



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 10, nº 1 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n1ID34990>



Morfodinâmica e risco de erosão no alto curso do Rio Curimataú (PB): uma análise a partir de técnicas de monitoramento da perda de solo

Morphodynamics and erosion risk in the upper course of the Curimataú River (PB): an analysis based on soil loss monitoring techniques

Ana Célia Fidelis dos Santos¹; Saulo Roberto de Oliveira Vital²; Helen Niedja Ferreira dos Santos³; Caio Lima dos Santos⁴; Antônio José Teixeira Guerra⁵

¹ Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Caicó/PB, Brasil. Email: celia6972@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1308-9160>

² Docente da Universidade Federal da Paraíba e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Natureza/Departamento de Geociências, João Pessoa/Paraíba, Brasil. Email: srovital@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2028-0033>

³ Discente da Universidade Federal do Maranhão e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, São Luís/Maranhão, Brasil. Email: niedjahelen1@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0108-1178>

⁴ Docente da Secretaria da Educação do Estado da Paraíba, João Pessoa/PB, Brasil. Email: caiolimageo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6522-2603>

⁵ Docente da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ, Departamento de Geografia, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. Email: antoniotguerra@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2562-316X>

Resumo: O trabalho objetivou estimar os dados de perda de solo no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú, estado da Paraíba, utilizando as estações experimentais com pinos erosivos. Essas estações consistem na medição da perda de solo a partir do rebaixamento do solo em relação a exposição do pino da superfície. Foram instaladas 2 estações de monitoramento em sub-bacias amostrais da bacia em estudo com características geoambientais semelhantes. A estação 01 apresentou o uso e cobertura da terra de áreas descobertas com uso de atividades agrícolas, já a estação 02 apresentou o uso e cobertura de savana estépica arborizada em estágio inicial de recuperação. Após 1 ano de monitoramento foi possível analisar que a estação que mais obteve perda de solo foi a estação 1, apresentando 1,6 t/ha/ano, enquanto a estação 02 totalizou 1,1 t/ha/ano. Dessa maneira, diante de cenários geoambientais semelhantes entre as duas sub-bacias, a maior suscetibilidade a perda de solo ocorreu na estação 01, que apresentou sua cobertura caracterizada como solo desnudo e práticas agrícolas, esse tipo de uso e cobertura da terra na bacia representa 905 Km² de uma área total de 2.021 Km², levantando um cenário preocupante na degradação de solos para a bacia do Rio Curimataú.

Palavras-chave: Perda de solo; Rio Curimataú; Estação.

Abstract: The work aimed to estimate soil loss data in the upper reaches of the Curimataú River Basin using experimental stations with erosion pins. These stations consist of measuring soil loss from soil lowering, in relation to the exposure of the surface pin. 2 monitoring stations were installed in sample sub-basins of the basin under study with similar geoenvironmental characteristics. Station 01 presented the use and land cover of areas uncovered by agricultural activities, while station 02 presented the use and cover of wooded steppe savannah in the initial stage of recovery. After one year of monitoring, it was possible to analyze that the station that had the most soil loss was station 1, presenting 1.6 t/ha/year, while station 02 totaled 1.1 t/ha/year. Therefore, given the same geoenvironmental scenarios between the two sub-basins, the greatest susceptibility to soil loss occurred in station 01, which presented its cover characterized as bare soil and agricultural practices, this type of land use and cover in the basin represents 905 km² of a total area of 2,021 km², raising a worrying scenario in soil degradation for the Curimataú River basin.

Keywords: Soil loss; Curimataú River; Experimental station.

Recebido: 20/12/2023; Aceito: 11/01/2024; Publicado: 12/03/2024.

1. Introdução

A erosão hídrica é um agente geomorfológico bastante atuante no semiárido, como apontam Xavier (2020), Medeiros (2021), Xavier (2021), Silva et al. (2021) e Silva (2023). A suscetibilidade à erosão no semiárido possui caráter natural em diversos cenários, como aponta Santos e Santos (2021). Os “gatilhos”, como denominam Girão e Santos (2020), que corresponde a baixa intensidade de chuvas e sua concentração em determinados meses do ano, os solos suscetíveis, o desmatamento da vegetação da caatinga a partir das práticas de uso da terra de maneira incorreta resultam no favorecimento da ocorrência da erosão nesse ambiente. Desse modo, o semiárido também demonstra uma vulnerabilidade a perda de solo, conforme dissertam Souza, Souza e Sousa (2021), Sousa e Paula (2019), Sobrinho e Barbosa (2022) e Queiroz (2022).

A perda de solo por erosão hídrica no semiárido do Nordeste, a partir de comparações entre parcelas experimentais de uso da terra, tem ganhado preocupação no cenário ambiental, acarretando diversas degradações ambientais como consequência diminuição da fertilidade do solo. No Brasil, diversos trabalhos têm encontrado consideráveis valores de perda de solo, sendo mais intensos em solos agrícolas mal manejados (Cantalice et al., 2016; Baldassarini e Nunes, 2019; Rabelo e Araújo, 2019).

A perda de solo causada por erosão hídrica em ambientes semiáridos do Nordeste Brasileiro vem sendo aferida a partir de estudos como os de Dornellas (2017, 2021). Já o monitoramento do rebaixamento do solo a partir de pinos erosivos é uma técnica pouco usada atualmente para estimativa de perda de solo. A maioria dos pesquisadores preferem utilizar modelos matemáticos e de ambiente SIG para a produção de estimativas de perda de solo, no entanto, em relação ao monitoramento empírico de perda de solo em erosões lineares, no Brasil foram apresentadas as metodologias em Guerra (1995), Baccaro (1999) e, a partir do século XXI, um dos principais trabalhos publicados foi o de Guerra (2005), apresentando o monitoramento de voçorocas por meio do método das estacas e o monitoramento de erosão laminar com o método dos pinos de erosão. Guerra e Cunha (1995) apresentaram essa técnica a partir de seus estudos sobre erosão, Antoneli (2004) utilizou a técnica de rebaixamento do solo medido por pinos de erosão em seu estudo e obteve resultados promissores, nos estudos de Baldassarini e Nunes (2019) a técnica também foi aplicada e obteve resultados positivos. Desse modo, essa metodologia foi utilizada na presente pesquisa a fim de estimar a partir de experimento em campo a perda de solo em toneladas por hectare em parcelas experimentais.

As estações foram utilizadas nos estudos de Baldassarini e Nunes (2018) e consistem em uma adaptação das estações de observação de processos morfodinâmicos pluviais apresentadas por Cassetti (1991), com o monitoramento dos pinos de erosão ao invés dos coletores de água e solo. Esse tipo de técnica permite estender os períodos de leitura e visitação das estações. Esse aspecto foi importante para a decisão da utilização da técnica pois, além de possibilitar esse intervalo de visitas às estações, também são de baixo custo e resistentes a diferentes cenários socioambientais, devido sua baixa manutenção, podendo então serem instaladas no semiárido.

Os registros permitem identificar a erosão do solo por meio da exposição dos pinos, bem como as deposições quando estes são cobertos, indicando a variação espacial da erosão ou deposição ao longo das parcelas. Esse tipo de medição auxilia na identificação dos tipos de erosão, linear e laminar, além da perda em tonelada por hectare (Cunha e Guerra, 2002; Guerra, 2005; Lawler, 1978; Hatum, 2009).

Alguns autores vêm utilizando a Equação Universal de Perda dos Solos para realizar esse tipo de medição no semiárido, tendo em vista que ela utiliza fatores de erodibilidade e erosividade baseados em arquivos de ambiente SIG, apresentando bons resultados de estimativas. Todavia, a compreensão da dinâmica física da área é de extrema importância para observação dos processos que são visualizados na paisagem. Desse modo, optou-se por instalar essas estações com o intuito de extrair dados mais exatos. Há carência de estudos com estações experimentais em áreas do semiárido do paraibano, e, especificamente na Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú (BHRC), estudos dessa natureza eram inexistentes. Sendo assim, a presente pesquisa pode contribuir para políticas ambientais de preservação frente às degradações que os diferentes usos da terra podem gerar no ambiente.

Optou-se por escolher dois locais para instalação das estações experimentais em propriedades localizadas na zona rural, cada uma dentro de uma sub-bacia. Estudos como os de Xavier (2021) utilizam micro ou sub-bacias para analisar dinâmicas e conectividades na produção de sedimentos relacionados a perda de solo. Santos (2010), em estudos sobre erosão no semiárido do Rio Grande do Norte, também utilizou a delimitação de sub-bacias para análise de perda de solo e suscetibilidade erosiva. Santos (2012), em estudos sobre a erosão em municípios do interior do Ceará, também utilizou sub-bacias para instalar parcelas experimentais para quantificar a perda de solo na área. Desse modo, a presente pesquisa escolheu duas sub-bacias para instalar as estações experimentais de perda de solo por pino erosivo no alto curso da BHRC.

2. Metodologia

As sub-bacias onde as estações experimentais foram instaladas são as sub-bacias Lagoa de Onça e a sub-bacia Filgueiras, ambas localizadas no município de Cacimba de Dentro - PB. As características naturais das duas estão agrupadas na tabela 1. Ambas apresentam como tipo de rocha mais presente o granito, que segundo a classificação de CPRM (2016), estão no grupo das rochas ígneas/metamórficas.

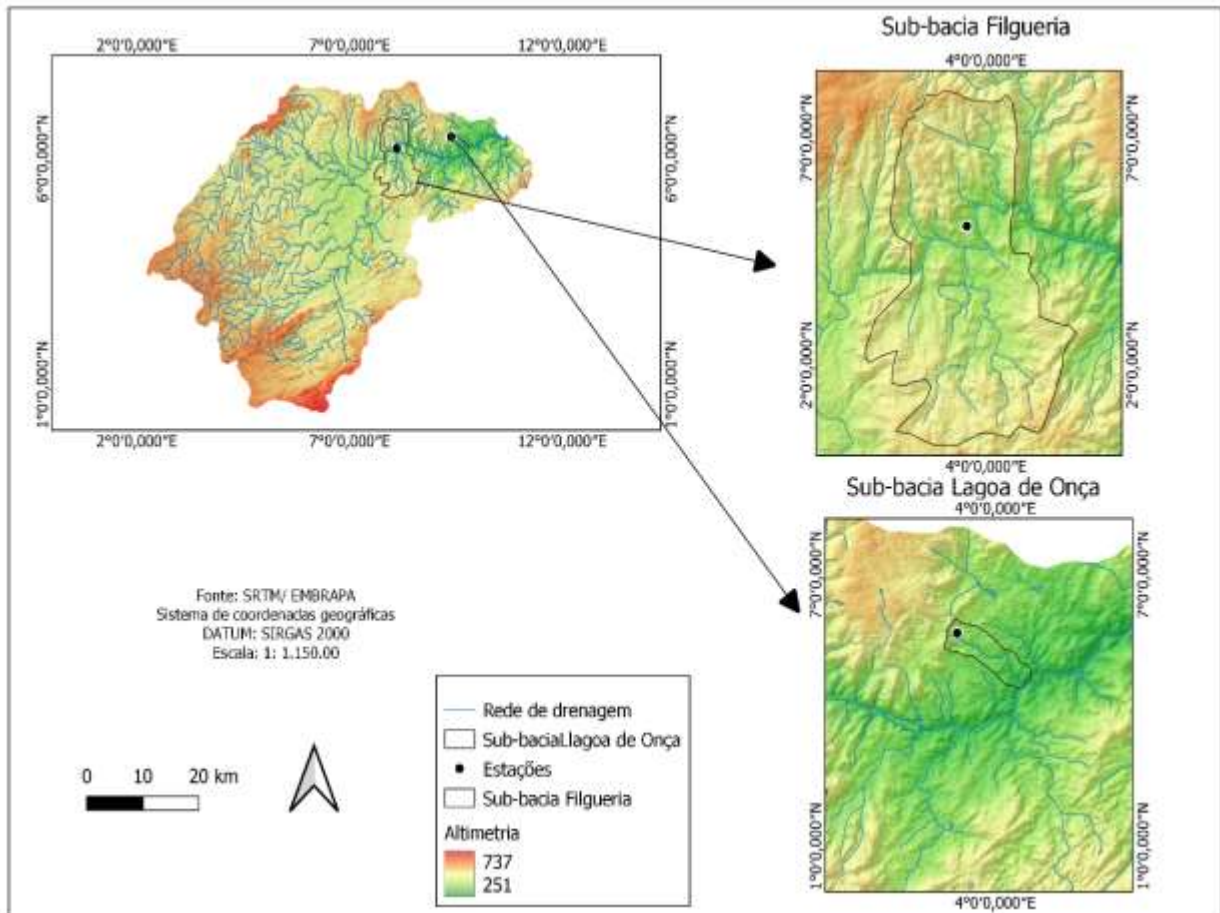


Figura 1 – Mapa de localização das sub-bacias.

Fonte: Dados da pesquisa, (2023).

Para estimar a perda de solo em pontos específicos, foram instaladas duas estações experimentais de perda do solo, contendo pinos erosivos, situadas em uma sub-bacia do alto curso da BHRC. A escolha de sub-bacias para análise de uma realidade amostral está presente em estudos como os de Xavier (2021). Essas estações se adequaram a realidade da pesquisa devido ao baixo custo e facilidade de manutenção.

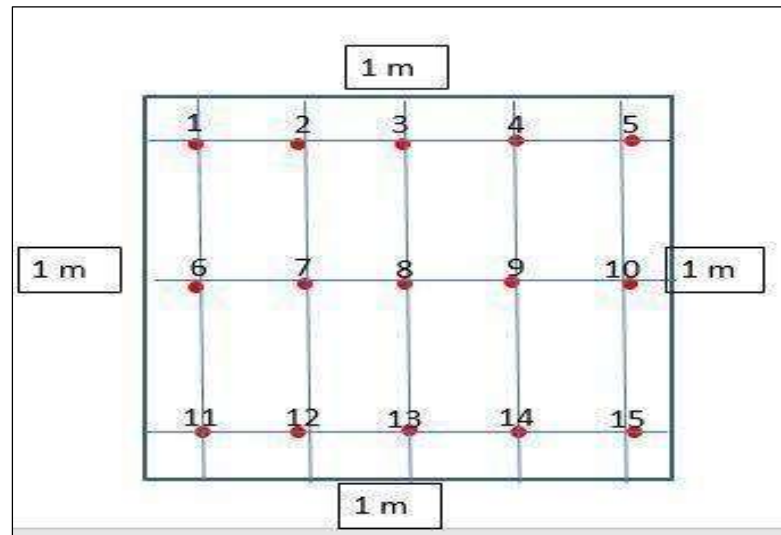


Figura 2 – Distribuição dos pinos nas estações.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

As parcelas experimentais consistem em uma adaptação das estações de observação de processos morfodinâmicos pluviais de Casseti (1983), que também estão presentes nos estudos de Baldassarini e Nunes (2018). O monitoramento consiste em medir a exposição dos pinos em relação ao solo em intervalos consideráveis de tempo, para a identificação da taxa de rebaixamento entre o pino e o solo. Foram ao todo 15 pinos em cada estação, distribuídos conforme mostra a figura 2. Os pinos foram confeccionados utilizando a madeira como material primário; foram realizadas as medições e cortadas no tamanho correspondente a 30 centímetros cada pino, de modo que apenas 10 centímetros ficam expostos acima do nível do solo. Em cada pino foi realizada a marcação dos centímetros e milímetros, para auxiliar na medição do rebaixamento do solo. É válido ressaltar que após o término do monitoramento anual, os pinos começaram a apresentar danificações ocasionadas pela exposição ao sol e chuva. Desse modo, é aconselhável que para um maior período útil, os pinos sejam confeccionados utilizando com vergalhões de ferro.

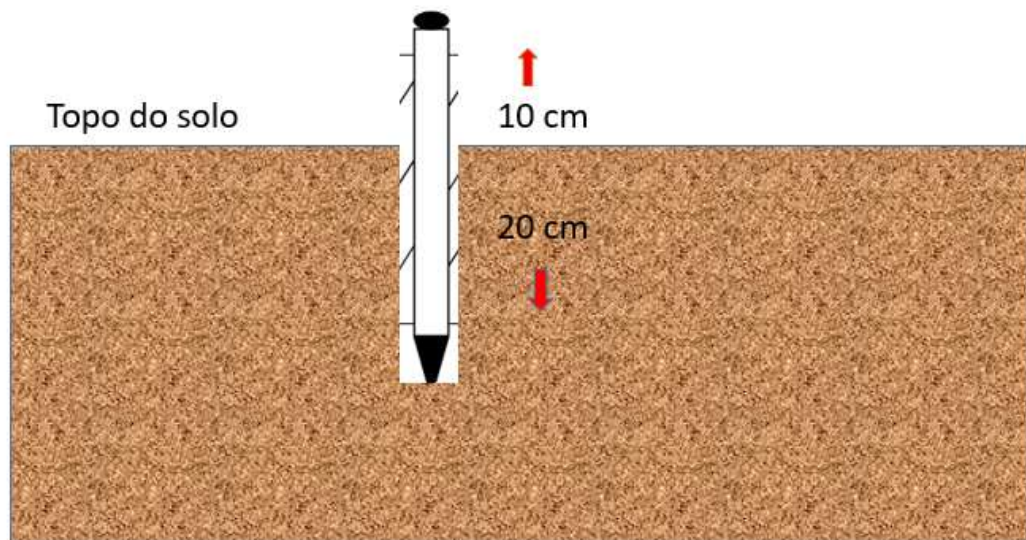


Figura 3 – Pino erosivo em perfil.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Foram alocadas duas estações no decorrer da bacia, escolhidas pela sua declividade semelhante e cobertura vegetal. A número 01 foi instalada em uma área utilizada para agricultura, a estação número 02 foi instalada em uma área de caatinga arbustiva. Ambas foram cercadas para evitar que houvesse algum dano causado por animais ou pessoas.



*Figura 4 – Pinos em processo de instalação na estação 01.
Fonte: Dados da pesquisa (2022).*



*Figura 5 – Estação 01 após instalação.
Fonte: Ana Célia, (2022).*

Foram colhidos dados no período de fevereiro de 2022 até fevereiro de 2023, para poder mensurar a perda de solo em um ciclo sazonal. A determinação da perda de solo foi dada pela mudança da superfície do solo (Bertoni; e Lombardi Neto, 2014), baseando-se na seguinte expressão:

$$P = h * A * Ds.$$

Em que:

P = Perda de solo (t/ha)

h = média de alteração de nível da superfície do solo

A = área da parcela (m²)

Ds = densidade do solo (t/m³)

Além disso, foram colhidos os dados pluviométricos mensais da bacia hidrográfica, disponibilizados pela Agência executiva de Gestão das Águas do estado da Paraíba (AESAs), com o intuito de comparar os volumes de precipitação e a taxa de rebaixamento mensal, identificando os períodos com maiores índices de chuvas e sua correlação com os processos erosivos. Para estimar a densidade do solo, foi colhida uma amostra do solo Neossolo Litólico indeformada para análise em laboratório.

3. Resultados e discussão

3.1 Aspectos geoambientais dos locais de instalação das estações

Os aspectos geoambientais dos locais onde as estações foram colocadas serão abordados brevemente, apenas para caracterizar o cenário como mostra a tabela 1. Desse modo, Baldassarani e Nunes (2018) discorrem que é importante que as estações sejam instaladas em declividades iguais ou semelhantes para que, assim, a velocidade de arraste dos sedimentos proporcionada pela declividade também se assemelhe. Vale ressaltar que o comprimento da rampa da vertente da estação 01 é maior do que da estação 02, mas as duas foram instaladas em uma declividade que, segundo a Embrapa (2018), é de 20% a 45%.

Tabela 01 – Características geoambientais dos locais onde as estações foram instaladas.

	Geologia	Declividade	Solo	Uso e cobertura da terra
Estação 01	Litotipo: Granito e Biotita, Quartzo são os principais. Rochas ígneas metamórficas.	20% a 45%. Vertente convexa de um vale.	Neossolo Litólico	Agricultura temporária + áreas descobertas + Savana Estépica Arborizada.
Estação 02	Litotipo: Granito e Biotita, Quartzo são os principais. Rochas ígneas metamórficas.	20% a 45%. Vertente convexa de um vale.	Neossolo Litólico	Savana Estépica Arborizada em recuperação de uma área destinada a agricultura.

Fonte: Adaptado da CPRM (2016) e EMBRAPA (2018).

No contexto hidrográfico da área, a sub-bacia Lagoa de Onça engloba um afluente de 1° ordem que deságua diretamente no rio principal, o rio Curimataú. A sub-bacia Filgueiras já abrange diretamente o rio principal, bem próximo à estação 02, instalada na rede de drenagem da sub-bacia. Ela também apresenta afluentes de 1° e 2° ordem. A estação 01 está instalada a cerca de 300 metros do afluente da sub-bacia e a estação 02 está instalada a cerca de 500 metros do Rio Curimataú.

O solo predominante nas duas sub-bacias é Neossolo Litólico, conforme Embrapa (2018) (figura 6).

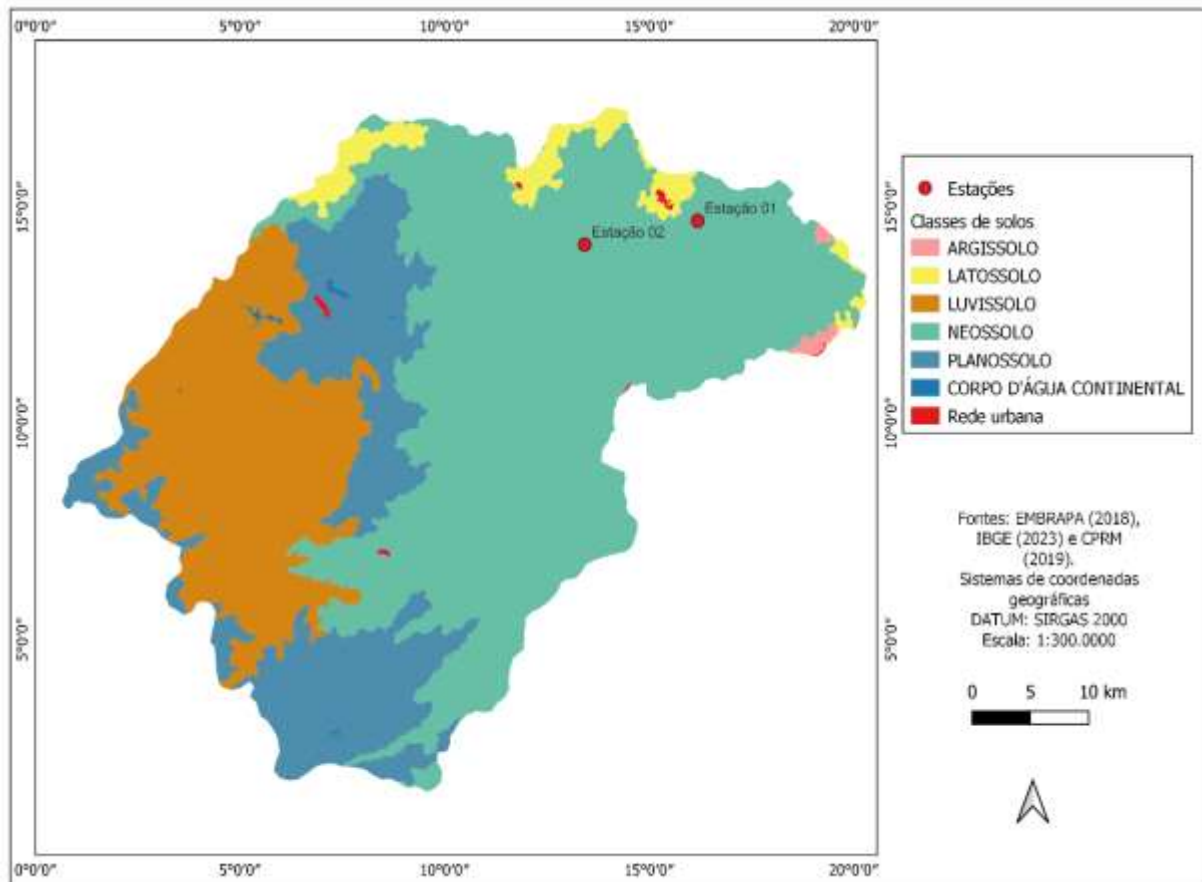


Figura 6 – Mapa de solos com localização das estações.

Fonte: IBGE (2018). Os Neossolos predominantes na área de estudo são os Litólicos.

Este tipo de solo está presente em grande parte da bacia hidrográfica. Segundo a Embrapa (2018), os Neossolos são constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B e até horizonte A, cujo material pedogenético encontra-se diretamente sobre a rocha matriz. Os Neossolos litólicos segundo Santos e Santos (2021) enquadram-se como solos de muito alta susceptibilidade à erosão. Visto que, em seu conjunto, apresentam baixa profundidade, possui alta pedregosidade e contato direto com a rocha matriz em muitos casos, ocorre em relevo acidentado, esses fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão.

O estudo teve o objetivo de comparar duas áreas, a primeira possuindo solo exposto, submetida a ciclos de agricultura temporária e, localmente, como setores com savana estépica em estágio inicial de recuperação. O uso e cobertura da terra nas proximidades da estação 01 é constituído por tipos de agricultura temporária, com plantio de milho e feijão (figura 7). No período de instalação da estação, essas culturas encontravam-se ausentes, com a presença de um solo totalmente exposto. O uso da terra na segunda estação é a savana estépica arborizada em processo inicial de crescimento, ou seja, e também constitui uma área que era usada para agricultura temporária. Entretanto, no ano da implantação da estação, ela deixou de ser usada para a agricultura, permitindo o início do processo de regeneração da vegetação.

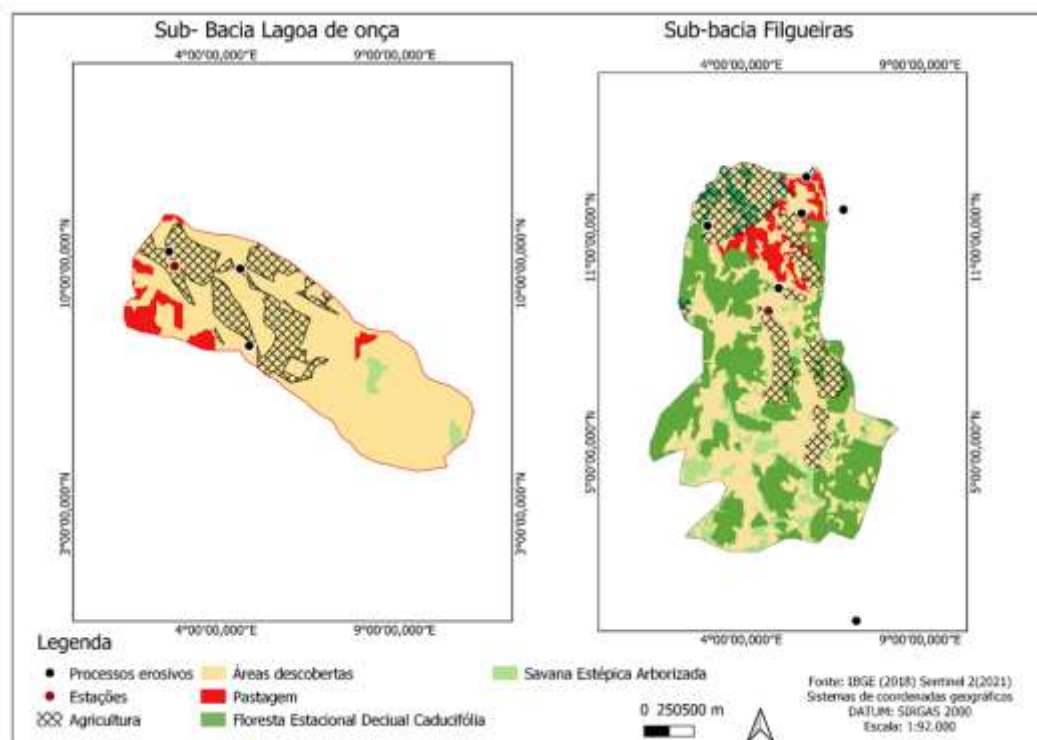


Figura 7 – Mapa de uso e cobertura da terra nas sub-bacias.

Fonte: Dados da pesquisa, (2023).

3.2 Resultados do monitoramento de perda de solo

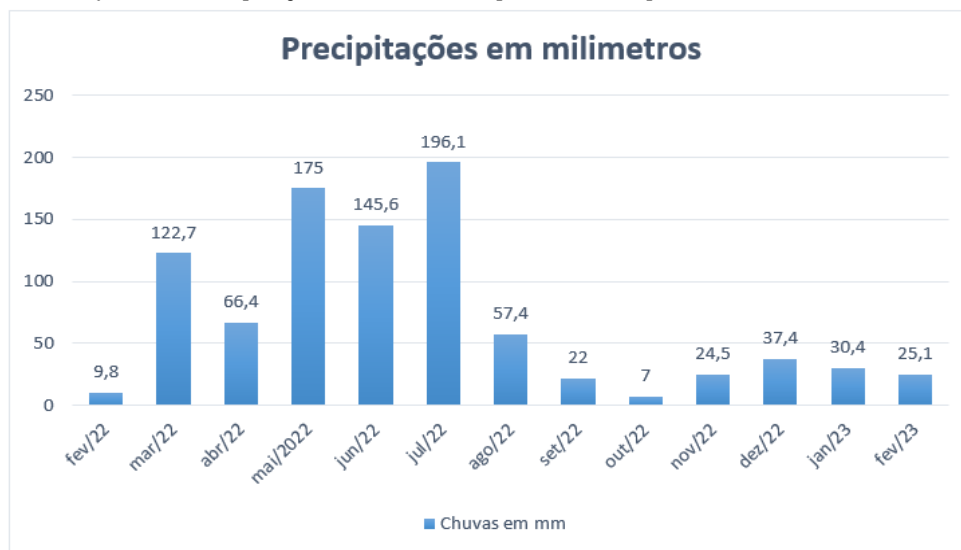
O Regime de chuvas no período do monitoramento apresentou os seguintes volumes pluviométricos em milímetros medidos pela AESA (Tabela 02). A área apresenta uma dinâmica pluvial típica de semiárido, onde as chuvas se concentram nos meses de março a julho e o período de estiagem de agosto a fevereiro. O gráfico apresenta as médias mensais no município de Cacimba de Dentro, onde as estações estão instaladas.

Tabela 02 – Médias mensais do ano em monitoramento

Ano	Mês	Volume pluviométrico mensal
2022	Fevereiro	9,8 mm
2022	Março	122,7 mm
2022	Abril	66,4 mm
2022	Mai	175 mm
2022	Junho	145,6 mm
2022	Julho	196,1 mm
2022	Agosto	57,4 mm
2022	Setembro	22,0 mm
2022	Outubro	7,0 mm
2022	Novembro	24,5 mm
2022	Dezembro	37,4 mm
2023	Janeiro	30,4 mm
2023	Fevereiro	25,1 mm

Fonte: AESA (2023).

Gráfico 1 – Precipitações em milímetros para o município de Cacimba de Dentro.



Fonte: AESA (2023).

O monitoramento foi realizado em um ano considerado bastante chuvoso, de modo que, em julho, o município de Cacimba de Dentro, onde as duas estações estão localizadas, registrou cerca de 169 mm mensal. Esse regime intenso de chuvas resulta em um aumento da erosividade na área, tendo em vista que a intensidade em relação ao tempo dos eventos pluviométricos foi bastante considerável.

Os dados de rebaixamento do solo colhidos nas visitas mensais a cada estação estão expressos na tabela 03 e 04, de modo que foram calculados o rebaixamento mensal de cada pino da estação, de maneira que, no final, foi estimado o valor anual de cada pino, e assim, obteve-se uma média de perda total anual de cada estação. Para cada valor ganho, em forma de deposição no pino, foi atribuído o sinal de mais (+), e para cada milímetro rebaixado foi destinado o sinal de (-).

Tabela 03 – Dados de rebaixamento do solo para a estação 01, sub-bacia Lagoa de Onça.

Mês	Fev 2022	Mar 2022	Abr 2022	Mai 2022	Jun 2022	Jul 2022	Ago 2022	Set 2022	Out 2022	Nov 2022	Dez 2022	Jan 2023	Fev 2023	Média do pino
Pino														
P1	0	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	0	-0,1	-0,1	0	-0,1	0	0	0	-1,3
P2	0	-0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	0	-0,1	0	0	0	-0,1	-1,4
P3	-0,1	0	0	-0,2	-0,2	-0,4	-0,2	-0,1	0	0	0	0	0	-1,2
P4	0	-0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,5	0	-0,1	0	-0,1	0	0	0	-1,5
P5	-0,1	0	0	-0,4	-0,3	-0,2	-0,5	-0,3	0,2	0	0	0	-0,1	-2,1
P6	0	-0,1	0	-0,4	-0,5	+0,5	-0,2	0	0	-0,1	0	0	0	-1,9
P7	0	0	0	-0,5	-0,1	0,3	+0,3	+0,2	0	0	0	0	0	-1,3
P8	0	0	+1,0	-1,3	-0,5	-0,2	0	0	0	-0,1	0	0	0	-1,1
P9	0	-0,1	-0,2	-0,2	0	-0,4	-0,1	0	0	-0,1	0	0	0	-1,1
P10	-0,1	0	0	-0,4	-0,5	+0,2	+0,2	0	0	+0,5	0	0	-0,1	-0,2
P11	0	0	+1,0	-1,5	-0,5	-0,1	0	+0,1	0	-0,2	0	0	0	-1,2
P12	0	-0,1	-0,1	-0,4	0	-0,1	0	+0,2	0	+0,2	0	0	-0,1	-0,4
P13	0	-0,1	+0,1	-0,3	-0,2	-0,5	0,5	0,2	0	-0,1	0	0	0	-1,8
P14	0	-0,1	0	-0,3	-0,4	-0,2	-0,2	-0,1	0	-0,2	0	0	0	-1,5
P15	-0,1	-0,1	-0,3	0	-0,3	-0,1	+0,1	0	0	+0,2	0	+0,1	-0,2	-0,5
														Total: -1,2 cm

Fonte: Dados da pesquisa, (2022/2023).

Tabela 04 – Dados de rebaixamento do solo para a estação 02, sub-bacia Filgueira

Mês	Fev 2022	Mar 2022	Abri 2022	Mai 2022	Jun 2022	Jul 2022	Ago 2022	Set 2022	Out 2022	Nov 2022	Dez 2022	Jan 2023	Fev 2023	Média do pino
Pino														
P1	0	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	0	-0,1	0	-0,1	0	0	0	-0,1	-1,4 cm
P2	0	-0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,1	-1,4 cm
P3	-0,1	0	0	-0,2	-0,2	-0,4	-0,2	-0,1	0	0	0	+1,5	0	-0,3 cm
P4	0	-0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,5	0	-0,1	+0,2	0	-0,1	+1,0	0	-0,5 cm
P5	-0,1	-0,1	0	-0,4	-0,3	-0,2	+1,0	+0,3	0	0	0	-0,8	0	-0,4 cm
P6	0	-0,1	0	-0,4	-1,5	+0,5	+0,5	-0,2	+0,2	0	0	-0,1	-0,1	-1,3 cm
P7	0	0	0	-0,5	-1,0	-0,3	+0,3	+0,5	0	0	0	-0,1	0	-0,6 cm
P8	0	0	+0,1	-0,3	-0,5	-0,2	0	0	0	0	-0,1	-0,2	+0,3	-0,7 cm
P9	0	-0,1	-0,2	-0,2	0	-0,4	-0,1	0	0	+0,5	0	-0,1	-0,1	-0,8 cm
P10	-0,1	-0,1	0	-0,4	-0,5	+0,2	+0,3	+0,5	0	0	0	-0,1	0	+0,3 cm
P11	0	0	+0,1	-0,5	-0,5	-0,1	0	+0,1	+0,1	0	0	-0,1	-0,1	-0,4 cm
P12	0	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	0	0	+0,2	0	0	0	0	-0,1	-0,4 cm
P13	0	-0,1	0	-0,3	-0,2	-0,5	-0,5	-0,3	0	0	0	0	-0,1	-2,2 cm
P14	0	-0,1	0	-0,3	-0,4	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0	0	-0,1	-0,1	-1,6 cm
P15	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1	-0,3	-0,1	-0,1	0	-0,3	0	0	0	0	-1,4 cm
														Total: -0,8 cm

Fonte: Dados da pesquisa, (2022/2023).

Essa técnica dos pinos de erosão mostra resultados coerentes quando comparados aos de outros trabalhos que utilizaram a mesma técnica. Moraes *et al.* (2016) obteve resultados de perda de solo entre 0,1 e 0,3 t/ha/ano em áreas de relevo acidentado com alta declividade com presença de Neossolos Quartzarênicos no estado de São Paulo. No trabalho de Marinheski (2011), em seus experimentos em pastagens com pouca declividade e Neossolos Litolícos e Cambissolos foram obtidos valores entre 0,2 e 0,4 t/ha/ano. Por fim, Baldassarini e Nunes (2018) estimaram resultados entre 0,5 e 1,5 t/ha/ano. Ao analisar os dados supracitados levando em consideração os fatores geomorfológicos e pedológicos semelhantes com os da área de estudo é notável que os resultados apresentados na pesquisa são mais altos, isso indica que os usos e coberturas da terra podem influenciar fortemente no processo de perda de solo como também aos fatores climáticos característicos do semiárido como as chuvas torrências com alto poder de desagregação e arraste de sedimentos. É válido salientar que estudos aplicando essa metodologia no semiárido da Paraíba, precisamente no Curimataú oriental, não foram encontrados, sendo esse uma das primeiras pesquisas a utilizar essa técnica nessa área.

A estação que obteve maior perda de solo foi a da sub-bacia Lagoa de Onça, apresentando 1,6 t/ha/ano. Já a sub-bacia Filgueira apresentou 1,1 t/ha/ano de perda de solo conforme aponta o gráfico 2.

Gráfico 2 – Perda de solo das sub-bacias em análise



Fonte: Dados da pesquisa, (2023).

Diante dos dados de perda de solo apresentados acima, é notável que a sub-bacia Lagoa de Onça, a qual apresentava o uso e cobertura da terra de agricultura e solo exposto, deteve maior perda de solo quando comparada com a sub-bacia Filgueiras. Isso aponta que as áreas de agricultura que resultam em solo exposto em boa parte do ano, devido ao regime de retirada da vegetação para aração da terra, detem maior perda de solo no alto curso da BHRC no ano referente a pesquisa. Diante dessa perspectiva, é preocupante a alta suscetibilidade à erosão e perda de solo nas áreas de solo exposto, tendo uma grande participação da agricultura nesse processo. As áreas descobertas representam 905 quilômetros quadrados no alto curso da BHRC, que apresenta uma área total de 2.021 quilômetros quadrados, ou seja, esse tipo de cobertura está muito presente na paisagem da área sendo muito suscetível a perda de solo como mostrou a estação 01.

Outro fator importante a ser analisado após a comparação dos resultados entre as duas estações, é o efeito de proteção para o solo que a cobertura vegetal da sub-bacia Filgueiras exerceu; a área estava coberta por uma vegetação de savana estépica em recuperação após práticas de desmatamentos. Sendo assim, ao comparar a sub-bacia Filgueira com a Lagoa de Onça, percebe-se que houve uma redução na perda de solo entre elas, comprovando que a vegetação da caatinga em estágio de recuperação inicial desempenha uma certa proteção sobre os solos contra a erosão hídrica. Levando em consideração que todos os outros aspectos físicos como litologia, pedologia e declividade são parecidas em ambas as estações, é notável que a redução na perda se deu em colaboração dos distintos tipos de uso e cobertura da terra entre elas.



Figura 8 – Savana estépica em estágio inicial.

Fonte: Dados da pesquisa, (2023).



Figura 9 – Área de solo exposto após aração da terra próximo a estação 01.

Fonte: Dados da pesquisa, (2023)

Estudos como os de Silva *et al.* (2019) apontam que as áreas destinadas à agricultura, denominada pelos autores de Terra Arada (TA), tendem a apresentar 7 vezes mais perda de solo, quando comparada a uma cobertura de caatinga em processo de regeneração. Conseqüentemente, com o aumento desses fatores, a produção de sedimentos gerada pela perda de solo se torna cada vez mais acelerada. Segundo Ferreira e Araújo (2014), nas porções altas de uma bacia hidrográfica, há maior erosão e transporte de sedimentos naturalmente, como é o caso do alto curso da BHRC, porém, as práticas do uso e cobertura da terra de maneira inadequada podem acelerar esses processos naturais. Desse modo, é nítido que o uso e cobertura da terra da bacia contribui fortemente para a intensificação dos processos erosivos da bacia. São as áreas de atividades agrícolas com uma perda estimada de 1,6 tn/hc/ano.

É válido ressaltar que esses foram os primeiros dados quantitativos da pesquisa e o objetivo é instalar novas estações para mais coletas de dados no ambiente semiárido do Curimataú Paraibano.

4. Considerações finais

Diante da comparação entre as duas sub-bacias e os cenários geoambientais iguais entre elas, a estação 01 apresentou a maior suscetibilidade a perda de solo, isso considerando a influência da cobertura da terra caracterizada como solo desnudo e práticas agrícolas, alertando para um cenário preocupante na degradação de solos para a bacia do Rio Curimataú.

A amostragem revela também a importância da vegetação para a recuperação das áreas degradadas, através dos dados obtidos na estação 02, reforçando a presença da vegetação como principal fator para proteção dos solos contra os processos erosivos no semiárido.

Diante desses resultados é notória a preocupação com a perda de solo no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Curimataú, pois as áreas com solo exposto representam 905 km² de uma área total de 2,2021 km² do alto curso. Desse modo, é necessária a conscientização da sociedade para o desenvolvimento e aplicação de práticas conservacionistas de uso e cobertura da terra para que o local não venha em um cenário próximo sofrer com a degradação de solos.

Referências

- Antonelli, V.; MONITORAMENTO DE EROSIÃO DE SOLOS ATRAVÉS DO MÉTODO DE PINOS DE EROSIÃO NA BACIA DO ARROIO BOA VISTA - MUNICÍPIO DE GUAMIRANGA – PR. V *SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA I ENCONTRO SUL-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA UFSM - RS*, 02 A 07 DE AGOSTO DE 2004.
- Baccaro, C. A. D. PROCESSOS EROSIVOS NO DOMÍNIO DO CERRADO. IN: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. DA; BOTELHO, R. G. M. (ORGS.). *Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- Baldassarini, J. S.; Nunes, J. O. 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. *Revista Franco-Brasileira de Geografia*. n.38, 2018.
- Borges, P. A evolução dos processos erosivos na bacia do ribeirão Alam Grei – SP: uma contribuição ao planejamento ambiental. 2009, Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro – SP, 2009.
- Cantalice, J.R.B.; Silveira, F.P.M.; Singh, V.P.; Silva, Y.J.A.B.; Cavalcante, D.M; Santos, C. G. Interrill erosion and roughness parameters of vegetation in rangelands. *Revista Catena*, Cremlingen, V. 16, P.1-7, 2016.
- Cassetti, V. *Ambiente e apropriação do relevo*. São Paulo: Editora Contexto, 1991.
- Dornellas, P. da C; Seabra, V. S.; Xavier, R. A. & Silva, R. M. da. Estimativa de perdas de solo na bacia do Alto Rio Paraíba, Região Semiárida do Estado da Paraíba. *OKARA: Geografia em debate*, João Pessoa, v.11, n.2, p. 338-350, 2017.
- EMBRAPA. Manual de classificação dos solos. Brasília, CNPS, (2018).

- Guerra, A. J. T. EXPERIMENTOS E MONITORAMENTOS EM EROSÃO DOS SOLOS. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 16, p. 32-37, 2005.
- Guerra, A. J. T. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 2º edição, Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1995.
- Hatum, I. S. Análise de processos erosivos pluviais em argissolos através de parcelas experimentais para o município de Presidente Prudente-SP. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado - Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2009.
- Lawler, D. M. *THE USE OF EROSION PINS IN RIVER BANKS*. *SWANSEA GEOGRAPHER*, 1978.
- Lima, M.; G.; C.; GIRÃO, O. Considerações Teóricas sobre a Dinâmica Superficial em Ambientes Tropicais Áridos e Semiáridos: Aplicação ao Semiárido do Nordeste Brasileiro. *Revista espaçoaberto*, Rio De Janeiro v. 10, n. 2, 2020.
- Marinheski, V. CAPACIDADE DE USO DA TERRA E PERDA DE SOLO EM UMA PROPRIEDADE REPRESENTATIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO ATALHO, CRUZ MACHADO – PR.. 2011. 137 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território : Sociedade e Natureza) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2011.
- Medeiros, T. D. S. D. *Dinâmica Geomorfológica e Suscetibilidade Erosiva na Bacia Hidrográfica do Rio Barra Nova, Região do Seridó, Nordeste do Brasil*. 2021. Dissertação de mestrado em geografia, Universidade Federal do Rio Grande Do Norte, Caicó, 2021.
- Santos, Celso A. G.; Silva, R, M. D.; Vajapeyam, S. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no Semiárido da Paraíba. *Okara: Geografia em debate*, v.1, n.1, p. 16-32, 2010.
- Santos, S.; A.; Santos, A.; M.; Panorama da susceptibilidade à erosão dos solos em municípios do semiárido de Pernambuco. *Revista equador*, UFPI, Piauí, vol.10, n.3, p. 01 – 25, 2021.
- Silva, J. R. I; Sousa, E. E; Souza, R; Santos, E. S.; Antonino, A. C. D. EFEITO DE DIFERENTES USOS DO SOLO NA EROSÃO HÍDRICA EM REGIÃO SEMIÁRIDA. *Revista Engenharia na Agricultura*. Viçosa, Minas Gerais, v.27, n.3, p.272-283, 2019.
- Silva, T. J. R. D.; Leite, J. C. A.; Cavalcanti, A. K. G.; Dantas, J. S.; Sousa, F. Q.; Nascimento, M. B.; Medeiros, J. L. S.; Rocha Neto, O.; Campos, G. M.; Santos, L. C. A. Análise da Suscetibilidade à Erosão Hídrica em uma Bacia Hidrográfica do Semiárido Brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v.14, n.3, 2021.
- Silva, V. M. P. D.; Erosão hídrica no semiárido do Brasil . Monografia (graduação)/ Universidade Federal Rural do Semiárido, Curso de Agronomia, 2023.
- Sobrinho, J. F.; Barbosa, F. E. L.; PERDAS DE SOLO EM ÁREA AGRÍCOLA DO SEMI-ÁRIDO. *Revista Mercator*, Fortaleza, v.21,e21020, 2022.
- 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*. São Paulo, v.20, n.3, (Jul-Set) p.491-507, 2019.
- Souza, S. D. G.; Souza, A.C.N; Sousa, M. L. M.; Vulnerabilidade natural à perda de solo como indicador de susceptibilidade à desertificação no semiárido brasileiro. In : *Perspectivas e desafios do sertão nordestino* [recurso eletrônico] / Organizado por Sirius Oliveira Souza, Kleber Carvalho Lima, Everton Vinicius Valezio e Sarah Andrade Sampaio. – 1. ed. Vol. 1 - Senhor do Bonfim-Ba: Univasf, 2021.
- Queiroz, Karina Bezerra de. Potencial natural de erosão e limite de tolerância de perdas de solo na Bacia Hidrográfica do Açude do Namorado. Dissertação (mestrado)/ Universidade Federal De Campina Grande/ Campina Grande, 2022.
- Xavier, J. P. de S.; Coutinho, E. A. T.; Tavares, K. C. de O.; Silva, D. G. da; Listo, F. de L. R. Erosões lineares no semiárido Pernambucano: avaliação de uma parcela erosiva em microescala na depressão São Franciscana. *Revista de Geociências do Nordeste*, Rio Grande Do Norte, v. 6, n.2, p. 106–111, 2020.

Xavier, P. C. D. S.; Análise hidrossedimentológica da bacia do alto Rio Paraíba: uma contribuição à morfodinâmica fluvial em ambientes semiáridos. 2021, tese (doutorado), Universidade Federal Da Paraíba, João Pessoa, 2021.