



RBES

Revista Brasileira de
Engenharia e Sustentabilidade

ISSN 2448-1661

Pelotas, RS, UFPel-Ceng

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBES/index>

v.9, n.1, p.1-9, jul. 2021

PERDA DE ÁGUA POR INFILTRAÇÃO: PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE SOLOS DE RESERVATÓRIOS DA AQUICULTURA

Anjos, D. C.¹; Dias, G. M. G.²; Moreira, D. A.³; Silva, W. M.³; Martins, L. M. A.³; Silva, L. O.³

¹Professor no Centro Universitário Estácio do Ceará, Unidade Centro em Fortaleza – CE.

²Pesquisadora na Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici em Fortaleza -CE.

³Acadêmico(a) do Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário do Ceará, Unidade Centro em Fortaleza - CE.

Palavras-chave: condutividade elétrica do solo, densidade do solo, matéria orgânica, taxa infiltração

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas e químicas dos materiais utilizados na construção dos reservatórios utilizados na aquicultura e à infiltração da água nesses solos de maneira que proporcione a redução da perda e uso de água. A avaliação foi realizada na Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, em 12 reservatórios com diferentes capacidades de armazenamento de água, tempo de uso pela aquicultura e, construídos com diferentes materiais e graus de compactação. Foram avaliadas em campo: infiltração e taxa de infiltração de água no solo, e no laboratório: densidade, análise granulométrica, pH, condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, os teores de cálcio e matéria orgânica do solo. A análise descritiva e as correlações dos resultados foram realizadas por grupos de variáveis. Para o desenvolvimento sustentável da aquicultura em novos locais é necessário avaliar as características físicas dos solos ou dos materiais usados na construção de reservatórios. A potencialidade da perda de água por infiltração em um solo de reservatório usado na aquicultura é reduzida com o tempo de uso. O controle da perda de água por infiltração na prática da aquicultura é decisivo para a viabilidade econômica, ecológica e social, desse sistema de produção na Região do Ceará.

LOSS OF WATER THROUGH INFILTRATION: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOILS OF AQUACULTURE RESERVOIRS

Keywords: infiltration rate, organic matter, soil density, soil electrical conductivity

Abstract

The objective of this work was to evaluate the physical and chemical properties of the materials used in the construction of the reservoirs used in aquaculture and the infiltration of water in these soils in order to provide a reduction in water loss and use. The evaluation was carried out in the Baixo Jaguaribe Hydrographic Basin, in 12 reservoirs with different water storage capacities, time of use for aquaculture and, constructed with different materials and degrees of compaction. The following were evaluated in the field: infiltration and water infiltration rate in the soil, and in the laboratory: density, particle size analysis, pH, the electrical conductivity of the soil saturation extract, the calcium content, and organic matter of the soil. Descriptive analysis and correlations of results were performed by groups of variables. For the sustainable development of aquaculture in new locations, it is necessary to assess the physical characteristics of the soil or materials used in the construction of reservoirs. The potential for water loss through the infiltration of reservoir soil used in aquaculture is reduced with the time of use. The control of water loss through infiltration in aquaculture practice is decisive for the economic, ecological, and social viability of this production system in the Ceará Region.

INTRODUÇÃO

A água é um importante recurso natural à vida, porém, há algumas décadas, verificou-se que a quantidade de água potável está sendo reduzida anualmente, por diversos motivos, entre eles o seu uso indiscriminado e as mudanças climáticas (BACCI; PACATA, 2008; WALLACE-WELLS, 2019). O nordeste brasileiro é uma região que vem se desenvolvendo com diversas atividades econômicas, porém, é uma das regiões que sofre com a escassez hídrica em função da distribuição irregular das precipitações associadas a baixos volumes (ANA, 2020). Desta forma, diversos estudos (BICHUETI, et al, 2014; FERNANDES et al, 2014; MENDES et al., 2011), foram realizados a fim de que o desenvolvimento sustentável no semiárido brasileiro seja promovido, ou seja, que essas atividades sejam realizadas com planejamento e gerenciamento de recursos hídricos locais (SALES; CÂNDIDO, 2013).

A região do Semiárido Nordestino se define como área estratégica para gestão sustentável, pois é uma região que possui problemas de escassez hídrica e atividades potencialmente produtoras de degradação da qualidade da água. Práticas inadequadas podem ser prejudiciais, e uma gestão deficiente da atividade pode comprometer a sustentabilidade (CARDOSO, 2016). Assim, a intensa produção de peixes e utilização dos recursos hídricos podem comprometer a qualidade e disponibilidade da água, além de afetar a capacidade de suporte do ambiente, causando eutrofização e, conseqüentemente, a poluição ambiental (WOLFF BUENO et al., 2008).

A perda de água por infiltrações tem sido a preocupação de muitos produtores que desejam iniciar a construção de tanques ou viveiros escavados para aquicultura. As preocupações são aumentadas quando se planeja utilizar águas subterrâneas como fonte de abastecimento (BURKERT; SANTOS, 2017). Segundo Soler et al. (2016), o custo da energia elétrica associado ao bombeamento de água é responsável por parte significativa do custo total do sistema e que o controle ótimo deste sistema é uma ferramenta importante para minimizar seus custos operacionais. Nesse sentido, o controle da perda de água por infiltração pode ser decisivo para a viabilidade desse sistema de produção na Região do Ceará, e representa

uma prática sustentável de economia de água e energia na prática da aquicultura.

Portanto, este trabalho objetou avaliar as propriedades físicas e químicas dos solos utilizados na construção dos reservatórios e a infiltração da água de maneira que proporcione a redução da perda e do uso de água.

MATERIAL E MÉTODOS

Os reservatórios analisados estão localizados no município de Jaguaruana, na Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe - Ceará, Brasil ($4^{\circ}48'50''S$, $37^{\circ}48'45''W$).

É constituído por cerca de 24.700 habitantes, apresentando um PIB estimulado em R\$ 355 milhões (IBGE, 2020).

Na Figura 1, é apresentada a localização do município de Três Passos – RS, local onde foi desenvolvido o estudo.

Foram escolhidos 12 reservatórios com diferentes capacidades de armazenamento de água, tempo de uso pela atividade da aquicultura, construídos com diferentes materiais e graus de compactação (Tabela 1).

Em cada reservatório foi realizada a amostragem em 5 pontos internos: sendo 4 pontos próximos aos vértices e 1 no centro do reservatório. Em cada ponto, foram coletadas amostras deformadas de solo nas profundidades de 0 - 30 cm com o auxílio de um trado caneco e amostras indeformadas na superfície com o trado de amostras indeformadas. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos identificados e enviados ao Laboratório Tecnologia da Construção da Universidade Estácio de Sá, Unidade Centro, localizado em Fortaleza, Ceará – Brasil.

Foram avaliadas em campo, a infiltração e a taxa de infiltração de água no solo dos reservatórios pelo método do infiltrômetro de anel (BERNARDO et al., 2008). A determinação de infiltração foi realizada em 5 pontos internos de cada reservatório, próximos aos locais de coleta de amostras de solos. Em laboratório foi realizado nas amostras indeformadas a determinação da densidade e nas amostras deformadas a análise granulométrica (TABELA 1), pH, condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE), os teores de cálcio (Ca^{2+}) e matéria orgânica do solo (M.O.) (EMBRAPA, 2011).

Tabela 1. Capacidades de armazenamento de água, tempo de uso pela atividade da aquicultura e a composição granulométrica do material usado na construção dos reservatórios.

Reservatórios.					
Reservatório	Capacidade de armazenamento de água	Tempo de atividade da aquicultura	Composição granulométrica		
			Areia	Silte	Argila
	...m³...	...anos...%.....		
1	8.100	5	25	27	48
2	8.900	3	34	28	38
3	9.000	4	39	33	28
4	9.200	3	20	16	64
5	10.800	5	11	23	66
6	12.600	8	38	26	36
7	17.500	5	21	29	50
8	17.800	7	10	36	54
9	17.900	5	31	35	34
10	18.000	8	16	32	52
11	18.000	10	10	19	71
12	18.100	10	19	18	63

O delineamento utilizado nesse estudo foi o inteiramente casualizado com 5 repetições por tratamento, cada tratamento é representado um reservatório estudado nesse experimento. Os resultados das características físicas e químicas nas amostras de solo foram analisados por análise descritiva, considerando os parâmetros de média e valores mínimos e máximos entre os diferentes reservatórios analisados. As comparações múltiplas foram realizadas por meio de análises de correlações Pearson, adotando-se os grupos: variáveis relacionadas às características físicas e químicas do solo e as variáveis infiltração e a taxa de infiltração de água no solo dos reservatórios. A avaliação da correlação Pearson foi realizada entre características físicas e químicas do solo e a taxa de infiltração e a infiltração de água no solo dos reservatórios. Para a análise dos resultados foi utilizado o programa IBM SPSS Statistics 21.0 Desktop para Windows (IBM, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando estatisticamente os resultados obtidos do pH do solo e sua correlação com a característica tempo de uso, textura e capacidade de armazenagem

dos reservatórios estudados, observou-se que essa variável apresenta correlação positiva com o tempo de uso dos reservatórios. Os reservatórios 6; 10; 11 e 12 apresentaram pH superior à média de 7,9 encontrada para os reservatórios analisados (Figura1).

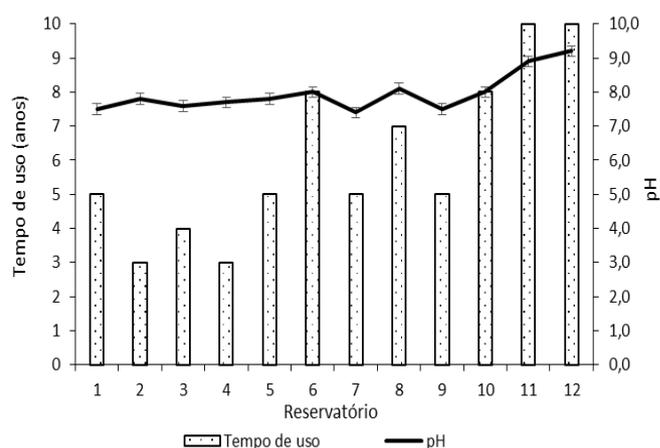


Figura 1. Variação do pH do solo de reservatórios utilizados na aquicultura em função do seu tempo de exploração.

Essa variação no pH pode ser relacionada aos produtos químicos ou orgânicos que são fontes de íons como cálcio, carbonatos e bicarbonatos que causam

modificações na reação do solo com o passar do tempo, tais produtos são aplicados no solo e na água dos reservatórios para corrigir os padrões de qualidade na água para a criação de peixes e camarões. Não foram observadas interações do pH com a textura do solo e a capacidade de armazenamento dos reservatórios (Tabela 1), provando que a variação causada é provocada pelo efeito acumulativo dos íons e sais com o passar do tempo de uso dos reservatórios.

Na variável CE do solo foi observado interação significativa entre o tempo de exploração dos reservatórios (Figura 2). Nos reservatórios 6; 10; 11 e 12, com maior tempo de uso (> 8 anos) foram encontrados maiores valores CE no estudo (acima de $8,5 \text{ dSm}^{-1}$). Essa variação na CE é semelhante a variação do pH dos solos dos reservatórios, ou seja, a cada cultivo os produtores fazem a aplicação de diversos produtos como calcário, gesso, cloreto de potássio, ureia na água nos viveiros, com o tempo os íons acabam decantando no fundo dos reservatórios que favorecem o acúmulo destes. Outro fator que pode causar aumento da CE dos solos de reservatórios é a qualidade da água usada, muito desses viveiros de produção são abastecidos por fontes de águas subterrâneas, ou seja, por poços profundos que fornecem águas de alta CE, dureza total, sódio e cloreto (SILVA; ARAUJO; SOUZA, 2007).

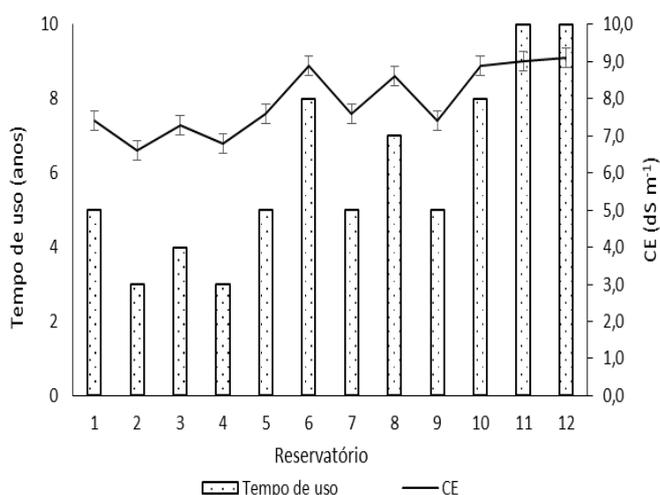


Figura 2. Variação da condutividade elétrica (CE) do solo de reservatórios utilizados na aquicultura em função do seu tempo de exploração.

Avaliando a textura dos solos e a CE dos solos dos reservatórios, não foram observadas interações significativas entre essas características. Divergindo com outros autores que indicam que solos com maior teor de argila apresentam maior capacidade de troca de cátions e, portanto, acumulam mais sais (PAYÊ et al., 2012). Porém, foi observado o aumento da concentração da CE com o tempo de uso dos reservatórios, como é visto nos reservatórios 6; 8; 10; 11 e 12, que apresentam mais de 6 anos de uso pela atividade da aquicultura. Outro fator importante a ser relacionado à CE é a concentração de alguns tipos de sais no solo, pois o teor de sódio no solo pode provocar a dispersão das partículas do solo, de maneira que favorece a redução da condutividade hidráulica no mesmo (LEITE et al., 2007). Esse fator deve ser analisado, pois pode favorecer a redução de infiltração da água no solo de maneira que reduz o consumo de água no reabastecimento dos reservatórios, porém, pode provocar a degradação dos solos ao entorno das áreas de produção aquícola.

O teor de M.O. nos solos dos reservatórios analisados variou bastante entre o tempo de uso ou exploração pela atividade aquícola. Podendo ser observado uma interação significativa positiva entre esses fatores (Figura 3). Os reservatórios 6; 8; 10; 11 e 12 foram os que apresentaram o teor de M.O. superior à média encontrada nesse estudo. Esse aumento de M.O. pode ser relacionado à acumulação de resíduos orgânicos oriundos da troca de carapaça e excreção de camarões, aplicação de resíduos orgânicos como, cama de frango e melão de cana de açúcar para aumentar a fertilidade da água utilizada no cultivo e principalmente dos resíduos da ração fornecida aos peixes e camarões (BRITO; COSTA; OLIVEIRA, 2005).

A M.O. juntamente com as argilas do solo influenciam na estrutura dos solos, o que pode permitir o aumento ou a redução da infiltração da água no solo e também favorecer o acúmulo de nutrientes e sais (TIVET, 2013). Esse acúmulo de MO nos viveiros pode ser um fator negativo pois parece influenciar o comportamento do potencial redox do solo e causar alterações na imunidade de animais de hábito bentônico (LEHMANN; VINATEA, 2008).

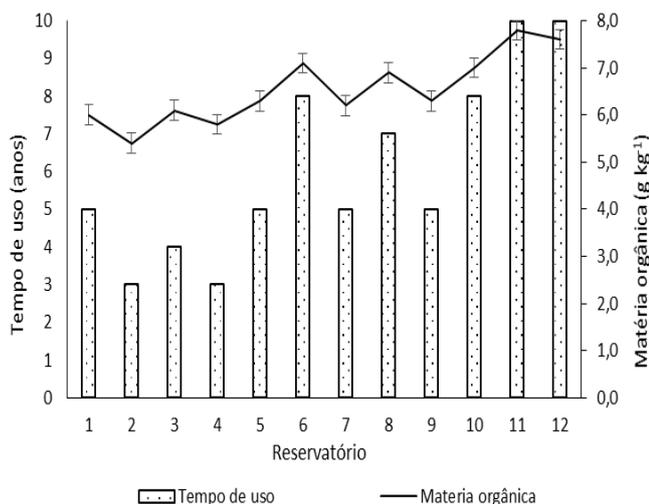


Figura 3. Variação do teor de matéria orgânica (MO) do solo de reservatórios utilizados na aquicultura em função do seu tempo de exploração.

A concentração de Ca²⁺ encontrado nos solos não apresentou diferença significativa entre os reservatórios analisados tendo como valor médio encontrado de 14 cmolc kg (Figura 4). Portanto, também não apresentou interação significativa com a variável tempo de uso. Esse comportamento pode estar relacionado a constante aplicação de produtos como calcário, gesso, cal virgem que são fonte de Ca²⁺ aos solos dos reservatórios ao longo e entre os cultivos para estabilizar os parâmetros de pH, dureza e alcalinidade das águas armazenadas nos reservatórios utilizados na aquicultura (SCHELEDER; SKROBOT, 2016). Outro fator que chama atenção no comportamento do Ca²⁺, é a sua baixa variação de concentração em relação a textura do solo e capacidade de armazenamento de água nos reservatórios analisados (Tabela 1). O Ca²⁺ possui a importante função de dispersão e floculação da fração argila, que se apresenta como uma característica física do solo, já que se relaciona a estruturação (grande relação com o balanço de cargas elétricas na fração argila), compactação e a condutividade hidráulica do solo (SPERA et al, 2008).

A densidade do solo é um importante fator a ser analisado entre as características físicas do solo, esse fator é altamente relacionado ao tempo de uso e o manejo dado ao solo (STEFANOSKI et al, 2013). Portanto, como pode ser observado na Figura 5 a densidade dos solos dos reservatórios analisados nesse trabalho apresentação correlação positiva com a característica

tempo de uso pela atividade da aquicultura.

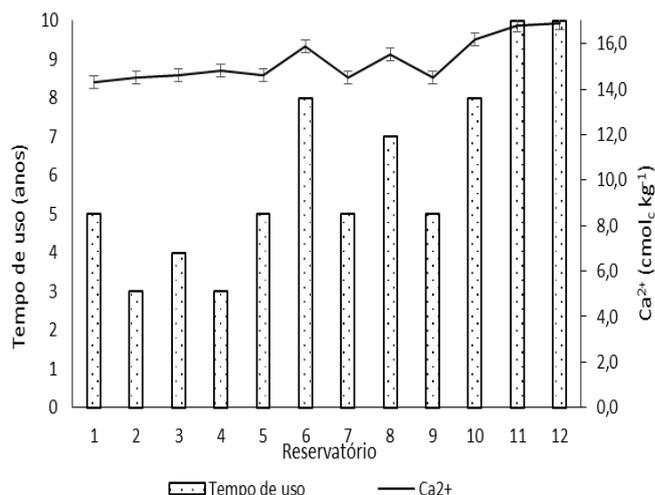


Figura 4. Variação da concentração de cálcio (Ca²⁺) do solo de reservatórios utilizados na aquicultura em função do seu tempo de exploração.

Podendo ser destacado os reservatórios 1; 6; 8; 11 e 12 que apresentaram densidades de seus solos superiores à média 2,47 kg dm³, entre os viveiros analisados.

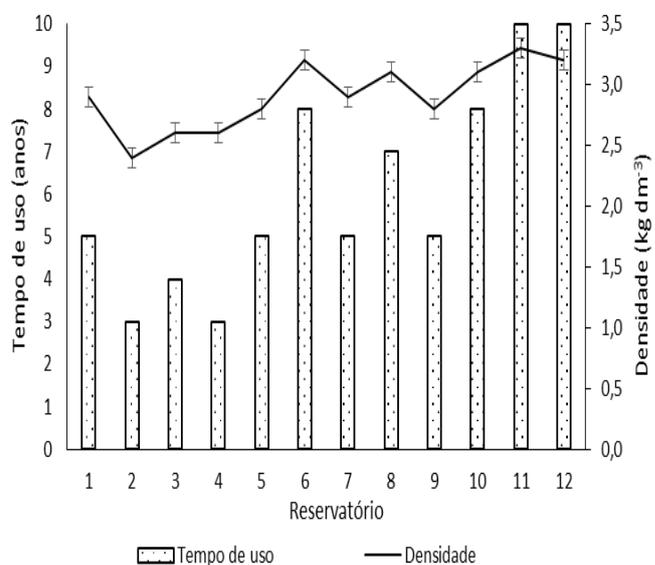


Figura 5. Variação da densidade do solo de reservatórios utilizados na aquicultura em função do seu tempo de exploração.

Analisando o fator tempo de uso, é observado que a partir de 5 anos de uso dos reservatórios pela aquicultura, a densidade do solo fica na média ou acima da média encontrada no estudo e que após esse tempo existe uma estabilidade dessa variável. Esse adensamento causado pelo tipo e tempo de uso

do solo é importante, pois pode favorecer alterações na distribuição do tamanho de poros e a redução da macroporosidade, de maneira que, modifica a movimentação de água do solo (FIGUEIREDO et al., 2009).

Avaliando a relação entre textura de solos dos reservatórios analisados e a densidade dos mesmos, foi observado que solos com maiores quantidades de argila apresentaram maiores valores de densidade. A deposição da argila e seu arranjo sobre as partículas de quartzo, favorecem o aumento da compactação das camadas subsuperficiais do solo (SILVA et al., 2005).

A partir da determinação da infiltração acumulada nos reservatórios estudados nesse trabalho, foi possível observar a variabilidade do comportamento da infiltração de água nos solos encontrados nos reservatórios (Figura 6). Já as curvas de infiltração acumulada tiveram comportamentos variados em função do tempo, podendo ser observado que nos reservatórios 1; 2; 3; 6 e 9 apresentaram maior volume de água infiltrada e que nos reservatórios 4; 5; 7; 8, 10; 11 e 12 evidenciaram curvas de infiltração acumuladas semelhantes e com menor volume de água infiltrado em seus solos (Figura 6).

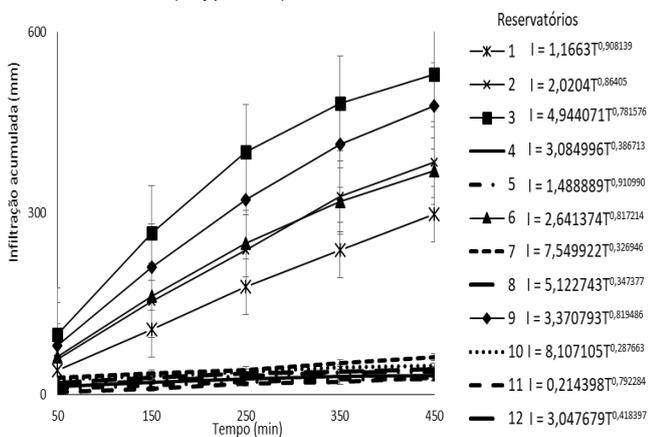


Figura 6. Curvas e equações potenciais de infiltração acumulada em função do tempo, determinadas pelo método infiltrômetro de anel em solos de reservatórios utilizados na aquicultura localizados no município de Jaguaruana, Ceará, Brasil.

Outro fator importante que deve ser levado em consideração para avaliar a perda de água pelos reservatórios e a taxa de infiltração da água no solo, que

varia ao longo processo de enchimento do reservatório. No início do processo é alta, principalmente quando o solo está seco, porém, com o tempo essa taxa reduz a um valor quase que constante, denominado taxa de infiltração estável (ANDRADE et al, 2008). Portanto, para as condições de estudo observa-se que os nos reservatórios 1; 2; 3; 6 e 9, que apresentaram maiores taxas infiltração de água e os reservatórios 4; 5; 7; 8, 10; 11 e 12 que apresentaram menores taxas de infiltração, ou as taxas de infiltração quase que constantes ao longo do processo infiltração (Figura 7).

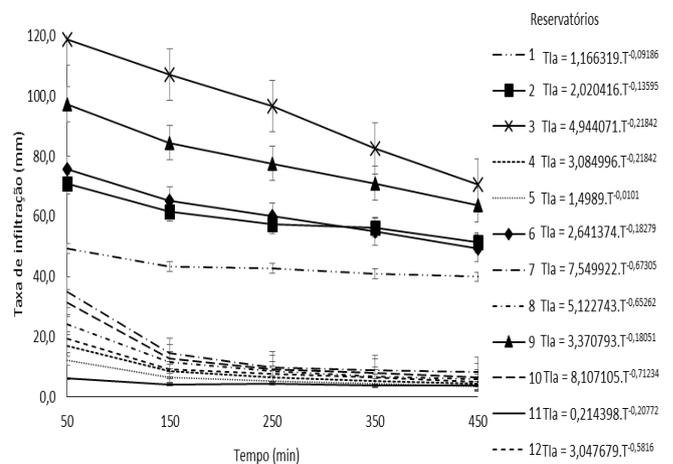


Figura 7. Curvas e equações potenciais da taxa de infiltração acumulada em função do tempo, determinadas pelo método Infiltrômetro de Anel em um solo de reservatórios utilizados na aquicultura localizados no município de Jaguaruana, Ceará, Brasil.

Com os resultados obtidos da infiltração acumulada e a taxa de infiltração da água nos solos dos reservatórios estudados, as características tempo de uso, densidade, composição granulométrica, Ca^{2+} e M.O. foram as que apresentaram correlação significativa, entretanto nas variáveis pH e CE foi observado baixa correlação com a perda de água nos solos pela infiltração (TABELA 2).

A infiltração acumulada e a taxa de infiltração da água no solo dos reservatórios, devem ser analisados em conjunto com as características físicas do solo ou do material utilizados na construção do mesmo (densidade e composição granulométrica), pois alguns são construídos acima da superfície do solo com solo retirados de jazidas.

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson e significância entre a infiltração acumulada e características densidade, porcentagem de areia, silte e argila, Ca²⁺, MO, pH e CE dos de reservatórios estudados utilizados na aquicultura localizados no município de Jaguaruana, Ceará, Brasil.

	Tempo de uso	Densidade	Areia	Silte	Argila	Ca ²⁺	Mo	pH	CE
Correlações	-0,711	-0,852	0,909	0,484	-0,916	-0,459	-0,423	-0,453	-0,412
Valor – p	0,025*	0,031*	0,017*	0,038*	0,023*	0,033*	0,021*	0,139 ^{NS}	0,184 ^{NS}

*Significativo a 5%

^{NS} Não significativo

A região onde o trabalho foi realizado passa pelo momento de intenso desenvolvimento da atividade aquícola, porém, essa atividade, acaba possuindo gargalhos que dificultam a sua sustentabilidade. Portanto, para tornar sustentável e reduzir os impactos ambientais causados por essa atividade em relação ao uso excessivo e a disponibilidade de água é importante a escolha de áreas com solo com características físicas adequadas para a construção dos reservatórios ou em áreas em que o solo não possuem condições adequadas, construir fazendo o uso de solo com as características adequadas e que sejam retirados de jazidas próximas.

CONCLUSÃO

1- Com o estudo de correlações foi possível concluir que para seleção de novas áreas para o desenvolvimento sustentável da atividade da aquicultura é necessário levar em consideração as características densidade, composição granulométrica e os teores de Ca²⁺ e matéria orgânica dos solos em que serão construídos os reservatórios.

2- O risco da perda de água por infiltração em um solo de reservatório usado na aquicultura é reduzida com o tempo de uso do reservatório.

3- O controle da perda de água por infiltração na prática da aquicultura é decisivo para a viabilidade econômica, ecológica e social, desse sistema de produção na Região do Ceará, e representa uma prática de economia de água e energia.

LITERATURA CITADA

ANDRADE, C. L. T.; BORES JÚNIOR, J. C. F.; COUTO, L. Uso e manejo de irrigação. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2008. 528p.

Agência Nacional de Águas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Uso da água na agricultura de sequeiro no Brasil (2013-2017). Brasília: **ANA**, 2020, 63 p.

BACCI, D. D. L. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, 2008.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. **Atual. e Ampl.** Viçosa: UFV, 2008. 625 p.

BICHUETI, R. S.; MADRUGA, L. R. da R. G.; GOMES, C. M.; DA ROSA, L. A. B. Use of water in mining: an analysis of production international scientific. **Revista de Gestão Ambiental e da Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 58-74, 2014.

BRITO, L. O.; COSTA, W. M.; OLIVEIRA, A. Matéria orgânica do solo em viveiros de camarão. **Revista Panorama da Aquicultura**. v. 91, 2005.

BURKERT, D.; SANTOS, V. B. dos. Infiltração em viveiros escavados destinados à criação de peixes. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 14, n. 2, 2017.

CARDOSO, A. S. **Bases da sustentabilidade para atividade de piscicultura no semiárido de Pernambuco**. Campo Grande: Cardoso, 2016. p. 645-653.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Manual de análise química dos solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FERNANDES, D. A.; GOBBO, S. D. A. A.; SUHET, M. I.; AMARAL, A. A. Uso da água e sustentabilidade da agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p.101-107, 2014.

FIGUEIREDO, C. C.; SANTOS, G. G.; PEREIRA,

- S.; NASCIMENTO, J. L.; ALVES JÚNIOR, J. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.146-151, 2009.
- IBM. International Business Machines. **Downloadable files**. Dispõe o SPSS Statistics 21.0 Desktop para Windows (IBM, 2015). Disponível em: < <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg24032236>> Acesso em: 04 jul 2020.
- LEHMANN, M.; VINATEA, L. Metodologia de amostragem de solo para a determinação do potencial redox em viveiros de cultivo de água doce e salgada. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 1, p. 131-140, 2008.
- LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R. V.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga**, v.12, p.168-176, 2007.
- MENDES, M. E.; FAGUNDES, C. C.; PORTO, C. C.; BENTO, L. C.; COSTA, T. G. R.; SANTOS, R. A.; SUMITA, N. M. A importância da qualidade da água reagente no laboratório clínico The importance of water quality in clinical laboratory reagent. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 47, n. 3, p. 217-223, 2011.
- PAYÊ, H. S.; VARGAS, J. W.; MELLO, S. B. Métodos de análise multivariada no estabelecimento de valores de referência de qualidade para elementos-traço em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1031-1041, 2012.
- SALES, L.G DE L.; CÂNDIDO, G. A. Análise da Sustentabilidade Hidroambiental dos municípios pertencentes a sub-bacia do Rio do Peixe-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 22-40, 2013.
- SCHELEDER, J.; SKROBOT, K. Calagem na piscicultura: técnica de calagem em viveiros de água doce. Curitiba: **Instituto GIA**, 2016. 46p.
- SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V.; LIMA, F. W. F. Efeito de sistemas de uso e manejo nas propriedades físico-hídricas de um Argissolo Amarelo de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.6, p. 833-842, 2005.
- SILVA, F. J. A.; ARAÚJO, A. L. DE; SOUZA, R. O. Águas subterrâneas no Ceará – poços instalados e salinidade. **Revista Tecnologia**, v. 28, n. 2, p. 136-159, 2007.
- SOLER, E. M.; TOLEDO, F. M. B.; SANTOS, M. O.; ARENALES, M. N. Otimização dos custos de energia elétrica na programação da captação, armazenamento e distribuição de água. **Production**, v. 26, n. 2, p. 385-401, 2016.
- SPERA, S. T.; DENARDIN, J. E.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; SANTOS, H. P.; FIGUEROA, E. A. Dispersão de argila em microagregados de solo incubado com calcário. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, n. especial, p. 2613-2620, 2008.
- STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p. 1301-1309, 2013.
- TIVET, F.; SÁ, J. C. M.; LAL, R.; BRIEDIS, C.; BORSZOWSKI, P. R.; SANTOS, J.B.; FARIAS, A.; EURICH, G.; HARTMAN, D. C.; NADOLNY, J. M.; BOUZINAC, S.; SÉGUY, L. Aggregate C depletion by plowing and its restoration by diverse biomass-C inputs under no-till in sub-tropical and tropical regions of Brazil. **Soil and tillage research**. v. 126, p. 203-218, 2013.
- WALLACE-WELLS, D. **A terra inabitável. Uma história do futuro**. Editora Companhia das Letras, 2019, 384 p.

WOLFF BUENO, G.; GARCIA MARENGONI, N.;
CELSO, A. G.F JR.; BOSCOLO, R. W.; ALMEIDA,
R. T. Estado trófico e bioacumulação do fosforo total
no cultivo de peixes em tanques tanques-rede na área
aquícola do reservatório de Itaipu. **Acta Scientiarum
Biological Sciences**, v. 8, n. 3, p.237-244, 2008.