



ANÁLISE DA INFILTRABILIDADE EM ÁREA FORTEMENTE DEGRADADA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TRUSSU-CE

Victoria Paulina Andrade da Silva ¹
Rael Avelino da Costa²
Glênda Kelly de Sousa Barbosa ³
Cicera Rayssa Grigorio Roseno ⁴
Cleanto Carlos Lima da Silva ⁵

RESUMO

No semiárido brasileiro, as áreas desertificadas têm sua origem a partir das diversas formas de uso e ocupação inadequadas, ocasionando a erosão dos solos e, conseqüentemente, comprometendo a capacidade produtiva do solo. No Ceará, a bacia hidrográfica do Trussu apresenta uma pequena área mapeada pela FUNCEME (2016) como área fortemente degradada. A área apresenta fortes processos erosivos, como ravinamento/voçorocamento, como também formação de crosta, tendo como uma das principais causas desses processos a retirada da vegetação para obtenção de madeira. Para compreensão dos processos erosivos na área, é necessário compreender os detalhes que levaram a erosão acelerada, que a diferencia das outras áreas dentro da bacia. Desta forma, o trabalho tem como objetivo analisar o comportamento da infiltração no solo, levando em consideração a sua granulometria e a formação de crostas superficiais para possibilitar a compreensão do início dos processos erosivos. Assim, a análise de infiltração foi realizada com o infiltrômetro de duplo anel, onde foram realizadas medidas na área degradada e em uma área vegetada, sem formação de crostas e sem processos erosivos visíveis. Cada ensaio foi realizado durante 64 minutos, sendo as 3 primeiras leituras da infiltração a cada 3 minutos e as demais a cada 5 minutos. Por fim, os dados foram relacionados com o trabalho de Varela *et. al* (2023) que trabalhou a erodibilidade do solo para a mesma área. Como resultados, observou-se que na área fortemente degradada a infiltração acumulada foi de apenas 5 milímetros para o tempo estimado, enquanto a área conservada teve um acumulado de aproximadamente 400 milímetros no mesmo intervalo de tempo. A velocidade de infiltração na área degradada, na maior parte do teste, apresentou-se como zero, o que indica a forte influência da

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, paulina.victoria08@aluno.ifce.edu.br;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, rael.costa09@aluno.ifce.edu.br;

³ Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará glenda.kelly081203@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, rayssa.roseno08@aluno.ifce.edu.br;

⁵ Professor orientador: Cleanto Carlos Lima da Silva, Doutor em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, cleanto.carlos@ifce.edu.br.



selagem do solo, tendo como consequência o maior escoamento superficial das águas da chuva (*runoff*) e desenvolvimento dos processos erosivos presentes na área.

Palavras-chave: Degradação, erosão, infiltração, Bacia hidrográfica do Trussu.

INTRODUÇÃO

A infiltração da água no solo é um dos principais fluxos do ciclo hidrológico, sendo determinante para a dinâmica hídrica e a conservação do solo, como aponta Carvalho et al. (2024). Em regiões semiáridas, esse processo assume papel ainda mais relevante devido à escassez de chuvas e à fragilidade dos solos. Quando há redução da capacidade de infiltração, aumenta-se o escoamento superficial e, com ele, os riscos de erosão, perda de nutrientes e degradação ambiental. No semiárido brasileiro, essas condições se agravam em áreas onde o uso e ocupação do solo ocorrem de forma inadequada, resultando em desertificação e, conseqüentemente, no comprometimento da produtividade dos ecossistemas.

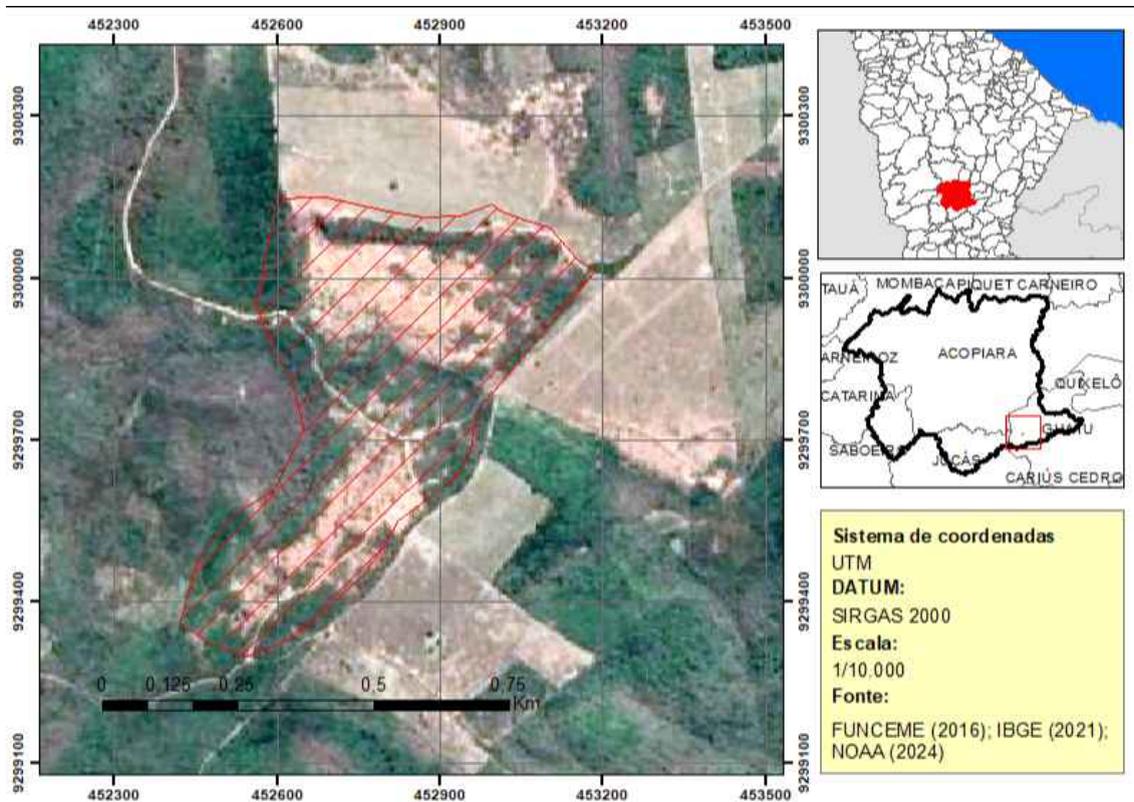
No estado do Ceará, a bacia hidrográfica do Rio Trussu, integrante da sub-bacia do Alto Jaguaribe, é de grande importância para o abastecimento hídrico de municípios do centro-sul cearense. Entretanto, porções localizadas no distrito de Suassurana, Iguatu–CE, foram mapeadas pela FUNCEME (2016) como áreas fortemente degradadas, apresentando crostas superficiais, ravinamentos e voçorocas — indicadores de degradação avançada do solo. Esses processos estão diretamente ligados ao uso inadequado do solo e à intensa retirada da vegetação nativa para fins madeireiros, prática comum em regiões do semiárido.

Esses indicadores de degradação apontam para um sério desequilíbrio ambiental na bacia; nesse contexto, Souza, Artigas e Lima (2015) mostram que a desertificação no Bioma Caatinga está relacionada à rarefação da cobertura vegetal, que compromete a infiltração de água no solo, favorece a formação de crostas superficiais e intensifica os processos erosivos. A compactação do solo e a baixa quantidade de matéria orgânica reduzem a capacidade de retenção hídrica, tornando os ecossistemas mais vulneráveis às secas e dificultando a regeneração natural da vegetação. A situação observada em Jazida (próximo ao Sítio Volta) mostra um cenário grave de degradação ambiental, que afeta o equilíbrio da bacia como um todo.

Além disso, estudos como de Carvalho et al. (2024) reforçam que o entendimento da infiltração da água no solo é essencial para a conservação do solo e da água, principalmente em regiões com baixa disponibilidade hídrica. No caso específico da bacia hidrográfica do Trussu, apesar da identificação de áreas fortemente degradadas, ainda são escassos os dados

sobre a infiltração do solo em diferentes níveis de conservação, o que compromete a adoção de estratégias de recuperação ambiental.

Figura 01: Localização da área fortemente degradada na bacia hidrográfica do Trussu -CE.



Diante disso, esta pesquisa se justifica então a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre os mecanismos que afetam a infiltração em áreas degradadas, com ênfase na granulometria e na formação de crostas superficiais. A análise comparativa entre áreas conservadas e degradadas permitirá uma melhor compreensão dos fatores que contribuem para processos erosivos, fornecendo subsídios para ações de manejo e recuperação ambiental no semiárido cearense.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo analisar o comportamento da infiltração da água no solo em uma área fortemente degradada da bacia do Trussu, comparando-a com uma área vegetada, sem processos erosivos visíveis, com ênfase na granulometria e na formação de crostas superficiais. A pesquisa é de natureza quali-quantitativa, com predominância da abordagem quantitativa, e utiliza procedimentos experimentais de campo para análise das taxas de infiltração do solo em áreas com diferentes níveis de conservação.

O método utilizado consistiu na aplicação de ensaios de infiltração com infiltrômetro de duplo anel em campo, com registros temporais do nível de absorção de água e posterior análise associada a dados secundários sobre granulometria e erodibilidade. O projeto está

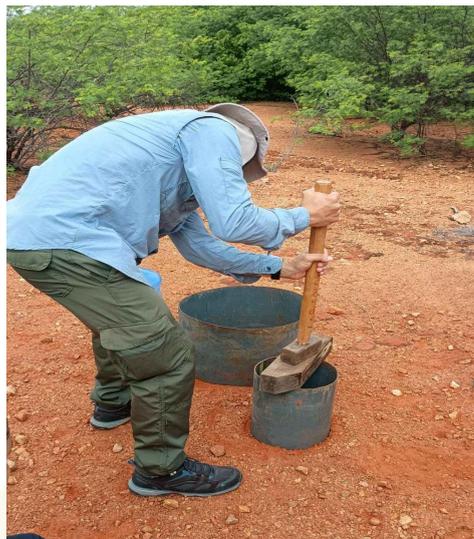
estruturado conforme segue: a seção 2 apresenta a metodologia (ou materiais e métodos), a seção 3 o referencial teórico, a seção 4 os resultados e discussões e a seção 5 as considerações finais.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A pesquisa apresentada foi desenvolvida com o objetivo de analisar as taxas de infiltração de água no solo em uma área classificada como fortemente degradada (FUNCEME, 2016). Para comparação dos dados, o ensaio também foi realizado em uma área vegetada próxima, sem processos erosivos visíveis e sem formação de crostas, apresentando características semelhantes de solo e relevo. Para a análise de infiltrabilidade, foi utilizado o infiltrômetro de duplo anel. A escolha do equipamento é por proporcionar um ensaio eficaz, uma vez que minimiza a dispersão lateral da água devido a existência do segundo anel Schmitz (2024), fazendo com que a infiltração ocorra verticalmente, representando uma precipitação regular e bem distribuída por toda área de estudo.

O infiltrômetro utilizado apresenta dois cilindros, um externo e um interno, apresentando, respectivamente, 50 e 20 centímetros de diâmetro, com 30 centímetros de altura. Em campo, os cilindros foram enterrados em uma altura de 5 centímetros de forma concêntrica, com o auxílio de uma marreta (Figura 02). No cilindro interno tem uma régua milimetrada que possibilita fazer a leitura e a determinação da quantidade de água infiltrada.

Figura 02: Implementação do cilindro de duplo anel no solo da área degradada para obtenção das medições da infiltração do solo.



Fonte: acervo dos autores (2025).

Na realização do ensaio, procurou-se manter uma lâmina de água de 3 a 5 centímetros no anel interno e uma altura semelhante no anel externo com o intuito de minimizar a dispersão lateral da água, conforme recomendado por Schmitz (2024). O ensaio foi realizado



durante 64 minutos, sendo as primeiras três medições no intervalo de 3 minutos e as demais a cada 5 minutos. Desta forma foram realizadas medições da variação da altura da água em relação ao tempo.

Por fim, foram utilizados os dados de erodibilidade e de granulometria realizados por Varela et. al (2023) para a mesma área fortemente degradada, com a finalidade de relacionar a taxa de infiltração do solo e a erodibilidade da chuva, buscando explicar assim as condições que facilitaram os processos erosivos encontrados na área de estudo.

As áreas escolhidas para a realização do ensaio, possuíam características parecidas, como o tipo de solo. No entanto, a área vegetada mantinha a cobertura vegetal e a matéria orgânica protegendo o solo, enquanto a área degradada apresentava sinais visíveis de encrostamento e ausência de vegetação protetora. As análises foram conduzidas em condições climáticas estáveis, garantindo maior confiabilidade nos dados de infiltração.

Além da comparação numérica entre as duas áreas estudadas (degradada e vegetada), o presente estudo busca integrar, juntamente aos dados obtidos, as ações antrópicas, as condições climáticas, as estruturas físicas do solo, para compreender de forma detalhada os fatores que cooperam para a ampliação dos efeitos erosivos na área degradada.

REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão dos processos hidrológicos no solo é fundamental para a análise ambiental, sobretudo em regiões semiáridas onde os recursos hídricos são naturalmente escassos. A infiltração da água no solo, neste contexto, representa um dos principais mecanismos de recarga hídrica e de conservação do solo, influenciando diretamente a dinâmica da erosão, o armazenamento de água e a disponibilidade de nutrientes (Carvalho et al., 2024). Em áreas de uso inadequado do solo, como as caracterizadas por retirada intensa da vegetação nativa e compactação superficial, observa-se uma redução significativa na capacidade de infiltração (Carvalho et al., 2024). Isso ocorre, em grande parte, devido à formação de crostas superficiais, camadas densas e seladas que impedem a entrada de água no solo.

Segundo Souza, Artigas e Lima (2015), essas crostas são intensificadas em ambientes do semiárido, especialmente no Bioma Caatinga, como reflexo da perda de cobertura vegetal, das práticas de manejo não sustentável e da baixa fertilidade natural do solo. A literatura mostra que o tipo de solo, sua granulometria, estrutura física e teor de matéria orgânica são fatores determinantes na taxa de infiltração (Varela et al., 2023). Solos arenosos, por exemplo,



tendem a apresentar maior capacidade de infiltração em comparação a solos argilosos, desde que não estejam compactados.

No entanto, a compactação e a selagem superficial, comuns em áreas degradadas, podem anular essa característica e provocar um aumento significativo do escoamento superficial, contribuindo para a intensificação dos processos erosivos (Carvalho et al., 2024). Além disso, a utilização de métodos de medição como o infiltrômetro de duplo anel tem se mostrado eficiente para a análise da infiltração, pois permite a simulação de uma precipitação uniforme e a minimização da dispersão lateral da água. Conforme apontado por Carvalho et al. (2024), esse equipamento fornece dados fundamentais para a compreensão das condições hidrológicas do solo, servindo como subsídio para o planejamento de práticas de manejo e recuperação ambiental.

A escassez de estudos voltados à infiltrabilidade em áreas com diferentes níveis de conservação no semiárido brasileiro revela a importância de investigações que relacionem os fatores físicos do solo com os impactos do uso antrópico. Nesse sentido, analisar áreas com distintos graus de degradação permite não apenas o diagnóstico do problema, mas também a proposição de estratégias de mitigação e recuperação dos ecossistemas impactados (Carvalho et al., 2024). A infiltração da água no solo no semiárido depende diretamente da cobertura vegetal e das práticas de uso da terra.

A remoção da vegetação, comum para atividades agrícolas e extração de lenha, favorece o encrostamento e a compactação do solo, reduzindo sua capacidade de infiltração (Souza; Artigas; Lima, 2015). Essa dinâmica contribui para o avanço da desertificação, especialmente no bioma Caatinga, onde fatores naturais e antrópicos se combinam (Unep, 1994). A compactação, causada pelo tráfego de máquinas e pisoteio animal, altera a porosidade do solo e intensifica o escoamento superficial, promovendo processos erosivos como ravinas e voçorocas (Araújo Filho et al., 2002; Bertol et al., 2014).

A textura do solo também influencia: solos argilosos compactados tendem a infiltrar menos água, enquanto solos arenosos podem perder essa capacidade quando degradados (Santos et al., 2019). Frente a isso, técnicas conservacionistas como terraceamento, cobertura vegetal e barragens subterrâneas são fundamentais para conter a degradação e promover o uso sustentável do solo no semiárido (Santos et al., 2019). Dessa forma, torna-se evidente que a infiltração da água no solo é um processo-chave para a sustentabilidade hídrica e ecológica de regiões semiáridas, como o sertão cearense.

As variáveis físicas do solo, especialmente sua granulometria, estrutura e grau de compactação, associadas à presença ou ausência de cobertura vegetal, influenciam

diretamente sua capacidade de infiltrar água e, conseqüentemente, sua vulnerabilidade à erosão (Carvalho et al., 2024). A degradação ambiental observada na bacia do Rio Trussu reflete um conjunto de fatores antrópicos e naturais que comprometem a funcionalidade do solo e dos ecossistemas locais. A análise da infiltração, ao considerar o contraste entre áreas mais conservadas e degradadas, permite identificar os mecanismos que agravam os processos erosivos e de desertificação, sendo fundamental para a proposição de práticas de recuperação ambiental.

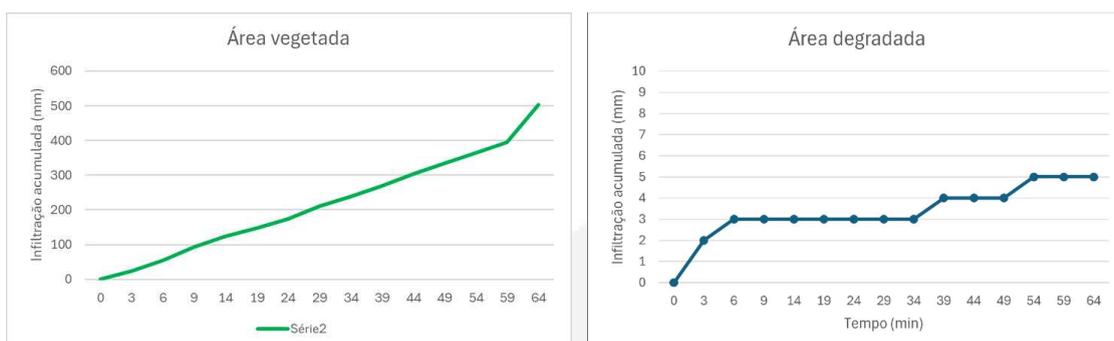
Portanto, este referencial teórico fundamenta a importância da abordagem adotada na presente pesquisa, que ao integrar análises físicas do solo com observações de campo e dados experimentais, busca contribuir com o diagnóstico ambiental e com estratégias de mitigação da degradação na bacia hidrográfica do Trussu no Ceará, reforçando a urgência da conservação do solo e da água no semiárido nordestino.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após reunir os dados, os resultados foram dispostos em gráficos para tornar mais simples a visualização e compreensão das informações coletadas. Em seguida, serão avaliadas as curvas de infiltração acumulada e a taxa de infiltração com base nos registros realizados nas áreas com vegetação densa e em estado de degradação.

A análise da taxa de infiltração de água no solo nas duas áreas estudadas (Figuras 03 e 04) mostrou variações consideráveis em relação ao uso e à conservação do solo. A área preservada, devido à presença de cobertura vegetal e matéria orgânica na superfície, mostrou uma maior capacidade de absorção de água ao longo do período, com taxas mais altas desde as medições iniciais. Por outro lado, a área considerada fortemente degradada exibiu uma taxa de infiltração inferior, com uma diminuição progressiva à medida que o solo se saturava, evidenciando a compactação e o encrostamento observados visualmente.

Figuras 03 e 04: Dados de infiltração da área vegetada e da área degradada da bacia hidrográfica do Trussu-CE..

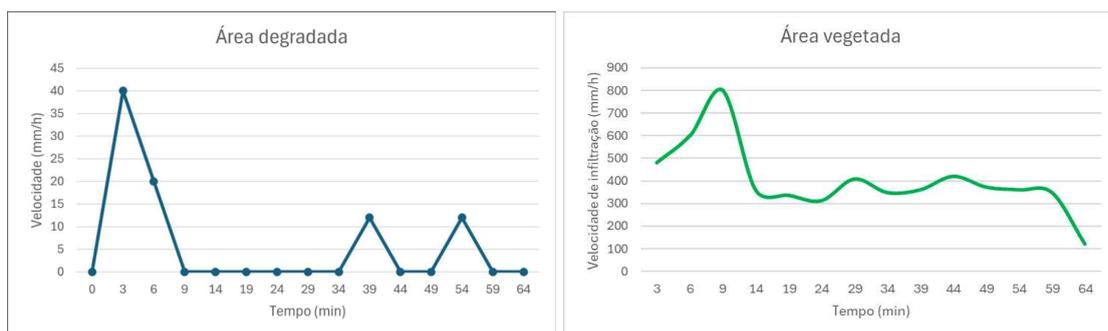


Na área vegetada, conforme representado no gráfico de infiltração acumulada, observa-se um comportamento crescente contínuo, com valores que ultrapassam os 500 mm ao final de aproximadamente 64 minutos. Isso indica que o solo manteve sua capacidade de absorção de água ao longo de toda a medição, o que revela alta taxa de infiltração e baixa resistência à penetração da água, características típicas de solos com boa estrutura física.

Essas evidências confirmam que a degradação do solo compromete sua funcionalidade hidrológica, favorecendo processos como a compactação, a formação de crostas superficiais e o aumento da escorrência. Em contraste, a cobertura vegetal desempenha papel essencial na conservação da estrutura do solo e no controle dos processos erosivos, promovendo maior infiltração e estabilidade hídrica, Varela *et. al* (2023).

Em relação a velocidade da infiltração nas áreas estudadas (Figuras 05 e 06), foi possível observar que a área degradada apresentou um pico de 40mm/h nos primeiros minutos seguido de uma queda brusca, ou seja, uma diminuição dessa taxa e estabilizando-se em valores mais baixos ou nulos, com o passar do tempo. Isto indica uma limitação na capacidade de infiltração do solo, possivelmente associada ao encrostamento do solo mesmo. Os picos isolados, podem estar associados a variações pontuais no solo, ou à redistribuição da água superficial.

Figuras 05 e 06: Dados da velocidade de infiltração da área vegetada e da área degradada na bacia hidrográfica do Trussu-CE.



Fonte: acervo dos autores (2025).

Por outro lado, a área vegetada apresentou níveis de infiltração superiores, com valores iniciais próximos a 500mm/h. Apesar da diminuição gradual observada ao passar do tempo, a infiltração se mostrou constante, evidenciando a presença de condições físicas mais favoráveis à infiltração. Esse padrão pode ser explicado pela presença da cobertura vegetal, que atua diretamente na formação e conservação da porosidade do solo, favorecendo a



absorção da água. A presença de raízes, matéria orgânica e atividade biológica são fundamentais para uma infiltração eficiente, como afirma Schmitz (2024, apud Amado *et al.*, 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação realizada possibilitou um entendimento mais detalhado da conexão entre as propriedades físicas do solo e sua habilidade de absorver água, demonstrando como a utilização e a cobertura do terreno impactam diretamente os processos de erosão.

Com base na análise dos dados coletados através do infiltrômetro de anel duplo, foi possível verificar que a área com vegetação possui maior capacidade para a infiltração, o que se relaciona à presença de vegetação, maior porosidade e melhor estrutura do solo.

Por outro lado, a área deteriorada revelou taxas de infiltração consideravelmente muito baixas, evidenciando os impactos do pisoteio, da remoção da vegetação e da encrostamento do solo na superfície.

Esses resultados confirmam que o estado de conservação do solo é um fator determinante para sua dinâmica hidrológica e para a prevenção de processos de degradação, como o surgimento de voçorocas. A vegetação atua não apenas como elemento físico de proteção, mas também como agente formador e estruturador do solo, promovendo maior coesão entre as partículas e reduzindo a velocidade do escoamento superficial.

Conclui-se que estudos como este contribuem significativamente para a compreensão dos impactos do uso antrópico sobre o solo, fornecendo subsídios técnicos e científicos para ações de recuperação ambiental e planejamento territorial, com vistas a mitigar os processos de degradação e promover a sustentabilidade dos sistemas naturais.

Palavras-chave: Degradação, erosão, infiltração, bacia hidrográfica do Trussu.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, R. R. de; SOARES, K. M.; MARINHO, J. D.; OLIVEIRA, A. C. B. de; LIMA, A. M. de. **Análise da infiltração de água no solo em diferentes tipos de uso e cobertura utilizando infiltrômetro de duplo anel.** *RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 1–7, 2024.

GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado (org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

ARAÚJO FILHO, J. C. de; BEZERRA, M. L. G.; MELO, M. S. de; COSTA, R. C. da. **Impactos ambientais da desertificação na Caatinga: causas e consequências.** Fortaleza: Instituto Nacional do Semiárido – INSA, 2002.



BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A. de; GUERRA, A. J. T.; SILVA, R. B. da. **Erosão e conservação dos solos: fundamentos para uso sustentável da terra. 2. ed. Viçosa: UFV, 2014.**

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2019.p. 356**

SCHMITZ, Jackson Luis dos Santos. **Determinação da taxa de infiltração de água no solo com duplo anel concêntrico.** 2024. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade em São Luiz Gonzaga, São Luiz Gonzaga, 2024.

SOUZA, B. I. de; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. de. **Caatinga e desertificação.** *Mercator (UFC)*, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131–150, jan./abr. 2015. DOI: 10.4215/RM2015.1401.0009.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa. Geneva: UNEP, 1994.**

VARELA, ANGÉLICA SOARES DE SOUSA et al. **Voçorocamento na Bacia do Trussu/CE: a degradação a partir da análise granulométrica e do Ensaio de Inderbitzen modificado.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Iguatu, 2023.

VARELA, R. F. M.; COSTA, M. S. S.; MOURA, J. L. de; LIMA, G. C. S. **Erodibilidade e características físicas de solos em áreas de Caatinga no Ceará.** *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 28, n. 1, p. 1–15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.282320230001>