



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE HUMANIDADE – CAMPUS III
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA**

**LINHA DE PESQUISA:
MEIO AMBIENTE: DINÂMICA E INTERAÇÕES DA NATUREZA**

MARCELO DA SILVA ALVES

**LEVANTAMENTO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA DO SOLO PARA O
MONITORAMENTO DE REVITALIZAÇÃO EM NASCENTE HÍDRICA NO
MUNICÍPIO DE ITAPOROROCA -PB**

Guarabira-PB

2023

MARCELO DA SILVA ALVES

**LEVANTAMENTO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA DO SOLO PARA O
MONITORAMENTO DE REVITALIZAÇÃO EM NASCENTE HÍDRICA NO
MUNICÍPIO DE ITAPOROCA**

Trabalho de conclusão de curso (Artigo Científico), apresentado à coordenação do Curso de Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba – Campus III.

Linha de pesquisa: Meio ambiente: dinâmica e interações da natureza

Orientador: Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva

FICHA CATALOGRÁFICA

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A474l Alves, Marcelo da Silva.
Levantamento da taxa de infiltração de água no solo para o monitoramento de revitalização em nascente hídrica no município de Itapororoca - PB [manuscrito] / Marcelo da Silva Alves. - 2023.
30 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Humanidades, 2023.
"Orientação : Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva, Coordenação do Curso de Geografia - CH. "
1. Infiltração de água. 2. Uso do solo. 3. Agropecuária. I.
Título

21. ed. CDD 344.046

MARCELO DA SILVA ALVES

**LEVANTAMENTO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA DO SOLO PARA O
MONITORAMENTO DE REVITALIZAÇÃO EM NASCENTE HÍDRICA NO
MUNICÍPIO DE ITAPOROROCA**

Aprovado em: 05/07/2023

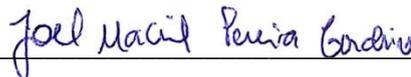
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva (Orientador)
DGEO/UEPB - Campus III



Prof. Dr. Ramon Santos Souza (Examinadora)
DGEO/UEPB - Campus III



Prof. Dr. Joel Maciel Pereira Cordeiro (Examinador)
UFPB-CCEN

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, que faz com que todos os meus sonhos e objetivos sejam alcançados. Aos meus pais e irmãos, que sempre me apoiaram mesmo em muitos momentos abdicando de está com eles para se fazer presente a faculdade. Quero agradecer aos meus professores Ivanildo e Joel pela ajuda nessa pesquisa, que mesmo com muitas dificuldades fomos em frente, e a todos outros professores que me passaram um vasto conhecimento. Sou grato à Alidmon Marinho de Sousa (seu Demon) e sua esposa Abiatrix Pinheiro da Silva, donos da propriedade rural na qual se desenvolve esta pesquisa, pela hospitalidade, que sempre nos acolheram da melhor forma em sua casa. Pelas grandes amizades criadas durante esses quatro anos e meio de curso de graduação. Quero agradecer aos meus amigos Pedro, Francisco, Michel, Tiago, Sabrina, Amanda, Gustavo, Ana Carla, e todos outros.

Sou grato a UEPB, em especial ao departamento de Geografia e todos os professores a ele associado.

ALVES, Marcelo da Silva. **Monitoramento da taxa de infiltração de água no solo em processo de revitalização de nascente hídrica no município de Itapororoca-PB.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), UEPB. Guarabira, 2023.

RESUMO:

As práticas cultivo agrícola e o desmatamento em áreas de nascentes hídricas não são favoráveis ao meio ambiente, já que situações como estas causam prejuízos ambientais, prejudicando o processo de infiltração de água no solo. O processo de infiltração de água no solo é bastante complexo e pode variar quantitativa e qualitativamente de acordo com as propriedades naturais do solo e da vegetação e/ou por causa das atividades humanas. Assim, o presente trabalho trata-se de uma pesquisa de campo de natureza aplicada e de cunho quantitativo. O estudo foi realizado no município de Itapororoca – PB, de forma mais específica, em sua zona rural, no Sítio Curral Grande. De forma inicial, foi realizada a observação da área estudada, para analisar as culturas agrícolas que eram desenvolvidas no local. A partir disso, foi executado uma verificação da situação ambiental em cada cultura desenvolvida na área da nascente, com a finalidade de estabelecer as melhores técnicas e ações de revitalização. Para a aplicação dos testes para verificar a taxa de infiltração de água no solo inicialmente se estabeleceu os locais onde os experimentos seriam executados. Foram aplicados três testes, um em área ocupada por abacaxi, outra ocupada com cana-de-açúcar e outra área em repouso. Nesses locais constatou-se taxas de infiltração variadas. Essa variação pode está diretamente ligada ao tipo de manejo das atividades agropecuárias nesses locais. Com isso, conclui-se que, apesar das três culturas apresentarem um índice de infiltração de água baixo, a inclinação da área, a diferença na produção de agricultura, o uso de agrotóxicos, a presença de vegetação, a criação de crosta no solo, a falta de matéria orgânica e o escoamento superficial das águas das chuvas são fatores determinantes que dificultam a infiltração de água no solo nas diferentes culturas.

Palavras-chave: Infiltração de água; uso do solo; agropecuária.

ALVES, Marcelo da Silva. **Monitoring the infiltration rate of water into the soil during the revitalization process of a water spring in the municipality of Itapororoca-PB.** Course Conclusion Work (Graduation in Geography), UEPB. Guarabira, 2023.

ABSTRACT:

Crops and deforestation practices in areas of water springs are not favorable to the environment, since situations like this cause environmental damage by impairing the process of water infiltration into the soil. The process of water infiltration into the soil is quite complex and can vary quantitatively and qualitatively according to the natural properties of the soil and vegetation and/or because of human activities. Thus, the present work is a field research of an applied, quantitative nature. The study was carried out in the municipality of Itapororoca - PB, more specifically in its rural zone, in Sítio Curral Grande. Initially, an observation of the studied area was made, in order to analyze the agricultural crops that were developed there. After that, a verification of the environmental situation of each crop developed in the spring water area was carried out, with the purpose of establishing the best techniques and revitalization actions. For the application of tests to verify the infiltration rate of water into the soil, the locations where the experiments would be carried out were initially established. Three tests were applied, one in an area occupied by pineapple, another occupied by sugar cane, and another area at rest. In these locations it was found that infiltration rates varied. This variation may be directly linked to the type of management of agricultural activities in these locations. With this, we conclude, that although the three crops present a low water infiltration index, the slope of the area, the difference in agricultural production, the use of pesticides, the presence of vegetation, the creation of a crust in the soil, the lack of organic matter, and the surface runoff of rainwater are determining factors that hinder the infiltration of water into the soil in the different crops.

Keywords: water infiltration; land use; agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudos no município de Itapororoca-PB....	12
Figura 2 – Infiltrômetro utilizado na realização dos experimentos da pesquisa.....	17
Figura 3 – Infiltrômetro, água e regra graduada durante a realização do experimento...	18
Figura 4 – Área de experimento no Sítio curral grande	19
Figura 5 – Experimento com infiltrômetro em área de Canavial.....	20
Figura 6 – Experimento com infiltrômetro em área de abacaxi.....	22
Figura 7 – (A) Experimento em área de repouso (B) Área sem vegetação	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Taxa de infiltração em áreas ocupadas com canaviais há 3 anos	19
Gráfico 2 – Taxa de infiltração em áreas ocupadas com Abacaxi há 2 anos.....	21
Gráfico 3 – Taxa de infiltração em área de repouso.....	22
Gráfico 4 – Comparativos de taxa de infiltração nas culturas analisadas.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ITAPOROROCA-PB.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3 METODOLOGIA.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os aspectos relacionados à temática ambiental vêm ganhando mais espaço e sendo um assunto recorrente na sociedade, como reflexo das práticas humanas em um contexto marcado pelo aumento da degradação permanente do meio ambiente. Uma das pautas que vem sendo mais discutida é a crescente escassez de água potável e a sua diminuição de qualidade e pureza. O aumento da expansão das fronteiras agrícolas e dos centros urbanos é uma das causas que interferem na capacidade de infiltração de água no solo, aliado à grande influência do uso e manejo de solos indevidos. Com isso, é perceptível que exista um potencial de afetar negativamente a oferta de água em uma bacia hidrográfica (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

O Brasil encontra-se em posição privilegiada, com 53% da água doce da América do Sul, devido a sua posição geográfica. No entanto, segundo Teixeira *et al.* (2009) em alguns pontos do território brasileiro, a água não é tão abundante. Embora o Brasil tenha abundante disponibilidade de água, está se apresenta distribuída de forma irregular. Algumas das causas responsáveis pela escassez de água no Brasil são: ação humana, o desmatamento e o uso inadequado do solo, sendo esse último um dos principais motivos (NUNES, 2019).

As práticas de cultivo agrícola e o desmatamento em áreas de nascentes hídricas não são favoráveis ao meio ambiente, já que situações como estas causam prejuízos do ponto de vista ambiental nos ecossistemas, causando muitas vezes ao assoreamento das margens do rio, influenciando na vazão e qualidade da água fornecida pelas nascentes.

Segundo Souza *et al.* (2011) a preservação da vegetação nos topos de morro, o cercamento das nascentes e a cobertura vegetal no solo são bons mecanismos de regularização das vazões de bacias hidrográficas. Isto ajudará na melhora da infiltração da água no solo com consequente melhoria do abastecimento do lençol freático, resultando em vazões mais regulares ao longo do ano.

A infiltração consiste na entrada de água no solo pela camada superficial que, pela ação da gravidade, desce até atingir uma barreira impermeável, formando os lençóis de água. A Sociedade Americana de Solo conceitua infiltração como a entrada vertical de água no perfil do solo (FORSYTHE, 1975). Essa água infiltrada é a responsável pela recarga de aquíferos e é utilizada também pelas plantas, no desempenho de suas funções vitais.

O conhecimento acerca do processo de infiltração de água no solo proporciona na melhoria da estrutura do solo, auxilia na definição de técnicas de manejo e conservação, influencia positivamente na resistência do solo à penetração de água e na taxa de infiltração,

prevê e/ou minimiza os efeitos de redução de recarga da nascente.

O processo de infiltração de água no solo é bastante complexo e pode variar quantitativa e qualitativamente de acordo com as propriedades naturais do solo e da vegetação e/ou por causa das atividades humanas. Diante o exposto partimos da seguinte questão norteadora: qual a situação do processo de infiltração em nascentes de água no município de Itapororoca-PB?

Diante o exposto esse trabalho tem por objetivo geral analisar a infiltração de água no solo em uma área de nascente hídrica, no sítio Curral Grande, município de Itapororoca-PB. Os objetivos específicos são: verificar os tipos de atividades que são desenvolvidas sobre a área de recarga do aquífero; diagnosticar os principais problemas causados pelas atividades humanas na área de estudo; analisar a taxa de infiltração de água no solo; discutir propostas para a melhor utilização do solo, no sentido de manter uma maior capacidade de infiltração e dessa forma ajudar na revitalização e preservação da nascente em estudo.

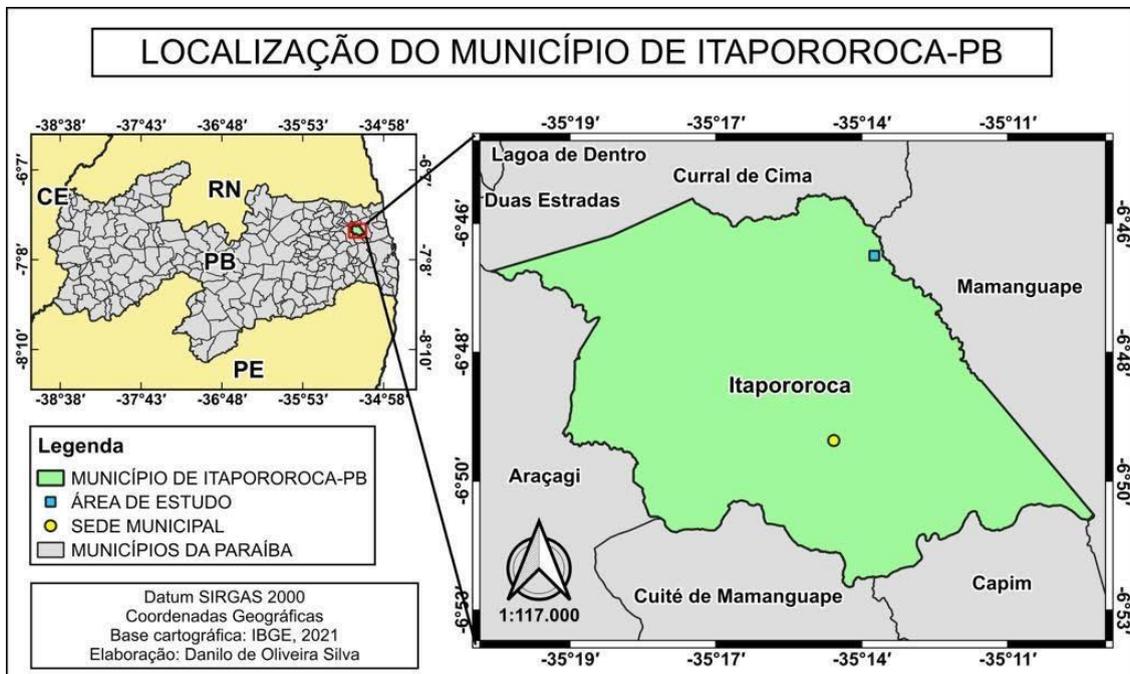
Justifica-se a realização desse trabalho pela necessidade de compreender o processo de infiltração, além de entender como as ações humanas podem minimizar as causas de infiltração e como cada cultura pode influenciar nessa dinâmica. Nesse contexto, a distribuição e utilização da água na superfície da Terra aumentam cada vez mais diante das intervenções humanas no equilíbrio natural desse recurso.

Reconhece-se que os estudos sobre a água têm grande importância para o entendimento dos processos que regem o funcionamento e a dinâmica dos fluxos que abastecem a sociedade. Dessa forma, os estudos referentes à infiltração de água no solo são também pertinentes, pois, podem elucidar diversas questões importantes para utilização racional tanto da água como do solo pela sociedade.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ITAPOROROCA-PB

O estudo foi realizado no Município de Itapororoca – PB, de forma mais específica, no Sítio Curral Grande. O município se estende por 146,1 km². Situado a 87 metros de altitude, a sede do município de Itapororoca tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 6° 49' 51" Sul, Longitude: 35° 14' 49" Oeste (NEVES, 2008).

Figura 1. Localização geográfica do município de Itapororoca-PB.



Fonte: elaboração do autor, 2023.

No âmbito da hidrografia e da geomorfologia o município apresenta formas incomuns em relação às áreas circundantes. Esta unidade responde claramente para uma anomalia topográfica, apoiando frações planas a uma elevação aproximada de 200 m, cercado por topografia de aproximadamente 100 m, como também, anomalias de drenagem com várias fontes de depressão e de uma rede de drenagem com estruturas circulares (MANTOVANI *et al.*, 2008).

Brito Neves e Outros (2008) afirmam que em termos hidrográficos e hidrogeológicos, destaca-se nesta área a formação de muitas fontes de depressão e de contato emanando deste contexto silicoso mais elevado (cotas de até 200 m), e a de um divisor de águas, que são então conduzidas para o rio Mamanguape. Os menos autores também afirmam que, foram detectadas na região ao norte de Itapororoca, anomalias nos contextos lito-estratigráfico, geomorfológico e hidrogeológico regional.

Em relação ao tipo de solo, para a Embrapa (2020), o solo predominante no município é classificado como Argissolo, que são caracterizados por serem medianamente profundos, moderadamente drenados, de cores vermelhas a amarelas e textura que faz jus a seu nome, argiloso, abaixo de um horizonte com cores mais claras e texturas arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica.

O solo argiloso tem características de uma terra vermelha-escura, muito úmida e macia, onde em sua composição existem mais de um terço de argila, característica essa que traz seu nome. Mas ele também é composto por grandes quantidades de ferro e alumínio. É um tipo de solo característico de regiões tropicais (quentes e úmidas), como é o caso do Brasil (EMBRAPA, 2021).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A necessidade de desenvolver pesquisas que proporcionem estudos que se referem à capacidade de infiltração de água no solo vem se tornando cada vez mais necessária, uma vez que é nítido o surgimento de crises de abastecimento, além daquelas que as populações em geral já foram expostas.

O Brasil em relação a água doce é bem abundante. Essa acumulação de água é fruto de reservatórios em superfícies e subsuperfícies que são resultados da posição geográfica do país, além de atributos naturais que permitem essa capacidade de acumulação. Todavia, essa qualidade não está distribuída igualmente, ou seja, de forma homogênea em todo Brasil. Existem regiões pobres em água doce devido a situações naturais que variam de acordo com a região e ações governamentais (SILVA, 2012).

É perceptível que o cuidado com a água doce acaba sendo uma das mais importantes atividades, uma vez que se faz necessário pensar no futuro, ao mesmo tempo que se clama por melhores condições que possam manter a sobrevivência das populações no contexto da atual crise climática (SILVA, 2012).

O termo infiltração foi proposto por Horton para expressar a água que molha ou que é absorvida pelo solo (COELHO NETTO, 1994). Silveira *et al.* (1993), consideram a infiltração como a passagem de água da superfície para o interior do solo.

Brandão *et al.* (2006) salientam que a infiltração é dependente de fatores relacionados ao solo, da superfície, manejo, preparo e das características da própria precipitação. As diferenças na infiltração de água estão relacionadas às frações granulométricas do solo, à quantidade, à espessura, ao ângulo e ao preenchimento das fraturas na camada superficial e às condições de relevo e uso atual do solo (STÜRMER *et al.*, 2009).

Portanto, o processo de infiltração acontece quando a água das chuvas entra em contato com a superfície do terreno penetrando no solo. A água infiltrará até a capacidade e a taxa de infiltração ser atingida, ou seja, no momento em que todos os espaços entre os grânulos estiverem preenchidos (poros), haverá o bloqueio na entrada de água. Assim, a água que não infiltrar nos solos ou rochas, escoará superficialmente; quanto à água infiltrada, depois de

preencher o déficit de água no solo, poderá gerar um escoamento subsuperficial (DE ALMEIDA; CASTRO; DOS SANTOS, 2020). A água infiltrada e estocada no solo torna-se disponível à absorção pelas plantas e também para o abastecimento de reservatório de águas subterrâneas.

A complexidade no processo de infiltração de água no solo pode variar, dependendo das propriedades da vegetação, do solo ou até mesmo das atividades antrópicas desenvolvidas. Essa capacidade de absorção é uma característica física de grande importância, principalmente para as atividades agrícolas, um dos grandes propulsores da economia brasileira (SILVA, 2012).

A exploração desordenada desse recurso afeta entre outros processos, o escoamento básico dos rios, a descarga das fontes ou nascentes. Ações como o desmatamento, queimadas, atividades pecuárias e áreas de pastagens no entorno de nascentes, bem como em suas áreas de recarga, contribuem para a degradação dos recursos hídricos. A Resolução 303 do CONAMA (2002) define nascente como sendo o local onde a água aflora naturalmente do solo, mesmo que de forma intermitente.

Uma das medidas para conservação das nascentes é a preservação de sua mata ciliar, porque a manutenção da vegetação em torno das nascentes é muito importante, pois a cobertura florestal influi positivamente na hidrologia do solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento de água no lençol freático (VIDALETTI, 2021).

O processo de infiltração da água está diretamente ligado aos fatores relacionados com o solo, por exemplo, o manejo, preparo, além de características da precipitação. Sem dúvidas, para vários autores esse fenômeno é um dos mais importantes do solo, inclusive quando se trata de fenômenos que se associam ao movimento realizado pela água (OLIVEIRA, 2018).

Ao pensar nos impactos gerados pelo ser humano, é importante destacar que a importância das atividades econômicas, ou seja, agropecuárias e seus impactos, nos faz perceber a necessidade de trabalhos que possam abarcar tal problemática, trazendo o assunto para discussão, mostrando a problemática referente ao processo de infiltração de água no solo de acordo com os tipos de culturas trabalhadas.

É de fundamental importância o conhecimento a respeito da taxa de infiltração de água no solo para se definir técnicas de conservação do solo, bem como planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, como também auxiliar na composição de uma imagem mais real da água e a aeração no solo (ALMEIDA; CASTRO; SANTOS, 2020).

Dentre os diversos tipos de culturas desenvolvidas no município de Itapororoca-PB, o abacaxi e a cana de açúcar se destacam como os mais produzidos pelos agricultores locais, ambos com finalidades econômicas. Diante da grande relevância desses cultivos para a

economia do município é necessário analisar quais as possíveis consequências e interferências dessas culturas no processo de infiltração de água no solo (SILVA, 2012).

Dentre suas características e particularidades no processo de cultivo, o abacaxizeiro apresenta alta sensibilidade ao encharcamento do solo, prejudicando diretamente o seu crescimento e a sua produção. Dessa forma, boas condições de aeração e de drenagem do solo são necessidades básicas e fundamentais para o seu cultivo, por proporcionar o desenvolvimento do sistema radicular da planta, geralmente frágil (SILVA, 2018). Os solos para plantio do abacaxi devem ser de textura média ou leve, e bem drenados, de preferência planos, com boa profundidade e com pH por volta de 5.0 e não devem ser sujeitos ao encharcamento. O plantio pode ser feito em covas, sulcos e fendas, ou seja, plantio inclinado (EMBRAPA, 2020).

A cana-de-açúcar, por sua vez, é uma planta fina, fibrosa, de formato cilíndrico e folhas longas. Ela pode chegar a até seis metros de altura e é da mesma família que o arroz, o milho, a cevada e outras gramíneas. Além disso, tem melhor adaptação em climas quentes e úmidos, onde a temperatura varia entre 19°C e 32°C.

Já em relação aos canaviais a prática de queima, amplamente utilizada no Brasil, tem como objetivo facilitar as operações de corte e manejo. Porém tal sistema de colheita traz importantes impactos ambientais, como eliminação da matéria seca da área e aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera, contribuindo assim com o efeito estufa e com a diminuição da matéria orgânica no solo. A queima promove, também, a degradação de atributos físicos do solo por meio da redução do diâmetro médio ponderado dos agregados estáveis e pelo aumento da densidade do solo nas camadas mais superficiais, com consequente diminuição da velocidade de infiltração instantânea de água no solo (TOMASINI *et al.*, 2010).

Além disso, a compactação do solo provocada pelo tráfego das máquinas agrícolas e implementos tem se tornado cada vez mais preocupante em decorrência de observações de campo e de resultados de estudos que indicam o risco de compactação com a colheita mecanizada em cana-de-açúcar (TOMASINI *et al.*, 2010). O risco de compactação do solo no cultivo da cana-de-açúcar é fortemente dependente não apenas do tipo de pneu/esteira, pressão de inflação e pressão de contato das máquinas e tratores utilizados na operação de colheita, um fator que impacta diretamente o solo, gerando assim, uma má infiltração.

4 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de campo de natureza aplicada e de cunho quantitativo. Segundo Denzin e Lincoln (2011) a pesquisa quantitativa consiste em “um conjunto de práticas interpretativas que faz o mundo visível”. É uma classificação do método científico que utiliza diferentes técnicas estatísticas para quantificar opiniões e informações para um determinado estudo. Ela é realizada para compreender e enfatizar o raciocínio lógico e todas as informações que se possam mensurar sobre as experiências humanas. Posteriormente foi realizado uma revisão bibliográfica, onde alguns trabalhos relevantes para a pesquisa foram utilizados com o intuito de dar base a discussão dos resultados.

De forma inicial, foi realizado a observação da área estudada, para analisar as culturas agrícolas que eram desenvolvidas no local, a partir disso, foi executado análise da área em cada cultura desenvolvida, com a finalidade de recuperação. Para a aplicação dos testes, foi necessário a demarcação das áreas de aplicação.

Os critérios utilizados para a definição dos pontos de pesquisa foram baseados em diversos fatores, entre eles o relevo e o tipo de cultura utilizada com a finalidade melhor representação da infiltração na área em revitalização. Desta forma, foram definidos três pontos amostrais: um situado em área de cultivo de cana-de-açúcar, outro em área de cultivo de abacaxi e outro em área de repouso, em estágio inicial de regeneração natural próximo a nascente.

Para a realização da análise da taxa de infiltração de água no solo em campo, utilizamos um infiltrômetro de único anel, metodologia adaptada por Guerra (1996). Suas dimensões (figura 2) são: 15cm de altura e 10cm diâmetro. Sua estrutura é composta por equipamento cilíndrico de metal, com aparência próxima a um anel, com uma das bases pontiagudas com o intuito de facilitar a entrada no solo.

Figura 3. Infiltrômetro utilizado na realização dos experimentos da pesquisa.



Fonte: Rocha, 2022.

Através dessa metodologia é possível analisar a quantidade de água absorvida no solo em um determinado período de tempo, diante dos mais variados tipos de uso no solo. O experimento total tem a duração de 30 minutos em cada ponto. Inicialmente a quantidade de água infiltrada é analisada nos primeiros 30 segundos até chegar aos 120 segundos, em seguida passa a ser observado a cada 1 minuto. Quando a água chega aos 5 cm dentro do cilindro, são necessárias novas recargas até que seja possível atingir os 10 cm, ou seja, as recargas foram feitas sempre que a água chegava a 5 cm, sendo necessário preencher o interior do cilindro até atingir os 10 cm novamente.

Para marcar a quantidade de água infiltrada durante o experimento foi utilizada uma régua graduada, e em seguida foi adicionada água no interior do cilindro até atingir 10 cm de altura. Sendo assim, foram observadas as variações da infiltração em centímetros em relação ao tempo e os valores anotados em planilha específica.

Figura 4. Infiltrômetro com água e regra graduada durante a realização do experimento.



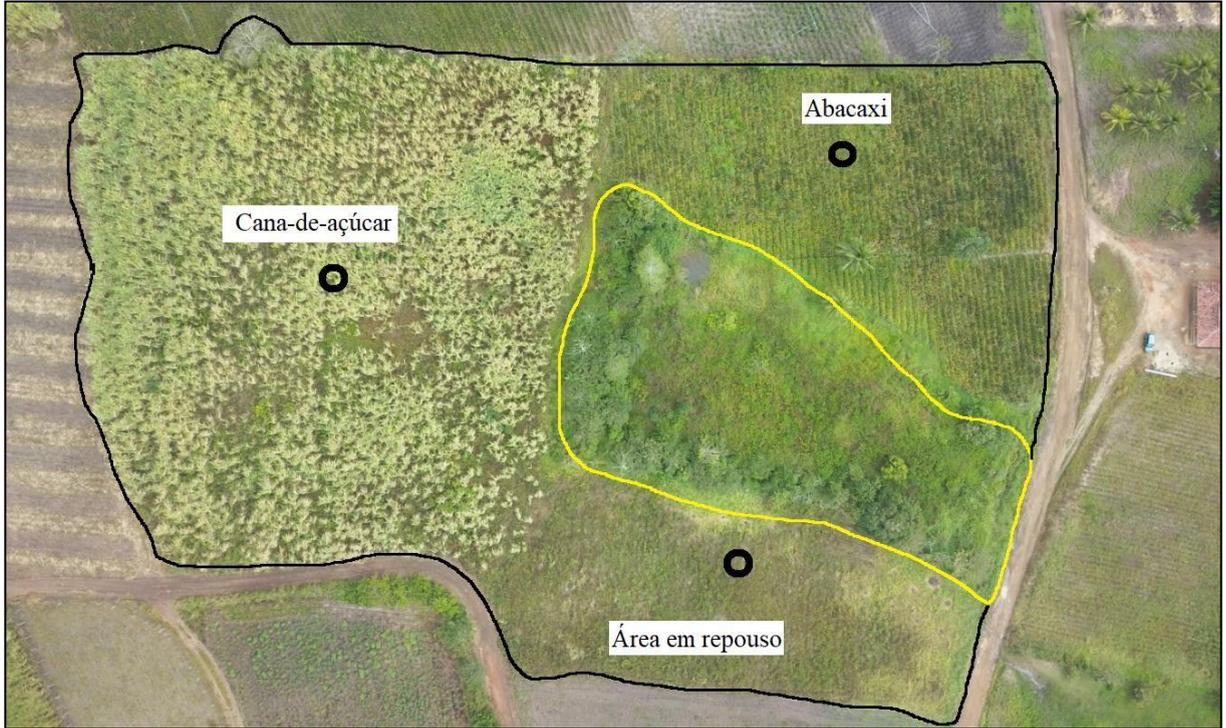
Fonte: Acervo do autor, 2023.

O infiltrômetro é inserido no solo até chegar a 5 cm de profundidade, tal processo deve ser realizado com precisão para que não ocorra modificação ou alguma alteração na camada superficial do solo. Através dessa metodologia foi possível analisar a quantidade de água absorvida no solo em um determinado período de tempo e obter a taxa de infiltração de água no solo diante das diferentes culturas analisadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

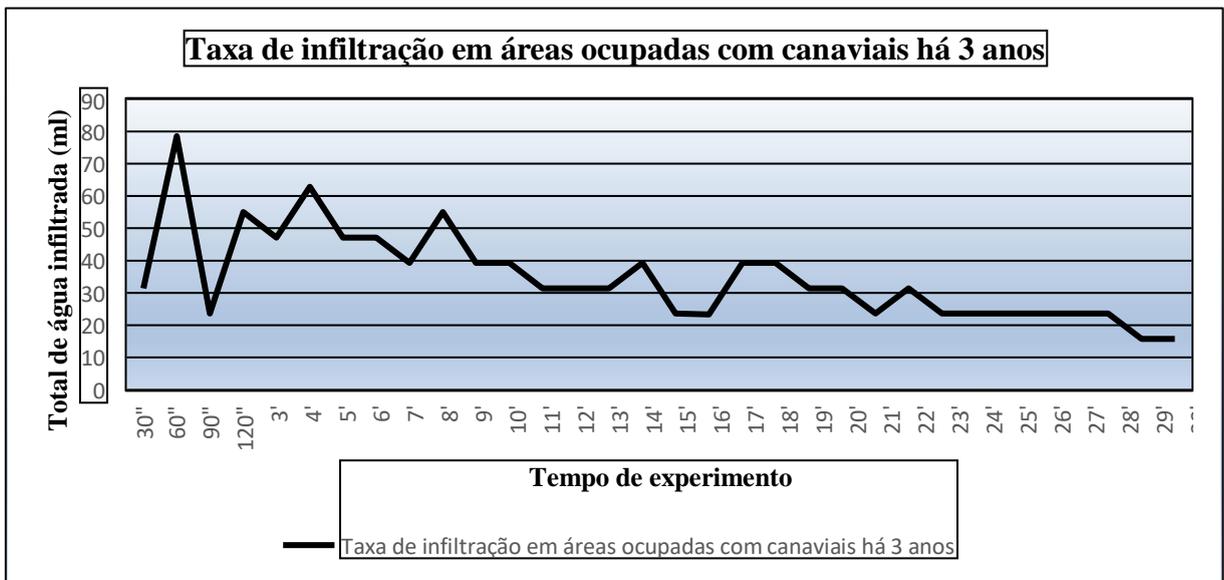
Nos locais onde se aplicou o experimento, constatou-se que a água infiltra de diferentes formas no solo. Essa variação de infiltração pode estar diretamente ligada ao tipo de manejo das atividades agropecuárias nesses locais. Ao todo foram aplicados três testes em culturas distintas ao redor da nascente na área de estudo (figura 4). O gráfico 1 mostra a proporção da infiltração da água no solo diante da plantação de cana-de-açúcar durante o experimento.

Figura 5. Demonstração da área de recuperação (linha preta), área da nascente (linha amarela) e pontos de realização do experimento (círculos pretos) no sítio Curral Grande no município de Itapororoca-PB.



Fonte: acervo do autor, 2023.

Gráfico 1. Taxa de infiltração em áreas ocupadas com canaviais há 3 anos.



Fonte: dados da pesquisa, 2023.

O volume infiltrado de água no solo na cultura de cana-de-açúcar plantada há 3 anos, foi de 1.086,70 ml. A partir dos dados observados fica perceptível um volume baixo de infiltração, esses resultados são influenciados pela inclinação do terreno (figura 6).

Figura 6. Experimento com infiltrômetro em área de Canavial.



Fonte: acervo do autor, 2023.

Segundo Garcia (2020) áreas inclinadas tendem a propiciar maior escoamento superficial da água e baixas taxas de infiltração, ou seja, a tendência que a declividade aumenta, eleva o escoamento superficial e reduz da taxa de infiltração de água no solo, uma vez que a rampa da declividade acelera a velocidade do escoamento da água. Por sua vez, o solo sem inclinação, pode garantir uma infiltração adequada e reduzir as perdas de água que neste caso, se elevam por escoamento superficial (VIDALETTI et al., 2021).

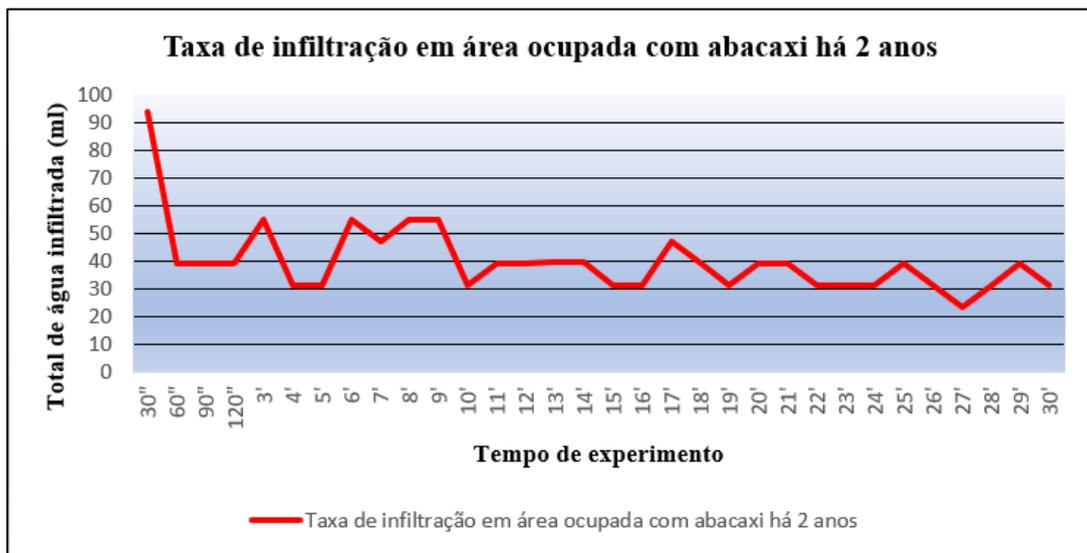
Nessa mesma discussão, segundo Rocha (2022) área ocupadas com a cana-de-açúcar podem se tornar mais compactada, alterando as propriedades do solo de forma mais intensa, diminuindo assim a porosidade das camadas superficiais pela utilização constante de máquinas pesadas, principalmente na colheita, e agrotóxicos no processo produtivo, que diminuem de forma efetiva a produção de matéria orgânica e em consequência a capacidade de absorção de água, favorecendo assim o escoamento superficial.

Quando ocorre o escoamento superficial da água no solo, ocorre também o arraste de

nutrientes, o que pode ser potencializado pela inclinação do terreno. A água e nutrientes perdidos pelo escoamento não ficam mais disponíveis para as plantas, sendo removidos por processos erosivos, na contramão disso, a infiltração adequada de água no solo representa um baixo nível de escoamento superficial e, conseqüentemente, de erosão.

O segundo ponto analisado foi uma área onde está plantada a cultura do abacaxi. O volume infiltrado de água no solo na cultura de abacaxi plantada há 2 anos foi de 1.279,55 ml, como representado no gráfico a seguir:

Gráfico 2. Taxa de infiltração em áreas ocupadas abacaxi há 2 anos.



Fonte: dados da pesquisa, 2023.

Realizando um comparativo com parâmetros de um solo em boas condições, os dados obtidos a partir da análise da infiltração de água em cultura de abacaxi se mostrou de forma insatisfatória, uma vez que o local de aplicação do experimento apresentava baixa inclinação (figura 7), fator esse que não contribui para o escoamento de forma rápida da água e conseqüentemente para uma possível menor taxa de infiltração.

Figura 7. Experimento com infiltrômetro em área de Abacaxi.



Fonte: acervo do autor, 2023.

Para Sobrinho (2003) na cultura de abacaxi é observada a interferência de alguns atributos ou fatores de solo, especialmente a macroporosidade, o tipo de manejo e o selamento superficial, que induzem a uma baixa infiltração de água. Essa dinâmica conduz para uma grande perda de água, aumentando seu escoamento e contribuindo para a diminuição da infiltração.

O terceiro ponto analisado foi uma área que estava em repouso. O volume infiltrado de água no solo na área em repouso foi de 384,65 ml e representadas no gráfico a seguir:

Gráfico 3. Taxa de infiltração em área de repouso.



Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A infiltração nessa área foi bastante baixa, esse fato pode inclusive ser determinado devido as culturas utilizadas no passado e não relatadas pelo dono da propriedade. Apesar de ser uma área em repouso, em estágio inicial de regeneração natural, foi observado uma baixa cobertura vegetal no local e pouca presença de matéria orgânica (figura8). Como resultado disso, o solo que ficou bastante exposto ao sol e aos impactos das gotas de chuva, o que ocasionou o desenvolvimento de uma crosta superficial que dificulta a entrada de água.

Figura 8A. Experimento na área em repouso.



Fonte: acervo do autor, 2023.

Figura 8B. Área em repouso sem vegetação.



Fonte: acervo do autor, 2023.

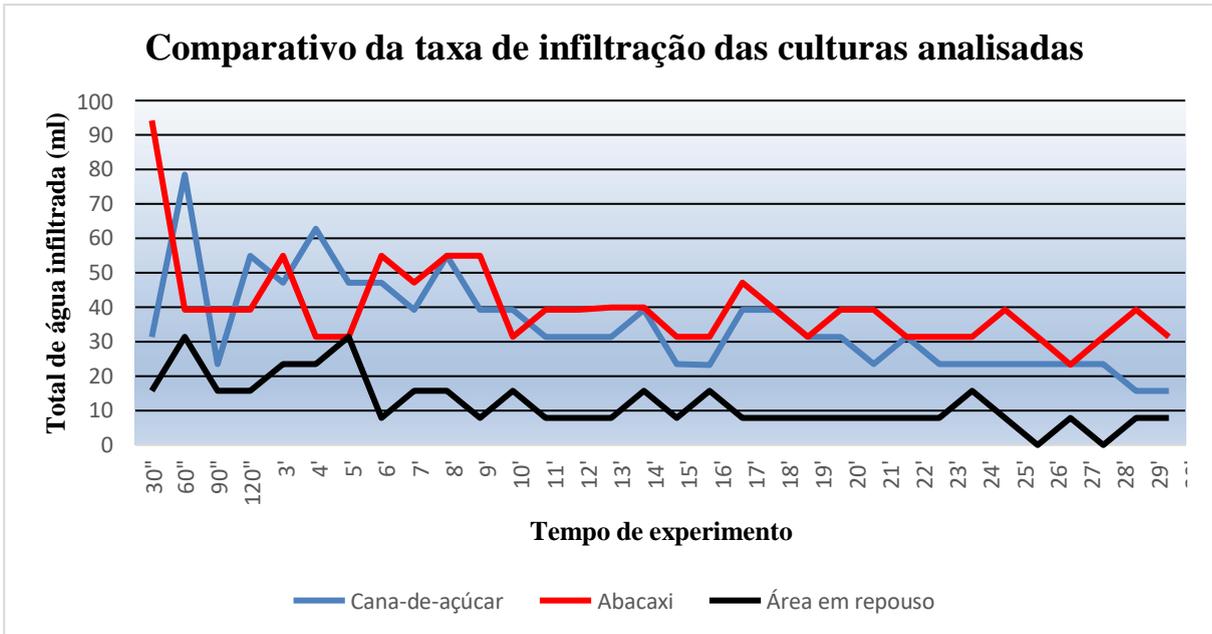
O uso de cobertura vegetal, nesse contexto, minimiza os danos causados pela ação erosiva das gotas de chuva, além de proporcionar aumento da umidade, redução do escoamento, erosão hídrica, aumenta a infiltração de água e controle da temperatura do solo (VIDALETTI, 2021). Com isso, contribui para impedir a desagregação das partículas pelo contato direto com as gotas de chuvas.

A matéria orgânica exerce importante papel na cobertura do solo, ao reduzir o impacto das gotas da chuva, o incremento de matéria orgânica e o sistema radicular contribuem para a melhoria dos atributos físicos, relacionados à infiltração de água e à agregação, e, conseqüentemente, contribuem para a redução da erodibilidade.

Segundo Sobrinho (2003) solo com cobertura vegetal tem taxa de infiltração maior que o solo sem cobertura vegetal, pois a presença do sistema radicular facilita a infiltração da água no solo possibilitando maior velocidade de infiltração e, também maior acúmulo de água.

No gráfico 4 a seguir será apresentado um comparativo com os três tipos de culturas analisadas (cana-de-açúcar, abacaxi e área em repouso) representados no gráfico a seguir:

Gráfico 4. Comparativos de taxa de infiltração nas culturas analisadas.



Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A partir da análise dos três tipos de culturas (cana-de-açúcar, abacaxi e área em repouso) fica nítido que a infiltração se deu de forma distinta nas diferentes coberturas do terreno da área de estudo. O abacaxi teve maior taxa de infiltração de água no solo, seguido da cultura de cana-de-açúcar e por fim da área em repouso, que apresentou menor desempenho.

A diferença pode estar ligadas a diversos fatores, como a estrutura do solo, coberturas vegetais, inclinação do terreno, dentre outras coisas. Todavia, nessa pesquisa específica, fica claro que o tipo de cultura impacta de forma contundente nesses resultados, por exemplo, na cana-de-açúcar devido a compactação do solo por máquinas pesadas que percorrem a plantação, dificultando assim a infiltração de água.

A cultura de abacaxi teve melhor infiltração de água em relação as demais culturas observadas, possivelmente devido o menor fluxo de máquinas pesadas, que só se dá no plantio, e a pouca utilização de agrotóxico pelo produtor, uma vez que, segundo rocha (2022) o uso de herbicidas utilizada no cultivo do abacaxi também influencia no processo da infiltração da água no solo, pois esse agrotóxico dificulta o pleno desenvolvimento da vegetação, diminuindo assim, a formação da matéria orgânica contida no solo. Essa prática, além de diminuir a infiltração, aumenta o fluxo de água na superfície e, em consequência, os processos erosivos.

Já os resultados com níveis mais baixos de infiltração da área em repouso estão

relacionados aos usos pretéritos desse local e a falta de vegetação de porte favorável a proteção do solo por um período prolongado, favorecendo assim a compactação e a indisponibilidade de matéria orgânica, fatores importantes na manutenção da infiltração de água no solo.

Para a revitalização ou restauração de áreas de nascentes, além do levantamento florístico, são necessárias outras medidas como um planejamento de implementação de reflorestamento. Desta forma é preciso realizar arranjo institucional de forma adequada, fornecer informações como também promover assistência técnica aos produtores sobre as espécies que serão introduzidas no plantio, isso no intuito de promover uma interação do produtor com o processo de revitalização.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das três áreas amostradas apresentarem uma baixa taxa de infiltração de água, a inclinação da área, o tipo da produção agrícola, o uso de agrotóxicos, a ausência de vegetação, a criação de crosta no solo, a falta de matéria orgânica e o escoamento superficial das águas das chuvas são fatores determinantes que dificultam a infiltração de água no solo.

De forma geral, conclui-se que a baixa taxa de infiltração de água no solo nas áreas amostradas se dão principalmente pela compactação do solo nas camadas iniciais nas áreas de cultivo que, por consequência, reduz os poros e dificulta a entrada da água no solo, alterando as suas propriedades física e sua estrutura.

Outro fator importante a se observar é a utilização de agrotóxico utilizado a longo prazo, como foi o caso na área em estudo, que dificulta o pleno desenvolvimento da vegetação, diminuindo assim a formação da matéria orgânica e a capacidade de absorção de água pelo solo. A diminuição da matéria orgânica expõe o solo ainda mais ao sol o que possibilita a formação de crosta superficial que impede ainda mais a entrada de água e facilita seu escoamento superficial.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. **Documento de introdução, Plano Nacional de Recursos Hídricos, iniciando o Processo de Debate Nacional**. Brasília (DF),2005.
- BRANDÃO, V. S.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração de água no solo**. Editora UFV, Viçosa, 2006. 120p.
- BRIZZI, Raphael Rodrigues; DE SOUZA, Andréa Paula; DA COSTA, Alexander Josef Sá Tobias. Relação entre a infiltração da água nos solos e a estabilidade dos agregados em sistemas de manejos diferentes na bacia hidrográfica do rio são romão–nova friburgo/rj. **Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 19, n. 67, p. 304-321, 2018.
- CARLESSO R.; ZIMMERMANN F. L. (2000). **Água no solo: parâmetros para dimensionamento de sistemas de irrigação**. Ed. UFSM, Santa Maria – RS, 88p.
- CECÍLIO, R.A.; MARTINEZ, M.A.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D. & ATAÍDE, W.F. **Substituição dos parâmetros do modelo de Green-Ampt-Mein-Larson para a estimativa da infiltração em alguns solos do Brasil**. R. Bras. Ci. Solo, 31:1141-1151, 2007.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Itapororoca**. Recife. 2005. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/ITAP089.pdf>> Acesso em:19/06/2022.
- COELHO NETTO, A. L. **Hidrologia de encosta em interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. Cap. 3, p 93-209.
- COELHO NETTO, Ana L. **Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia**. In: Guerra, Antônio J.T.; Cunha, Sandra B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.
- COUTINHO, Artur Paiva et al. Comportamento da infiltração de água no solo em parque urbano. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, n. 2020, 2020.
- COLERIDGE, S. T. **O ciclo hidrológico e a água subterrânea**. In: PREES, F; et al (org). **Para Entender a Terra**. Tradução de Rualdo Menegat (coord.). 4ª Ed. Porto Alegre/RS: Artemed Editora S.A, 2006. Cap. 13, p. 312-338

- CONAMA. **Legislação ambiental**. Disponível em [http:// www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama). Acesso em 15/06/2022.
- DA SILVA, Ivanildo Costa. Estudo da capacidade de infiltração de água diante de diferentes usos do solo no município de Itapororoca/PB. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 648-662, 2012.
- DE ALMEIDA JÚNIOR, Milton Cesar Delgado; DE CASTRO, Patrícia Alves Leão; SANTOS, Gilmar Oliveira. Taxa de infiltração de água no solo em diferentes usos do solo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 2, p. 115-121, 2020.
- FLACH, Cláudia Werner; ALVES, Edvania Aparecida Corrêa; MEURER, M. Taxa de infiltração da água e resistência mecânica à penetração em solos submetidos a diferentes usos na região da Serra de Sudeste/RS. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 73, p. 223-242, 2020.
- FEITOSA, F. A. C. et al. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.
- FORSYTHE, Warren. **Física de Suelos: Manual de Laboratório**. Costa Rica: IICA, 1975.
- FURQUIM, Leonnardo Cruvinel et al. Infiltração de água e resistência do solo à penetração em sistemas de cultivos integrados e em área de pastagem degradada. In: **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215**. 2020. p. 82-95.
- GARCIA, Y. M. et al. Declividade e potencial para mecanização agrícola da bacia hidrográfica do Ribeirão Pederneiras - Pederneiras/SP. *Bioeng - Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 14, n. 1, p.62-72, 2020.
- GEO Brasil 2007: **Recursos hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA, ANA, 2007. 264 p. (GEO Brasil Série Temática: GEO Brasil Recursos Hídricos).
- GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas**. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Orgs). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/plano-nacional-derecursos-hidricos> > Acesso em: 19/06/2022.
- MMA/SRHU. **Águas subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido**. BrasíliaDF, 2007, 40p.
- MMA/ANA, **Ministério do Meio Ambiente, Agencia Nacional de Águas**. 2007. **GEO Brasil - Recursos Hídricos: Componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil**. MMA, ANA, Brasilia, 264 p.
- NASCIMENTO, Laecio Guedes et al. Análise da velocidade de infiltração de água no solo por meio de anéis concêntricos na zona leste da cidade de Teresina-PI. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15168-15178, 2020.
- NERY, Aparecida Rodrigues et al. **INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NOS SOLOS CULTIVADOS**

COM PALMA FORRAGEIRA E PASTAGEM NO IFCE CAMPUS CRATO. **Revista Acta Kariri-Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 2, n. 1, 2020.

NUNES, V.S. **Agricultura irrigada x Saúde ambiental: existe um conflito**. Disponível em: http://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?3620. Acesso em: 13/06/2022.

OLIVEIRA, Diogo Botelho Correa; DE ALBUQUERQUE SOARES, Willames; DE HOLANDA, Marco Aurelio Calixto Ribeiro. Análise de desempenho de modelos de infiltração unidimensional de água no solo. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 1, p. 35-42, 2018.

OLIVEIRA, A. S.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R. **Water dynamics in springs recharge areas in two environments in the alto rio grande region**, Minas Gerais. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 25, n. 1, p. 59–67, 2020.

PAIXÃO, F. J. R; et al. **Estimativa da infiltração da água no solo através de modelos empíricos e funções não lineares**. *Revista de biologia e ciências da terra. Campina Grande/PB*, v.5, nº 1, p. 2-12, 2004.

PINHEIRO, A.; TEXEIRA, L.P.; KAUFMANN,V. **Capacidade de Infiltração de água em solo sob diferentes usos e praticas de manejo agrícolas**. *Ambi-Agua. Taubaté (SP)*, v. 4 n.2, p. 188-199, 2009.

PINTO, Oswaldo da Silva. **Podzólicos Vermelho-Amarelo Eutrófico**. 2014. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=1010>. Acesso em: 20 fev. 2023.

PREVEDELLO, C.L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Ed. SAEAFS. Curitiba, PR, 1996. 446p.

RUCKER, D. **A coupled electrical resistivity-infiltration model for wetting front evaluation**. *Vadose Zone J.*, 8:383-388, 2009.

SANTOS, Gilmar Oliveira; VANZELA, Luiz Sérgio; DE FARIA, Rogério Teixeira. Manejo da Água na Agricultura Irrigada. **BOLETIM TÉCNICO**, v. 1, n. 01, 2018.

SILVA, Tatiane Viegas da. Diagnóstico do manancial de abastecimento público de Itapororoca-PB. 2018.

SILVEIRA, André L. da.; Louzada, José A.; Beltrame, Lawson F. **Infiltração e armazenamento no solo**. In: TUCCI, Carlos E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed.Universidade; ABRH, EDUSP, 1993.

SOBRINHO, Teodorico Alves et al. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 191-196, 2003.

SOUZA, Sara Fernandes de; ARAÚJO, Maria do Socorro Bezerra de. **Avaliação da cobertura vegetal densa na sub-bacia do rio Natuba no Estado de Pernambuco**. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.7753.

STÜRMER, S. L. K.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; PEDRON, F. A.; MENEZES,

F. P. **Relação da granulometria do solo e morfologia do saprolito com a infiltração de água em Neossolos Regolíticos do rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2057-2064, 2009.**

TARTARI, Diandra Trindade et al. Perda de solo e água por erosão hídrica em argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 85-93, 2012.

TEIXEIRA, E. C.; FRAGA, M. R.; RESENDE, M.; DARÉ, J. C.; LOPES, M. E. P. de A. (2009). **“Projeto Sossego: integrando experiências de gestão de recursos hídricos e desenvolvimento sustentável local”** In **Anais do I Simpósio de Experiências em Gestão de Recursos Hídricos por Bacia Hidrográfica**, São Pedro, SP, Nov. 2009.

TOMASINI, Bruno A. et al. Infiltração de água no solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar sob diferentes sistemas de colheita e modelos de ajustes de equações de infiltração. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 1060-1070, 2010.

VIDALETTI, Vitória Fenilli et al. Impacto da cobertura do solo, declividade e precipitação na infiltração de água no solo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 17, p. e193101724562-e193101724562, 2021.

WANG, Q.; HORTON, R. & FAN, J. **An analytical solution for one-dimensional water infiltration and redistribution in unsaturated soil.** *Pedosphere*, 19:104-110, 2009.

WESSELEK, G.; PLAGGE, R.; LEIJ, F.J.; GENUCHTEN, M.T. **Analysing problems in describing field and laboratory measured soil hydraulic properties.** *Geoderma*, Amsterdam, v.64, p. 93-110, 1994.