

ESTUDO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA DIANTE DE DIFERENTES USOS DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ITAPOROROCA/PB

Ivanildo Costa da Silva
Universidade Federal da Paraíba
ivan13silva@yahoo.com.br

EIXO TEMÁTICO: RISCOS, SOCIEDADE E FENÔMENOS DA NATUREZA

RESUMO

A água é essencial para manutenção das atividades humanas e é utilizada de forma intensa para fins econômicos pela sociedade atual. Como resultado surge diversos problemas que estão relacionados à sua contaminação, acumulação, escassez e/ou infiltração. O município de Itapororoca no estado da Paraíba necessita de estudos que revelem como as atividades econômicas exercidas sobre o solo podem influenciar no processo de infiltração de água. Desta forma, diante da necessidade constante que o município tem de recarregar seu aquífero, de onde retira a água para ser abastecido, esta pesquisa é de fundamental importância, pois, pode revelar quais são as atividades que mais afetam o processo de infiltração. Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar as diferenças na capacidade de infiltração de água no solo do município de Itapororoca/PB diante de diferentes usos. Para verificar as taxas de infiltração em cada tipo de uso de solo foi utilizado um infiltrômetro de anel único idealizado por Hills (1970) e adaptado por Guerra (1996). Os resultados mostram que as áreas onde as atividades humanas são exercidas com mais intensidade sobre o solo as taxas de infiltração são menos expressivas.

Palavras - chaves: Água; Infiltração; Aquífero; Uso do solo.

ABSTRACT

The water is essential for maintenance of the human activities and it is used in an intense way for economical ends for the current society. As result appears several problems that are related to his/her contamination, accumulation, shortage and/or infiltration. The municipal district of Itapororoca in the state of Paraíba needs studies to reveal as the economical activities exercised on the soil can influence in the process of infiltration of water. This way, due to the constant need that the municipal district has to recharge his/her watery one, from where removes the water to be supplied, this research is of fundamental importance, because, he/she can reveal which are the activities that more they affect the infiltration process. This research has as general objective to analyze the differences in the capacity of infiltration of water in the soil of the municipal district of Itapororoca/PB before different uses. To verify the infiltration taxes in each type of soil use an infiltrometer of only ring it was used idealized by Hills (1970) and adapted by Guerra (1996). The results show that the areas where the human activities are exercised with more intensity on the soil the infiltration taxes are less expressive.

Key- words: Water, Infiltration, Watery, I Use of the soil.

JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA

Os estudos relacionados aos processos que envolvem a distribuição e utilização da água na superfície e em subsuperfície da terra se tornam cada vez mais necessários e urgentes diante das intervenções humanas no equilíbrio natural desse recurso. “Um dos problemas mais graves que a

humanidade vem enfrentando diz respeito à água, cada vez mais carente, cada vez mais poluída (LEINZ; AMARAL, 1987).

Essa carência e poluição são decorrentes de diferentes processos que impedem a infiltração e/ou acumulação da água em determinados reservatórios e de resíduos poluentes que resultam de diferentes atividades econômicas como agricultura, remoção das coberturas vegetais e eliminação de rejeitos urbanos, domésticos e industriais. “O cuidado com a água é uma das mais nobres ações que podemos realizar em prol das gerações futuras e pelas melhorias das condições de vida no presente” (BRASIL, 2005, p.7).

Segundo Coleridge (2006), a água esta distribuída no planeta da seguinte forma: água salgada (oceanos e mares) 95,96% e água doce (rios, lagos, geleiras, água subterrânea, atmosfera e biosfera) 4,04%. De modo geral estes reservatórios estão interligados através dos processos naturais que se desenvolvem e evoluem desde a formação da terra. O ciclo hidrológico é a principal fonte renovadora que interliga os recursos hídricos disponíveis em nosso planeta. Para Karmann (2003) esse ciclo é formado pelo constante intercâmbio que ocorre entre os reservatórios naturais de água da terra através da energia solar.

O Brasil tem grande abundância no tocante a reservatórios de água doce em superfície e em subsuperfície, resultado da sua posição geográfica atual e dos atributos naturais que lhe confere esta capacidade de acumulação. Porém, este potencial hídrico, não esta distribuído de forma homogênea em todo território nacional. Em algumas regiões ocorre grande carência de água decorrente de fatores naturais que variam nas diferentes regiões desse país de dimensões continentais e de ações governamentais ineficazes.

Diante das informações referentes à distribuição e utilização da água em nosso cotidiano no planeta, entende-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. Nesse sentido, os estudos referentes à infiltração de água no solo são também relevantes, pois, podem esclarecer diversas questões importantes para utilização racional tanto da água como do solo pela sociedade.

Segundo Lourenção e Honda (2007) e Paixão e outros (2004),

O conhecimento da taxa de infiltração da água no solo é de fundamental importância para definir técnicas de conservação do solo, planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, bem como auxiliar na composição de uma imagem mais real da retenção da água e aeração no solo (PAIXÃO et al., 2004).

O processo 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. “O manejo do solo afeta a capacidade de infiltração à medida que interfere nas propriedades do solo e nas condições de superfície e nos fatores naturais” (PINHEIRO et al., 2009).

Para Coelho Netto (2007), a infiltração é o movimento da água dentro do solo. A mesma autora afirma que o termo infiltração foi proposto por Horton (1933) para expressar a água que molha ou que é absorvida pelo solo. O movimento da água no subsolo Horton citado por Coelho Netto (2007) chamou de percolação. Paixão (2004) afirma que a infiltração da água no solo é um processo dinâmico de penetração vertical através da sua superfície.

Em primeiro plano a água tem um primeiro contato com a área de aeração ou não-saturada em seguida com a acumulação da água no subsolo é formada a área saturada, ou seja, onde os poros do subsolo, seja da rocha ou solo, estão preenchidos e não podem mais receber água. O contato entre essas duas áreas, saturadas e não-saturadas, é chamado de nível freático ou hidrostático e sua localização em relação à profundidade vai depender de vários fatores como exploração humana, quantidade de recarga disponível, entre outras.

Diante do exposto, o município de Itapororoca no Estado da Paraíba necessita de estudos que revelem quais são as melhores formas de manter o potencial de infiltração de água no solo, pois, o citado município dispõe de sistema de abastecimento de água independente que se torna cada vez mais deficiente devido às condições naturais da área de recarga do aquífero e do sistema de distribuição precário do qual dispõe o município.

OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar as diferenças na capacidade infiltração de água no solo do município de Itapororoca/PB diante de diferentes usos do solo. Com o conhecimento dessa variação estará disponível aos órgãos de planejamento municipal um instrumento com informações importantes sobre os impactos que determinados usos do solo podem causar no processo de infiltração de água.

De forma específica os principais objetivos dessa pesquisa é verificar os tipos de atividades que são desenvolvidas sobre a área de recarga do aquífero; Diagnosticar os principais problemas causados pelas atividades humanas que são desenvolvidas na área de estudo; Elaborar propostas para a melhor utilização solo, no sentido de manter uma maior capacidade de infiltração.

MATERIAL E MÉTODO

Em um primeiro momento foi realizado um minucioso levantamento bibliográfico, no qual foram obtidos documentos de fundamental importância para pesquisa a exemplo de Coelho Netto (2007), Guerra (1996), Tricart (1977) e PARAÍBA (2006).

Nos testes de infiltração foi utilizado o infiltrômetro de Hills (1970), adaptado por Guerra (1996). Esse infiltrômetro tem 15 cm de altura e 10 cm de diâmetro. O mesmo é composto por 1 (um) anel e tem estrutura metálica, sendo uma das bases chanfrada até ficar afiada para facilitar a penetração no solo. Com esse instrumento é possível realizar os experimentos utilizando uma pequena quantidade de água.

O infiltrômetro foi utilizado para se verificar a quantidade de água que penetra no solo em função do tempo, diante dos diferentes tipos de uso do solo, considerando a estrutura do cilindro acima citada e a forma de utilização expressa mais adiante. As orientações metodológicas propostas por Guerra (1996) não serão seguidas em sua totalidade. Pois, como bem afirma o autor, o infiltrômetro idealizado por Hills (1970) pode ser usado em diversas situações. Como sugere o autor citado, para se obter o total de água infiltrada em mililitros a cada tempo de experimento utilizou-se a fórmula $\pi.r^2. h$.

Antes de realizar o experimento foram definidas as áreas nas quais seriam realizados os testes. Foram efetuadas 6 (seis) testes, todos no mês de dezembro, período de estiagem e alta absorção de água pelo solo. Os pontos estudados estavam ocupados da seguinte forma:

1 - Mata preservada em relevo suave ondulado

Coordenadas:

Lat: 06° 48' 38.1"

Long: 35° 15' 22.3"

Alt: 149 m

2 – Cana-de-açúcar replantada há 2 anos em relevo plano

Coordenadas:

Lat: 06° 48' 36.6"

Long: 35° 15' 22.1"

Alt: 139

3 - Cana-de-açúcar Plantada há mais de 5 anos em relevo plano

Coordenadas:

Lat: 06° 47' 38.4"

Long: 35° 14' 49.3"

Alt: 179

4 - Área em repouso, vegetação herbácea em relevo suave ondulado

Coordenadas:

Lat: 06° 48' 32.4"

Long: 35° 15' 17.8"

Alt: 145m

Observações: Há 4 (quatro) anos era plantado abacaxi na área. Nos 3 (três) anos seguintes foram plantadas culturas de ciclo curto com períodos de repouso aleatórios e há alguns meses a cobertura é composta apenas por vegetação herbácea.

5 - Plantio de Abacaxi (*Ananas comosus. l. merril*) em relevo suave ondulado

Coordenadas:

Lat: 06° 48' 38.4"

Long: 35° 15' 30.6"

Alt: 146m

6 - Pasto em relevo suave ondulado

Coordenadas:

Lat: 06° 48' 36.3"

Long: 35° 14' 32.9"

Alt: 143m

O infiltrômetro foi introduzido no solo até atingir uma profundidade de 5 cm com o auxílio de um pedaço de madeira. Foi colocada no seu interior uma régua graduada que ficou presa a sua base lateral por um pedaço de roupas. Em seguida foi adicionada água no seu interior até atingir a altura de 10 cm. A partir daí foram efetuadas as verificações da infiltração em centímetro (cm) em relação ao tempo (t).

Inicialmente foram anotadas a infiltração ocorrida a cada 30 segundos até atingir a marca de 120 segundos. Depois desse ponto as anotações foram efetuadas a cada 1 minuto até atingir o tempo total do experimento (30 minutos). Sempre que a água no interior do cilindro atingiu 5 cm, o mesmo foi imediatamente preenchido até atingir novamente os 10 cm. Todas as vezes que isso ocorrer deve-se marcar com um asterisco (*) o tempo que ocorreu.

Para obter a quantidade de água infiltrada em centímetro a cada unidade de tempo deve-se seguir da seguinte forma:

Tempo no experimento (min.)	Total de água infiltrada a cada tempo (cm)	
30"	1,2	Total de água infiltrada no 1º tempo.
60"	1,7	Subtrai-se o 2º valor pelo 1º.
90"	2,1	Depois o 3º pelo 2º e assim por diante até atingir o tempo total do

		experimento (30 minutos).
--	--	---------------------------

Nota-se que nos 30 segundos iniciais houve a infiltração de **1,2 cm**; Aos 60 segundos a infiltração foi de **1,7 cm**. Para saber quantos centímetros infiltraram no 2º tempo marcado é só seguir a seguinte fórmula:

t2 – t1 = tit onde:

t2 = Total de água infiltrado no segundo momento;

t1 = Total de água infiltrado no primeiro momento;

tit= Total de água infiltrado no tempo em questão.

1,7-1,2 = 0,5 cm infiltrado no 2º tempo (60 segundos).

Quando o nível da água atingir os 5 cm no interior do cilindro e houver a recarga (*), o cálculo de infiltração deve ser feito da seguinte forma:

Tempo no experimento (min.)	Total infiltrado a cada tempo (cm)	
24'	4,5	Do tempo 24' para o 25' seguindo a fórmula acima o resultado é 0,2 cm infiltrado.
25'	4,7*	Do tempo 25' para o 26' como houve a recarga, deve-se subtrair 5 pelo número marcado no tempo 25' (ou qualquer tempo em que houver a recarga) e depois somá-lo ao total infiltrado no tempo 26'.
26'	0,1	Total infiltrado no tempo 25' = 0,4 cm de água.

Deve-se seguir a seguinte fórmula:

5 – **vir** + **vts** = **ttr** onde:

5 = Valor em cm em que há a recarga do cilindro;

vir = Valor de infiltração no tempo de recarga (*);

vts = Valor no tempo seguinte;

ttr = Total infiltrado no tempo de recarga.

$$5 - 4,7 + 0,1 = 0,4$$

0,4 é o total de água infiltrado no tempo 25' do experimento.

Os dados obtidos foram lançados em Planilha Eletrônica *Excel*, do *Office 2007*, para efetuar os devidos cálculos e gerar os gráficos necessários a melhor visualização dos dados obtidos com os experimentos.

Para a construção do gráfico coloca-se o resultado de cada tempo obtido através dos cálculos acima no eixo vertical e os dados referentes ao tempo (30", 60",... 10',... 30') de experimento no eixo horizontal para assim se obter a taxa de infiltração em centímetro e/ou mililitros quando esses dados são convertidos nesta unidade de medida (Para a conversão utiliza-se a como já citado, a fórmula $\pi.r^2.h$).

A identificação e localização do solo no qual foram efetuados os experimentos foram obtidas em PARAÍBA (2006) e suas características específicas como composição, classes, drenagem e outras, foram publicadas pela EMBRAPA (2009) e comentadas por Manosso (2006).

Todos os experimentos foram efetuados em uma área denominada por PARAÍBA (2006) como *latosol* (latossolo). Este tipo de solo varia bastante em suas características físicas. “Os Latossolos se caracterizam por apresentar avançado estágio de intemperização, são muito evoluídos, resultantes de enérgicas transformações no material original. Variam de fortemente a bem drenados” (MANOSSO, 2006).

De acordo com a EMBRAPA (2009), os latossolos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo. Podem apresentar, em alguns casos, drenagem moderada ou até mesmo serem imperfeitamente drenados, transicionais para condições com certo grau de gleização. São normalmente muito profundos, sendo a espessura do *solum* raramente inferior a um metro. Têm seqüência de horizontes A, B, C, com pouca diferenciação de subhorizontes e transições usualmente difusas ou graduais. Em distinção às cores mais escuras do A, o horizonte B tem aparência mais viva, as cores variam desde amarelas ou mesmo bruno-acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas, nos matizes 2,5YR a 10YR, dependendo da natureza, forma e quantidade dos constituintes - mormente dos óxidos e hidróxidos de ferro - segundo condicionamento de regime

hídrico e drenagem do solo, dos teores de ferro na rocha de origem e se a hematita é herdada dela ou não.

Os valores de tempo (t), na construção dos gráficos, foram inseridos na tabela a cada 2 unidades de tempo cronometradas nos testes de infiltração (60", 120" , 4', 6', ...30'), para que, desta forma, seja possível a total visualização da curva de infiltração diante das dimensões propostas nas páginas desse trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos experimentos chegou-se a resultados que expressam acentuadas diferenças de infiltração entre os diferentes usos do solo. Este fato é decorrente das influências que cada atividade humana exerce sobre o solo. Guerra e Botelho (1996) afirmam que certas formas de manejo do solo afetam seus atributos naturais ora de forma negativa, ora de forma positiva. Tricart (1977) e Guerra (2007) afirmam que a vegetação é um fator muito importante para manutenção do solo e consequentemente influência de forma direta na infiltração de água.

Em área ocupada por mata preservada verificou-se uma taxa de infiltração satisfatória para as condições naturais que se apresentam nesse ponto. A área apresenta uma boa quantidade de serrapilheira, o que contribui para uma maior retenção de água pelo solo e menor fluxo superficial de água, evitando a erosão. "A presença da vegetação aumenta a permeabilidade porque o húmus da decomposição das folhas funciona como material aglutinante" (BRANCO, 1993, p.31).

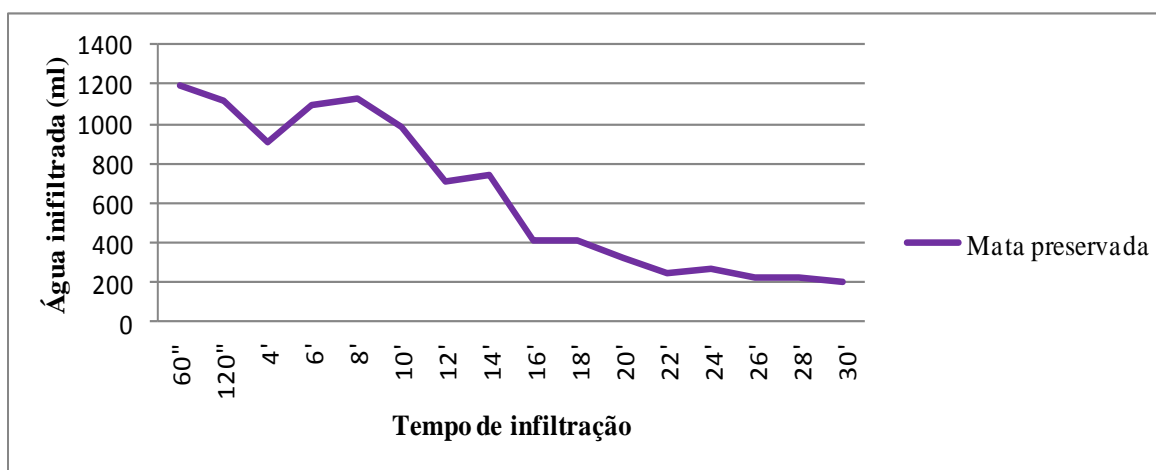


Gráfico 1 - Taxa de infiltração de água em área de mata preservada.
Fonte: Dados da pesquisa.

Ao se observar o gráfico fica claro que ainda não houve a saturação completa do solo e consequentemente ainda esta ativo o processo de infiltração. Em estudos realizados por Pinheiro e outros (2009), foi constatado que na mata nativa houve tendência de estabilização a partir dos 60 minutos.

Em área ocupada com cana-de-açúcar foram realizados teste em dois locais em que a plantação foi realizada em diferentes escalas de tempo. No primeiro local, a cana foi replantada há dois anos e consequentemente houve a remoção do solo nesse período. No segundo, a plantação ocorreu há mais de 5 anos sem remoção do solo nesse período. Nas duas situações a cana foi colhida de forma mecânica e queimada. Ceddia et al., citada por Tomasini et al. (2010), afirma que a queima promove, a degradação de atributos físicos do solo como a redução do diâmetro médio ponderado dos agregados estáveis e o aumento da densidade do solo nas camadas mais superficiais, com consequente diminuição da velocidade de infiltração instantânea. Tomasini et al. (2010) afirma ainda que, em seu estudo, onde ocorreu a colheita da cana queimada de forma mecanizada, houve uma menor infiltração, pela compactação do solo causada pelo tráfego de máquinas pesadas.

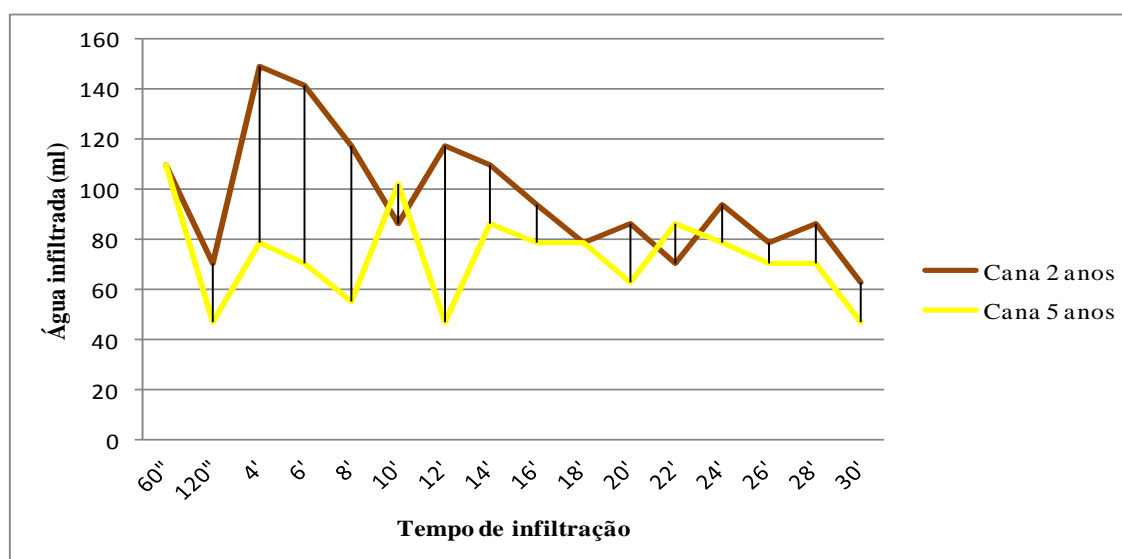


Gráfico 2 – Taxa de infiltração em área ocupada com cana-de-açúcar plantada em diferentes períodos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que na área onde houve a remoção do solo para a replantação da cana há 2 anos, a curva de infiltração apresenta valores mais elevados em quase todo período do experimento. Isso se dá pelo fato que ocorre a ruptura da crosta densa formada no solo através da queima da matéria orgânica no período de colheita, da compactação desenvolvida pela passagem de máquinas pesadas e consequentemente ocorre à aeração com remoção do solo. A tabela 1 mostra a diferença nos índices de infiltração no caso citado.

Tipo de uso do solo	Total infiltrado em ml (30 minutos)	Diferença de infiltração diante dos diferentes usos do solo (ml)
Cana replantada há 2 anos	1562,1	A mais na cana replantada 2 anos
Cana plantada há mais de 5 anos	1177,5	

Tabela 1 – Diferenças na infiltração de água em área plantada com cana em diferentes períodos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nos experimentos efetuados em área de pasto e abacaxi os resultados apresentam variações em decorrência das influências que cada cultura exerce sobre o solo.

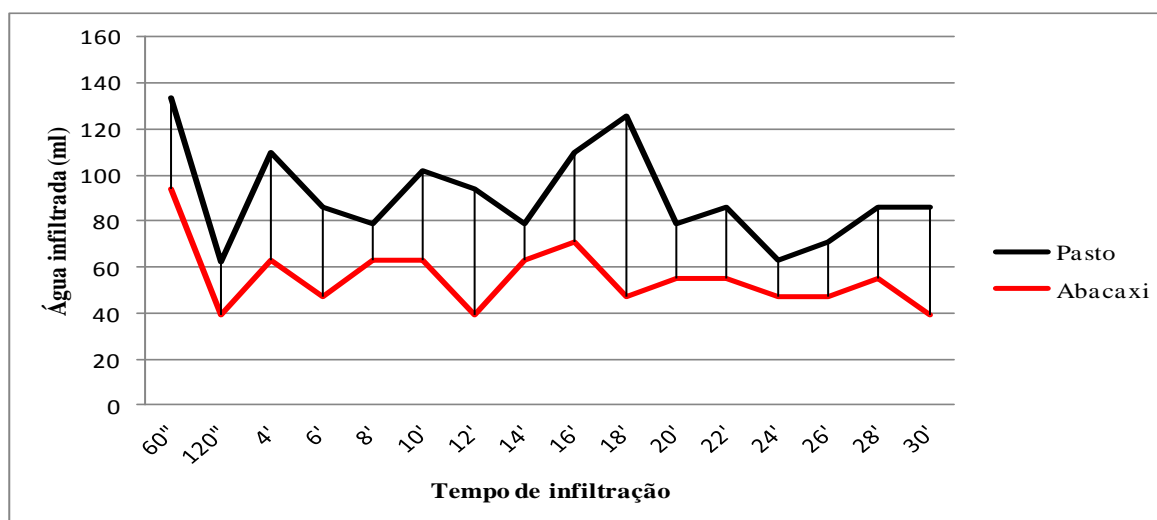


Gráfico 3 – Taxa de infiltração em áreas ocupadas com pasto e abacaxi.

Fonte: Dados da pesquisa.

Branco (1990), afirma que o pisoteio do gado sobre o solo causa a sua compactação e em consequência ocorre a diminuição da infiltração da água no solo. Uma das possíveis causas do abaixo índice de infiltração apresentado no solo cultivado com abacaxi é a utilização de herbicida. Esses agrotóxicos inibem o desenvolvimento da vegetação e em consequência diminui a oferta de matéria orgânica para o solo, o que como já citado dificulta a infiltração de água no solo e aumenta o fluxo superficial.

Os menores índices de infiltração foram obtidos na área em repouso, ocupada atualmente com vegetação herbácea. Essa área esteve, segundo moradores, há 4 anos ocupada com abacaxi. Após esse período, sua utilização tem sido alternada entre culturas de ciclo curto (feijão, milho, mandioca etc.) e repouso. Segundo Guerra e Cunha (2000), culturas de ciclo curto têm ação muito baixa ou nula na proteção do solo, resultando em compactação e uma menor infiltração de água. O gráfico 4 mostra a taxa de infiltração e a tabela 2 mostra a diferença de infiltração entre essa área e a área ocupada com mata preservada.

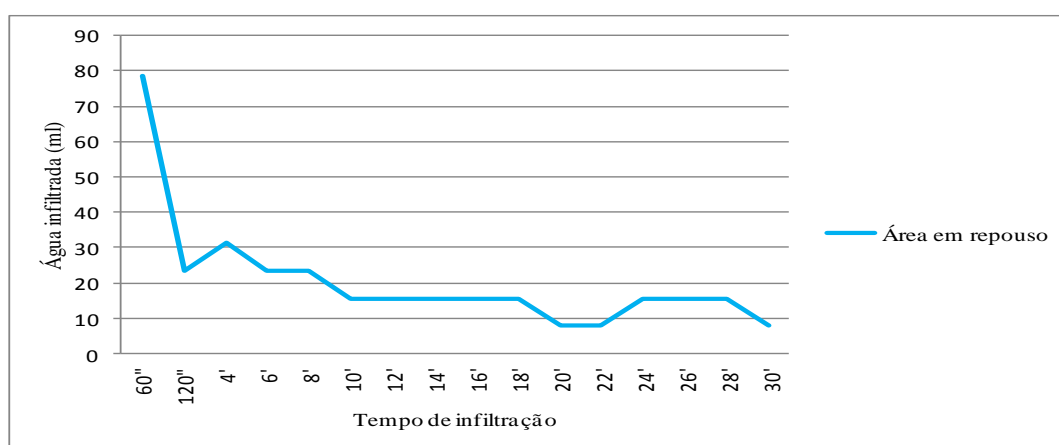


Gráfico 4 – Taxa de infiltração em área em repouso.
Fonte: Dados da pesquisa.

Tipo de uso do solo	Total infiltrado em ml (30 minutos)	Diferença de infiltração diante dos diferentes usos do solo (ml)
---------------------	-------------------------------------	--

Mata preservada	9019,6	A mais em mata preservada
Área em repouso	321,8	

Tabela 2 – Diferenças na infiltração de água em área ocupada com mata preservada e área em repouso.

Fonte: Dados d pesquisa.

A tabela abaixo mostra a quantidade de recargas efetuadas no cilindro em cada experimento diante dos diferentes usos do solo e o total de água infiltrado em cada caso.

Tipo de uso do solo	Total de recargas (30')	Total de água infiltrada (ml)	Total de água infiltrada (cm)
Mata preservada	21	9019,6	114,9
Cana replantada há 2 anos	3	1562,1	19,9
Pasto	3	1373,7	17,5
Cana plantada há mais de 5 anos	2	1177,5	15,0
Abacaxi	2	887,0	11,3
Área em repouso	0	321,8	4,1

Tabela 3 – Recargas realizadas no cilindro em cada experimento e total de água infiltrado em cada caso.

Fonte: Dados da pesquisa

A quantidade de recarga revela a diferença de infiltração entre os diferentes usos do solo, onde, cada recarga representa 5 cm ou 392,5 ml de água infiltrada no solo. O gráfico 5 mostra as diferentes taxas de infiltração apresentadas em todos os pontos estudados.

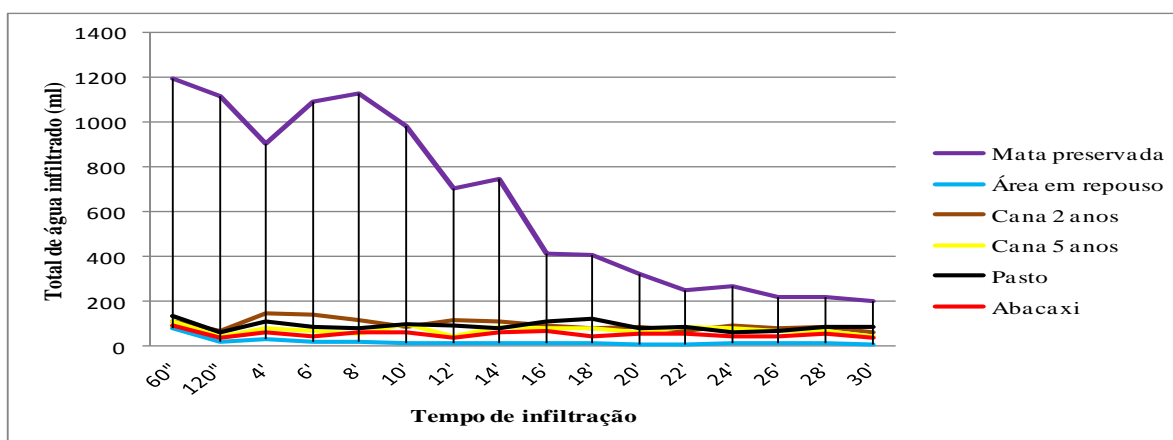


Gráfico 5 – taxas de infiltração de água em diferentes usos do solo.

Fonte: Dados da pesquisa.

As taxas de infiltração expostas no gráfico revelam a influência das atividades humanas na modificação dos índices de infiltração de água no solo. Como já mencionado por Pinheiro et al. (2009), na mata nativa a estabilização da infiltração ocorre por volta dos 60 minutos. Os mesmos autores afirmam ainda que, no cultivo convencional, direto e de pastagem, a estabilização teve início a partir dos 30 minutos, como podemos ver no gráfico acima. Todos os casos já se aproximam do regime estacionário, pois, como afirmam os autores acima citados, as curvas de capacidade de infiltração tendem a retas quando o fluxo de infiltração se aproxima dos regimes estacionários.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados acima expostos, fica claro que as atividades humanas que são exercidas no município de Itapororoca com fins econômicos influenciam de forma direta no processo de infiltração de água no solo e quanto mais próximo das condições naturais estiver o solo, maiores são as taxas de infiltração apresentadas. Isso influencia de forma direta na recarga do aquífero que abastece o município e pode causar sérios problemas a médio e longo prazos visto a grande expansão urbana que o município apresenta e a intensidade que as atividades econômicas são exercidas sobre o solo.

Recomenda-se que sejam realizadas medidas por partes dos agropecuaristas e do poder público que possam minimizar os efeitos de suas atividades sobre o processo de infiltração, a exemplo de colheita da cana-de-açúcar sem queimada; utilização aceitável de agrotóxicos; a manutenção das reservas legais existentes na área de recarga do aquífero e incentivo as atividades alternativas de geração de renda para as comunidades locais, como o turismo e a confecção de artesanatos, diante da exuberância natural e importância científica do município.

REFERÊNCIAS

BRANCO, S. M. **Água, origem, uso e preservação**. 3^a ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1993.

BRANCO, S. M. **Natureza e agroquímicos**. São Paulo: Ed. Moderna, 1990.

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.

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.

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

CORDANI, H. G; TAIOLI, F. **A terra, a humanidade e o desenvolvimento sustentável.** In: TEIXEIRA, Wilson et al., (organizadores). **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de textos, 2003. Cap. 7, p.113-138.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2ª ed. Revisada. Rio de Janeiro/RJ: Embrapa Solos, 2009.

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.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas.** In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUERRA, A. J. T; BOTELHO, R. G. M. **Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos.** Anuário do Instituto de Geociências. [S.l.]. v. 19, p. 93-114, 1996.

HILLS, R. C. **The determination of the infiltration capacity of fields soils using the Cylinder Infiltrometer.** London (UK): British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin, 3, 1970.

LEINZ, V; AMARAL, S. E. **Geologia Geral.** 10ª Ed. Revisada. São Paulo/SP: Companhia Editora Nacional, 1987.

LOURENÇÃO, A; HONDA, E. A. **Influência do reflorestamento com essências nativas sobre a infiltração da água e a velocidade do escoamento superficial.** IF Sér. Reg. São Paulo/SP, n. 31, p. 33-37, jul. 2007.

MANOSSO, D. C. C. **A degradação das propriedades físicas dos latossolos vermelhos distróficos em decorrência dos diferentes usos agrícolas em Florai/PR.** 2006. 107 f. (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

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.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente (SECTMA); Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (AESAs). **Plano Estadual de Recursos Hídricos:** resumo executivo e atlas. Brasília/DF : Consórcio TC/BR – Concremat, 2006. 112p

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

TOMASINI, B. 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.** Eng. Agrícola. [S.l.]. v. 30, n.6, p.1060-1070, nov./dez. 2010.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro/RJ: IBGE - SUPREN, 1977.