidade do solo;

LS - Fator topográfico;

C - Fator uso e manejo, isto é, a relação entre perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto;

P - Fator de prática conservacionista, entendido como a relação entre a perda de solo de um terreno cultivado com determinada prática.

Na equação, A representa a unidade de perda de solo por área no tempo (t.ha-1.ano-1); R é a erosividade, que simula a capacidade energética da chuva de causar erosão em um solo sem cobertura vegetal (MJ/ha.mm/ha); K designa o fator de erodibilidade do solo, isto é, a intensidade de erosão por unidade de índice de erosão da chuva (t.ha-1.ano-1) e consiste na suscetibilidade do solo à erosão; LS é o fator conjunto que compreende, respectivamente, o comprimento de rampa (L) e o grau de declividade (S), ambos adimensionais; C (adimensional) reflete o fator de uso e manejo do solo, ou seja, a relação entre perdas de solo em dadas condições de uso e

cobertura; e P (adimensional) corresponde ao fator de prática conservacionista, entendido como a relação entre as perdas do solo de uma área e determinada prática que possa intensificar ou amenizar as perdas de solo. (Sousa F. R. C. & Paula D. P. 2019, p. 494)

O fator chuva (R) constitui o índice numérico representante da capacidade da chuva de gerar uma enxurrada provocando assim erosão em uma área descoberta. A perda de solo provocada pela chuva é diretamente proporcional ao produto da energia cinética da mesma considerando sua intensidade máxima em 30 minutos. A partir disso se extrai o índice de erosão (EI30). A média anual dos valores em um período de tempo de 20 anos ou mais é o valor R inserido na equação (SILVA et al. 2010).

Segundo Marques et al (1997) a erodibilidade (K) do solo representa o efeito de processos reguladores da infiltração da água no solo, degradação causada pelo impacto da gota de chuva e capacidade de resistir ao transporte de seus constituintes pelo fluxo superficial, o comportamento do solo ao restringir estes efeitos qualifica-o face aos processos erosivos.

Ao estudar a intensidade e erosividade das chuvas e erodibilidade do solo em seu trabalho Teixeira et al, (2006) afirma que erodibilidade do solo (fator K) na equação de USPS é considerada a mais importante variável na predição do fenômeno erosivo e no planejamento do uso do solo. Menciona, ainda, que é de difícil mensuração direta, necessitando de nomogramas para sua estimativa, entre os fatores considerados para estimativa dos nomogramas estão: o percentual de silte e areia muito fina, tamanho da estrutura e permeabilidade do solo.

Segundo Amaral (2006) a topografia de uma paisagem é caracterizada, em essência, pelo comprimento e grau do declive. NA EUPS o comprimento é caracterizado como fator L e o grau do declive como fator S, afetando assim de forma significativa as taxas de perda de solo por erosão hídrica. Embora sejam aspectos da topografia avaliados separadamente no campo, dentro da EUPS são agrupados em um único fator LS, tendo aplicações práticas no campo. Ao se observar relações entre erosão do solo, comprimento e grau do declive, evidencia a proporcionalidade entre erosão e comprimento do declive elevado na potência de média 0,5 para o grau do declive, elevando na potência média 1,5. Assim sendo, acréscimos na mesma proporção no comprimento e no grau de inclinação, resultam em incrementos maiores na erosão para a inclinação do que para o comprimento, pela influência da inclinação sobre a velocidade e volume da enxurrada, sendo maior do que a influência da rampa.

Os dados de comprimento de rampa (L) e grau de declividade (S) podem ser extraídos por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE), com a metodologia o modelo interpreta a influência sobre os processos erosivos causados pela concentração e pela velocidade de escoamento superficial. Através do software USLE 2D, desenvolvido na University of Leuven, na Bélgica, também pode ser usado para obter os seus respectivos valores, com o auxílio da ferramenta SIG pode-se constitui uma valiosa adição para estudos de bacias hidrográficas (SOUSA & PAULA, 2019) (SILVA et al, 2010).

A Equação Universal de Perda de Solo - EUPS, como atualmente é utilizada, foi desenvolvida a partir de 1953, quando o Soil and Water Conservation Research Division of the Agricultural Research Service reuniu, na Universidade de Purdue (EUA), dados de escoamento superficial e de perdas de solo de 48 estações experimentais localizadas em 26 Estados dos EUA. Com base nesses dados, incluíram-se inovações importantes que melhoraram a precisão da estimativa de perdas de solo, quais sejam: um índice de erosividade da chuva, um método para avaliação dos efeitos do manejo de uma cultura, um método para quantificar a erodibilidade do solo e um método para determinar os efeitos das interações de variáveis como: produtividade, seqüência de culturas e manejo dos resíduos culturais. (Mendes, 2016)

Mendes (2016) ainda cita a superação das dificuldades concernentes aos fatores de natureza climáticas ou geográficas presentes nas primeiras equações, permitindo a sua aplicação em outras regiões, onde os dados para seu cálculo possam ser obtidos. Mencionando que para condições edafoclimáticas do Nordeste do Brasil são poucos os trabalhos em que se estabelece as perdas de solo a partir da EUPS. Considera, ainda, que a equação é aplicada para erosão devida à energia da chuva e não se aplica ao movimento linear de erosão, ela considera a erosão superficial.

2.4 Práticas para controle da erosão

Ao decorrer sobre as práticas de controle de erosão Yoshioka e Lima (2005), afirmam que os processos erosivos em áreas produtivas podem ser minimizados e/ou controlados com a aplicação de práticas conservacionistas, objetificando fundamentalmente a máxima infiltração e menor escoamento superficial das águas das chuvas. Dentre as quais são agrupadas em vegetativas, edáficas e mecânicas, as práticas de mais fácil adoção e implantação compreendem as de caráter vegetativo e edáfico, sendo menos dispendiosas e conservam o terreno cultivado em condições semelhantes ao seu estado natural, sendo as mais difundidas e privilegiadas. A recomendação à adoção de técnicas mecânicas é feita para terrenos muito susceptíveis à erosão, com o devido auxílio de técnicas vegetativas e edáficas.

Figura 4. Práticas de prevenção à erosão

Práticas utilizadas		
Vegetativas	Edáficas	Mecânicas
Florestamento e reflorestamento	Cultivo de acordo com a capacidade de uso da terra	Preparo do solo e plantio em nível
Plantas de cobertura	Controle do fogo	Distribuição adequada dos caminhos
Cobertura morta	Adubação: verde, química, orgânica	Sulcos e camalhões em pastagens
Rotação de culturas	Calagem	Enleiramento em contorno
Formação e manejo de pastagem		Terraceamento
Cultura em faixa		Subsolagem
Faixa de bordadura		Irrigação e drenagem
Quebra-vento e bosque sombreador		
Cordão vegetativo permanente		
Manejo do mato e alternância de capinas		

Fonte: Silva (2016 p. 55)

Alvarenga et al. (2018) descreve as práticas vegetativas como aquelas que agregam a cobertura do solo com a maior quantidade de biomassa possível e visam proteger o solo contra os efeitos do impacto das gotas de chuva, propiciando um obstáculo ao escoamento de água superficial, tendo benefícios adicionais como: favorecimento da infiltração no perfil do solo, melhora na estabilidade dos agregados do solo, e adição de matéria orgânica do solo. Além disso, aponta que áreas de maior susceptibilidade devem ser mantidas recobertas com vegetação, em áreas com potencial de uso mais intensivo podem usar de culturas anuais consorciadas com pastagens. Outra alternativa considerada é a cobertura com cordões de vegetação permanente, que consistem em fileiras de plantas perenes de crescimento denso, dispostas em contorno, em nível.

Em seu estudo Lima et al., (2020) realizou a avaliação do uso de cobertura morta derivada de espécies oleaginosas não convencionais e perenes (moringa e nim), espécies já difundidas na região semiárida, pois são espécies que se adaptaram muito bem as condições climáticas e características de solo. Neste estudo comprovou-se a eficiência do aporte vegetal na dissipação da energia cinética da chuva e retenção da água do solo proveniente da chuva, assim como a menor desagregação das partículas constituintes do solo. O rápido desenvolvimento dessas oleaginosas em condições de sequeiro indica uma excelente utilização para composição de margens de plantações.

Existe corroboração entre este fator, Castro et al., (2006) no seu estudo considerando a relação rugosidade superficial do solo alterada pelo preparo e ação da chuva expõe a

capacidade da cobertura morta de aprisionar os sedimentos da erosão, tendo ainda impedimento mecânico ao escoamento livre da enxurrada, acrescentando mais um efeito positivo ao incapacitar e/ou impossibilitar a formação de selos e crostas, o que favorece a infiltração de água no solo.

Ao fazer uma observação descritiva sobre as práticas mecânicas ALVARENGA et al. (2018) define como estruturas artificiais para a redução da velocidade de escoamento da água sobre o solo, retardando as fases mais avançadas do processo erosivo. Ao impedir que o escoamento atinja energia suficiente para provocar perdas significativas de solo. Citando as práticas: terraços, canais escoadores, bacias de captação de águas pluviais e barraginhas. Ao citar o sistema plantio direto (SPD) enfatiza a criação de obstáculos á descida da enxurrada, com diminuição da velocidade de arraste e aumento da infiltração da água local, por meio de todas as operações de preparo do terreno serem realizadas em curva de nível.

Bertol et al., (2019) relata que nos últimos anos a ideia de que o sistema plantio direto (SPD) seria uma medida tão eficiente para controle de erosão, sendo por si só, capaz de impedir o escoamento superficial sob qualquer condição. Entretanto esse entendimento é errôneo, pois desincentiva o uso de outras práticas como o terraceamento, plantio em nível e a demais técnicas conservacionistas. Em decorrência a isso, a observação de incremento expressivo do processo erosivo nas diferentes regiões. Ocorre contrariedade de preceitos conservacionistas, visto que, mesmo o SPD sendo eficiente no controle da fase de desagregação do solo pelo efeito do impacto da gota de chuva, é pouco eficiente no controle das fases de transporte e deposição do solo. Assim sendo, o emprego único do SPD como estratégia para controle a erosão hídrica, contraria resultados de pesquisas e assistência técnica, e favorecem o processo erosivo.

Chaves et al, (2012) ao fazer considerações sobre a ordenação e dissipação da energia das águas superficiais no controle de voçorocas, afirma que quando não se é possível desviar ou reter as águas deve-se utilizar técnicas que reduzem sua velocidade ao percorrer a parte interna, e indica o uso de paliçadas e cordões vegetados. Indicações características para plantas que formaram os cordões vegetados: ciclo perene, crescimento rápido, não invasora, sistema radicular extenso, resistente a pragas, doenças e condições adversas do solo e clima, ser capaz de formar barreira densa junto ao solo e de preferência ter potencial para exploração econômica para o produtor.

Ao estudar Erosão Hídrica e perda de carbono orgânico em diferentes tipos de cobertura do solo no Semiárido Santos et al., (2009) observaram em seus resultados a correlação entre feijão cultivado em nível e feijão cultivado em nível com cobertura morta

com a diminuição significativa de sedimento transportado, sendo a parcela com cobertura morta a que mais se aproximou da proteção ao solo em comparação com a cobertura natural do solo (caatinga), o cultivo em nível com barramento de pedras também resultou em uma redução significativa da velocidade de escoamento, em comparativo com a parcela cultivada morro abaixo.

Souza et al., (2015) sinaliza em seu trabalho as diferentes condutas para instalação de pomares de mamoeiro diferenciando entre terrenos planos e com declive, com declives de até 8%, em virtude de favorecer operações contra a erosão como: preparo do solo em nível, o plantio e as operações de controle do mato nas entrelinhas do pomar realizadas em contorno, seguindo as curvas de nível, são adequadamente suficientes para o controle da erosão. Em áreas com declives acima de 8% além das citadas anteriormente recomendasse recorrer a práticas como cordões em contorno vegetados, culturas em faixas, terraços e canais escoadouros, tais técnicas são mais onerosas e aumentam os custos de produção.

Em seu estudo Andrade et al., (2005) descreve as práticas mecânicas de controle de erosão como operações de mecanizadas e/ou manuais para transporte de material, movimentação de terra, alocação de rejeitos e construção de pequenas obras de contenção e depósitos de drenagem. Assim sendo empregadas para controle de voçorocamentos, é propício o estabelecimento de condições mínimas para que se possa implementar também as práticas vegetativas e/ou revegetação, o plantio de espécies adaptadas corrobora com mais práticas edáficas, isto é, condições para incorporação de matéria morta para proteção superficial do solo e desenvolvimento de serrapilheira.

3 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado por meio de uma revisão de literatura, com base em artigos científicos, uso de plataformas como SciELO e o banco de dados do google acadêmico. Na busca dos artigos, foi usado expressões relacionadas ao tema na língua portuguesa e inglesa, a pesquisa priorizou artigos científicos realizados no Brasil, abordando a erosão hídrica, com preferência por pesquisas realizadas na região semiárida brasileira.

Com o objetivo de melhorar a compreensão sobre os artigos científicos analisados, neste tópico foi estruturada 2 tabelas com informações relevantes que permite estabelecer contrastes com os trabalhos de outros autores, e exemplificam particularidades de cada artigo.

As informações quanto as particularidades dos artigos científicos consultados estão apresentadas na tabela 1, quanto aos autores, ano de publicação, periódico e revista.

Tabela 1. Caracterização dos artigos científicos quanto ao autor, ano de publicação, periódicos e revista/deposito.

Autor	Ano/publicação	Periódico	Revista/deposito
RABELO, D. R., & ARAÚJO, J. C.	2019	-	Revista Brasileira de Geomorfologia
LIMA C. A. et al	2020	SciELO	ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
Santos, J. C. N. D. et al.	2017	SciELO	Revista Ciência Agronômica
Xavier, J. P. S. et al.	2020	SciELO	Revista de Geociências do Nordeste
MACÊDO, R. J. A.; SANTOS, J. C.; SURYA, L	2021	-	Revista Brasileira de Geomorfologia
Oliveira, V. et al	2019	-	Revista Brasileira de Geografia Física
Sousa F. R. C. & Paula D. P.	2019	-	Revista Brasileira de Geomorfologia
SILVA, F.G. B. et al	2010	SciELO	-

As informações que compõem a tabela 1 mostra que a seleção dos artigos científicos foi realizada em diferentes plataformas, boa parte dos estudos avaliados são de publicações atuais.

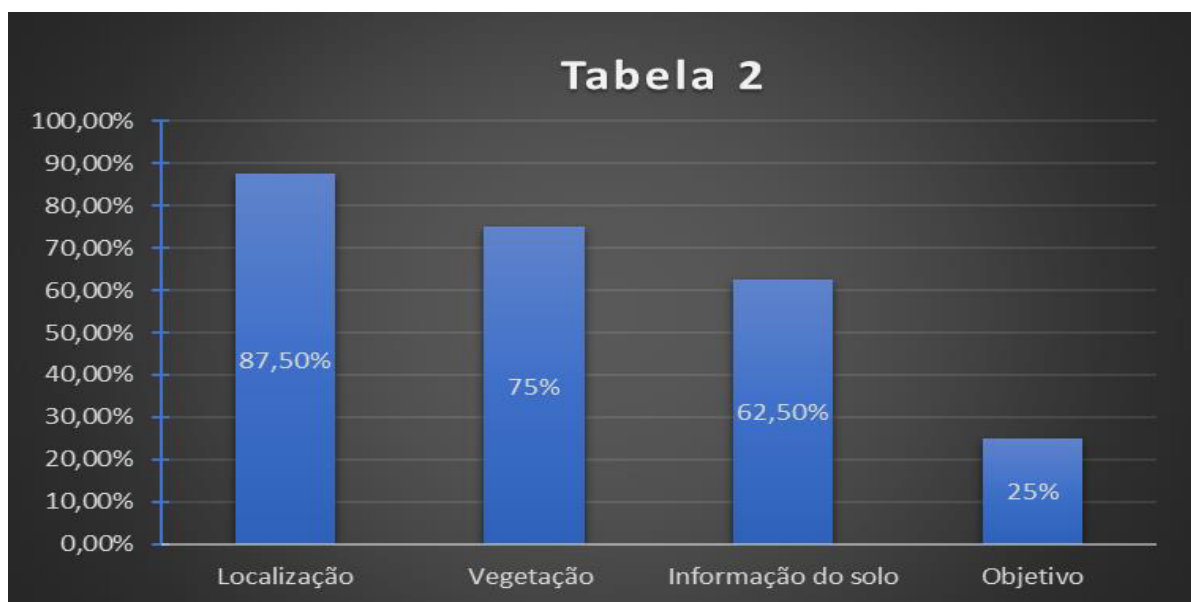
As informações quanto a localização onde foi realizado o estudo, vegetação, classificação/informação do solo e objetivo referentes aos artigos científicos consultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Caracterização quanto ao local onde o estudo foi realizado, vegetação, classificação/informação do solo e objetivo.

Localização do estudo	Vegetação	Classificação/informação do solo	Objetivo
Rio Grande do Norte e a Paraíba (bacia hidrográfica do Rio Seridó)	Caatinga	Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico, Neossolo Flúvico, Planossolo, Luvissolos, Argissolos, Cambissolos e Latossolos	estimar a erosão bruta da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN-PB, 10 mil km ²) afim de entender como se distribui espacialmente a erosão em toda extensão da bacia.
A bacia representativa do Mimoso, localizada no município de Pesqueira (PE), Brasil.	e cobertura morta e espécies de oleaginosas não convencionais perenes (Moringa oleifera Lam. e Azadirachta indica A. Juss.)	O solo da área de estudo foi classificado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 2013), como neossolo regolítico, relativamente raso, com ~0,85 m de profundidade, e de textura franco arenosa. A condutividade hidráulica do solo saturado na camada de 0 a 0,15 m é de ~83 mm h ⁻¹ .	avaliar experimentalmente a importância do uso conjunto de cobertura morta e espécies de oleaginosas não convencionais perenes (Moringa oleifera Lam. e Azadirachta indica A. Juss.) no controle do escoamento superficial e da erosão do solo em parcelas, na condição de chuvas naturais, no semiárido nordestino
semiárido cearense,	floresta tropical	Os solos são relativamente	analisar os efeitos do

Bacia do Alto Jaguaribe, Brasil.	seca nativa-caatinga, grama em crescimento	profundidade (3 metros) com lodo (38,7%) e argila (32,2%) em as camadas superficiais e subsuperficiais. O tipo de argila é um 2:1 montmorilonita, que apresenta rachaduras superficiais profundas em a estação seca e intensifica as inundações durante a estação chuvosa	desmatamento, seguido de queima e cultivo de capim para pastagem, sobre o comportamento hidrológico e sedimentológicos em diferentes escalas espaciais na região semiárida do Brasil.
O município de Belém de São Francisco situado na Mesorregião do São Francisco (PE).	Caatinga	predominam solos jovens (Neossolos Litólicos, Regolíticos e Quartzarênicos) solos salinos (Planossolos) e solos pouco profundos (Luvissolos).	selecionar uma parcela representativa do conjunto ambiental do município de Belém do São Francisco, semiárido pernambucano para detalhar, o papel desempenhado pelos elementos do contexto natural sobre a deflagração de processos erosivos
Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC), sudeste do Piauí.	Caatinga	Não especificado	mapeamento de áreas vulneráveis à erosão a partir do fator topográfico LS extraído da Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) para a área do Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC), sudeste do Piauí.
região do Seridó paraibano, especialmente no	Caatinga	Luvissolo Crômico, Neossolo Litólito Eutrófico, Neossolo	analisar a erosão, a vulnerabilidade e os

município de Juazeirinho		Regolítico Eutrófico e Planossolo Nátrico Órtico	riscos na região do Seridó paraibano, especialmente no município de Juazeirinho.
bacia hidrográfica do Coreau localizada na porção Noroeste do estado do Ceará	Caatinga	Argissolo Vermelho-Amarelo, Gleissolo Sálico Órtico, Latossolo Vermelho-Amarelo, Luvisolo Crômico Órtico, Neossolo Quartzênico, Neossolo Litólico, Planossolo Háptico, Planossolo Hidromórfico, Vertissolo.	estimar as perdas de solos da bacia hidrográfica do rio Coreau através do emprego da Equação Universal de Perda de Solo (USLE).
Fazenda experimental Canchim da Embrapa no município de São Carlos – SP.	Anais, milho, soja, algodão, cana-de-açúcar, cana-de-açúcar forrageira, café, citrus, pastagem, eucalipto e mata/vegetação nativa	Latossolos vermelhos ácidos e distróficos, que também compõem os solos da área: Latossolo Vermelho Eutroférrico, Argissolo vermelho e Neossolo Quartzarênico.	Estimativa de perda de solo utilizando o modelo de cálculo do fator LS, o Software USLE 2D, em conjunto com o IDRISI.



A tabela 2, 87,50% dos estudos foram realizados na zona representativa da região semiárida brasileira, 75% tiveram como referência vegetal local a caatinga, e 62,50% tiveram neossolos analisados em sua área de delimitação experimental de estudo. Houve variações entre os métodos adotados em cada artigo. Quanto ao objetivo, apenas 25% dos trabalhos analisados utilizaram a equação universal de perda de solo, mesmo sendo o cálculo mais difundido em meio aos estudos abrangendo o processo erosivo da chuva. A amostragem de solos apresentados nos estudos é bem representativa para os solos pertencentes a zona semiárida.

As informações quanto ao objetivo dos estudos demonstram a variação das abordagens feitas pelos diferentes autores diante do fenômeno erosivo da chuva e seus respectivos impactos, com ênfase na perda de solo ocasionada e vulnerabilidade local.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos apontam a erosão hídrica como maior causadora de perda de solo em regiões semiáridas brasileiras, visto que fatores naturais contribuem para este quadro (precipitações que ocasionam grande volume de água em um curto período e a caatinga como bioma predominante), existe uma grande quantidade de trabalhos analisando áreas de bacias hidrográficas na região, isso pode ter correlação com o desrespeito à áreas de preservação permanente (APP) das encostas, ocorrendo assim exposição da área, faz-se necessário trabalhos que avaliem a erosão hídrica para além das áreas de bacias hidrográficas de rios.

Os estudos que abordavam aporte de material vegetal, vivo ou morto, demonstraram que existe uma correlação positiva sobre a dissipação da energia cinética da chuva e retenção da água do solo proveniente da chuva, assim como a menor desagregação das partículas constituintes do solo.

A equação universal de perda de solo ainda não é amplamente utilizada em estudos de modelagem e estimativa de perda de solo na região, e que cada vez mais faz-se necessária para auxiliar na análise e visualização de dados e modelagem de fenômenos erosivos.

Ainda há muitas questões a serem respondidas, principalmente na compreensão da erosão laminar na região semiárida, a escassez de trabalhos pode evidenciar a carência de relevância da ação desse fenômeno ou falta de incentivo financeiro para seu estudo, visto que países mais desenvolvidos já se sobressaem. Por meio dessa revisão bibliográfica foi possível comprovar a importância da prática de ações conservacionistas ao se realizar o uso do solo, pois o preparo intensivo do solo realizado pela ação antrópica convencional de se fazer agricultura favorece o impacto da chuva e seu potencial erosivo na região, envolvendo perda da coesão do solo, perda de cobertura, perda da capacidade infiltrante e fértil do mesmo.

A maior parte dos estudos realizados têm foco na região semiárida brasileira e atribuem relevância a chuva como agente principal para os problemas de perda de solo, em especial para estudos em bacias hidrográficas, visto que a água é um recurso precioso na região devido aos períodos de seca.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao decorrer do presente trabalho foi possível uma análise crítica referente aos artigos científicos que abordavam a erosão hídrica em diferentes partes da região semiárida do país. A apuração e avaliação dos estudos permitiu a compreensão dos impactos causados por ações antrópicas, fragilizam a capacidade natural do solo de resistir ao efeito erosivo, além de possibilitar a ação acelerada da erosão, repercutindo em necessidade de reposição de fertilidade e perda da capacidade de manutenção hídrica do solo.

A amostragem dos estudos analisados expõe a preocupação com as áreas de bacia na região, visto que o transporte massivo de sedimentos ocasionado por áreas desprotegidas irá comprometer a qualidade da água disponível.

Após analisar os artigos, observa-se que os Neossolos têm ampla participação nas amostragens presentes, sinalizando que pode se tratar de uma classe prioritária aos danos ocasionados por meio da erosão hídrica.

A respeito dos métodos analíticos empregados nos trabalhos a equação universal de perda de solo poderia ser mais utilizada, visto que é de relativo fácil resolução e interage bem com software de geração de mapas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. J. Fator cobertura e manejo da equação universal de perda de solo para soja e trigo em um cambissolo húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de manejo. 2006.
- ANDRADE, Aluísio Granato; PORTOCARRERO, Hugo; CAPECHE, Claudio Lucas. Práticas mecânicas e vegetativas para controle de voçorocas. **Embrapa Solos. Comunicado Técnico**, 2005.
- ARAÚJO, Ingredy Nataly Fernandes et al. Influência da declividade na erosão e degradação ambiental do Médio Piranhas Potiguar. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**.
- ARAUJO FILHO, J. C. et al. Ambientes e solos do semiárido: potencialidades, limitações e aspectos socioeconômicos. 2019.
- ALVARENGA, Ramon Costa et al. Manejo do solo com foco em sistemas integrados de produção. 2018.
- BALDASSARINI, J. S.; NUNES, J.O. R. Estimação da perda de solo por processos erosivos em parcelas de monitoramento utilizando pinos de erosão em propriedades rurais do interior do Estado de São Paulo. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 38, 2018.
- BERTOL, O. J. et al. Manejo e conservação do solo e da água. ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NAS ESCOLAS DO PARANÁ, p. 197, 2019. Disponível em: < <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/manejo-e-conservacao-do-solo-e-da-agua.pdf>>. Acesso em 18 mai 2023
- BORGES NETO, I. O. et al. Processos hidro-erosivos em distintas classes de solo sob diferentes tipos de uso em zona semiárida. 2021.
- BRASILEIRO, Robson S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**, v. 5, n. 5, 2009.
- BORRELLI, Pasquale et al. Soil erosion modelling: A global review and statistical analysis. **Science of the total environment**, v. 780, p. 146494, 2021.
- CASTRO, L. G.; et al. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.339-352, 2006.
- CHAVES, T. de A. et al. Recuperação de áreas degradadas por erosão no meio rural. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/950896/recuperacao-de-areas-degradadas-por-erosao-no-meio-rural>. Acesso em: 7 mar 2022.

FONSECA, J. A. **EROSÃO HÍDRICA**. a Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva. 2014. Disponível em: < http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/UTqAdnnoNnMbldB_2014-4-16-16-3-19.pdf>.

FAO, ITPS. Food and Agricultural Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy. **Status of the World's Soil Resources (SWSR)–Main Report**, 2015.

HERNANI, L. C. et al. C.; CASTRO FILHO, C.; LANDERS, JN A erosão e seu impacto. **Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro, Brasil: Embrapa Solos**, 2002.

LIMA, C. A. de et al. Characteristics of rainfall and erosion under natural conditions of land use in semiarid regions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1222-1229, 2013.

LIMA, Cleene Agostinho de et al. Uso de coberturas alternativas do solo para o controle das perdas de solo em regiões semiáridas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, p. 531-542, 2020.

MACÊDO, R. J. A.; SANTOS, J. C.; SURYA, L. Modelagem da erosão hídrica potencial no Parque Nacional Serra da Capivara, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n. 4, p. 794, 2021.

MARQUES, J. J. G. S. et al. Índices de erosividade da chuva, perdas de solo e fator erodibilidade para dois solos da região dos cerrados-primeira aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 427-434, 1997.

MELO, R. F. et al. Uso e manejo do solo. **Capítulo em livro técnico (CPATSA)**, cap. 12, p. 395-444, 2019.

MENDES, G. S. **Vulnerabilidade erosiva de solos e socioeconomia no semiárido pernambucano**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

OLIVEIRA, A. V. L. C. de. Análise da fragilidade ambiental de paisagens semiáridas do Rio Grande do Norte, Brasil. 2020.

OLIVEIRA, E. M. et al. Estudo da erosão no Seridó paraibano como indicador do processo de desertificação: Juazeirinho, Paraíba (Study of erosion in Seridó paraibano as an indicator of desertification: Juazeirinho, Paraíba). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 3, p. 876-894, 2019.

RABELO, D. R.; ARAÚJO, J. C. Estimativa e mapeamento da erosão bruta na bacia hidrográfica do rio seridó, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 2, 2019.

RAMALHO, M. F. J. L.; GUERRA, A. J. T. O risco climático da seca no semiárido brasileiro. **Territorium**, n. 25, p. 61-74, 2018.

SANTOS, J. C. N. et al, Land use impact on soil erosion at different scales in the Brazilian semi-arid1. **Revista Ciência Agronômica** 48 (2017): 251-260.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; PEDROSA, M. E. R. Características hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semi-árido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.217–225, 2009.

SILVA, A. R. Manejo e conservação do solo. 2016.

SILVA, F.G. B. et al. Previsão da perda de solo na Fazenda Canchim-SP (EMBRAPA) utilizando geoprocessamento e o USLE 2D. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, p. 141-148, 2010.

SILVA, C.V.T. et al. Temporal dynamics of soil susceptibility to erosion in semiarid watersheds. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 43, 2021.

SILVA, M. L. O. et al. Áreas degradadas no Semiárido: Causas, situação e alternativas de recuperação. **Ciências Rurais em Foco Volume 3**, p. 22, 2021.

DA SILVA, Maria Sonia Lopes. **Estudos da erosão**. EMBRAPA-CPATSA, 1995.

SILVA, P. C. G. et al. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos.2010.

SOUSA, F. R. C.; PAULA, D. P. Análise de perda do solo por erosão na bacia hidrográfica do Rio Coreaú (Ceará-Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 3, 2019.

SOUZA, A. M. de et al. Modelagem da erosão hídrica do Estado do Ceará, Brasil. 2022.

SOUZA L. D.; SOUZA L. S.; OLIVEIRA A. M. G. Manejo e Conservação do Solo para o Cultivo do Mamoeiro nos Tabuleiros Costeiros. Cruz das Almas, BA Fevereiro, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121584/1/CircularTecnica-110-Manejo-e-Conservacao.pdf>>. Acesso em: 15 mar 2023.

TEIXEIRA, W. G. et al. Processos erosivos na Base Geólogo Pedro de Moura-Coari-AM: a presença de "demoisseles" e a relação com a intensidade e erosividade das chuvas e erodibilidade do solo.

YOSHIOKA, Maria Harumi; LIMA, M. R. Erosão eólica e hídrica do solo. Experimentoteca de Solos, Projeto Solo na Escola, 2005.

XAVIER, J. P. S. et al. Erosões lineares no semiárido pernambucano: avaliação de uma parcela erosiva em microescala na depressão São Franciscana. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 6, n. 2, p. 106-111, 2020.