

ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS E RETENÇÃO DE ÁGUA EM CAMBISSOLO SOB DIFERENTES MANEJOS NO DISTRITO BAIXO – AÇU (DIBA)

Damiana Geronilda da Silva Tomaz *

Osvaldo Nogueira de Sousa Neto**

RESUMO

A disposição da água na parte superior do solo é essencial para as plantas. A saturação ou escassez de água no solo, consegue afetar rigorosamente a evolução da vegetação, por esse motivo é importante a administração das águas, para a agricultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-hídricas e a retenção de água no solo em três áreas manejadas sob manejos distintos. Os materiais sobre essas características foram levantados no perímetro irrigado do Baixo-açu, ou DIBA, fixado entre os municípios de Afonso Bezerra e Alto do Rodrigues, no Rio Grande do Norte. Para realizar um estudo dos atributos do solo, foram retiradas amostras deformadas e indeformadas nas áreas irrigadas e de mata nativa nas profundidades de 0,0 a 0,2 e 0,2 a 0,4 metros. Essas amostras foram analisadas quanto à porosidade, condutividade elétrica, porcentagem de sódio trocável, granulometria, densidade do solo e de partículas, bem como níveis de microporosidade e macroporosidade. Uma tensão de 0, 6, 33, 100, 300, 500 ou 1500 kPa foi usada para reunir as curvas de retenção de água. Em seguida, a curva de porosidade foi analisada com tensões de 0, 6, 33, 100, 300 ou 500 kPa. Diferentes áreas revelaram tendências semelhantes: a umidade no subsolo se acumulou com mais frequência do que em outras camadas. Os principais indicadores disso são a presença de argila e microporos no subsolo, bem como o aumento do teor de carbono no subsolo.

Palavras-chaves: Sodicidade; Estrutura; Salinidade; Retenção de água.

ABSTRACT

The provision of water in the upper part of the soil is essential for plants. The saturation or scarcity of water in the soil can severely affect the evolution of vegetation for this reason, water management is important for agriculture.

*Discente do Bacharelado em Ciência e Tecnologia - Universidade Federal Rural do Semi-Árido/ Campus Angicos. E-mail: damiana.tomaz@alunos.ufersa.edu.br

**

The objective of this work was to evaluate the physico-hydric characteristics and water retention in the soil in three areas managed under different managements. The materials on these characteristics were surveyed in the irrigated perimeter of Baixo-açu, or DIBA, fixed between the municipalities of Afonso Bezerra and Alto do Rodrigues, in Rio Grande do Norte. To carry out a study of soil attributes, samples were taken from deformed and undisturbed irrigated areas, native forest and depths of 0.0 to 0.2 and 0.2 to 0.4 meters. These samples were analyzed for porosity, electrical conductivity, percentage of exchangeable sodium, granulometry, soil and particle density, as well as levels of microporosity and macroporosity. A tension of 0, 6, 33, 100, 300, 500 or 1500 kPa was used to assemble the water retention curves. Then, the porosity curve was analyzed with tensions of 0, 6, 33, 100, 300 or 500 kPa. Different areas revealed similar trends: moisture in the subsoil accumulated more often than in other layers. The main indicators of this are the presence of clay and micropores in the subsoil, as well as the increase in the carbon content in the subsoil.

Keywords: Sodicity; Structure; Salinity; Water retention.

1 INTRODUÇÃO

O solo é um conjunto complexo, resultado da relação de fatores climáticos, topográficos, geológicos, entre outros fatores, que juntos verificam os atributos e propriedades físicas e químicas adequados (DURIGAN, 2007). Compreender as propriedades físico-hídricas do solo é importante. Isso porque a determinação de teor de água no solo apresenta significativa importância econômica e científica (SILVA et al. 2018). Além disso,

A determinação da qualidade física do solo pode ser visualizada através da curva de retenção de água no solo, ou (CRA) esta é uma representação do conteúdo de água do solo que exibe muitos outros fatores (DAVALO, 2013). Também afetam a retenção de água no solo, tais como, a textura do solo que determina a área superficial específica e o diâmetro e a distribuição dos poros do solo (PASSOS, 2004; SILVA, 2005; VIEIRA, 2006).

Outros aspectos importantes a CRA é auxiliar no manejo da irrigação, fornecendo conhecimento sobre a relação entre a disponibilidade de água para as plantas e a quantidade de água utilizada para irrigação, pois todo solo possui uma CRA e sua natureza depende de como ele é utilizado (GUERRA, 2000). E, portanto, influenciado por diversos fatores como estrutura, textura, mineralogia, teor de matéria orgânica, manejo e uso do solo.

A textura do solo é uma das características mais estáveis e representa a distribuição quantitativa de partículas minerais sólidas como a areia, silte e argila (FERREIRA, 2010). As propriedades que afetam diretamente a retenção de água (SANTOS et al.; 2018).

Quanto à estrutura do solo, refere-se à distribuição das partículas, portanto, um solo bem estruturado é caracterizado por uma distribuição de tamanho de poros ideal, permitindo a penetração das raízes e favorecendo a dinâmica da água no solo (SOUZA et al., 2019).

O solo de estrutura arenosa tem condições fraca ou nula desta, já que as partículas arenosas não se acumulam tão facilmente, ao contraponto dos solos argilosos que possuem uma tendência em aglomerar agregados mais estáveis (SILVA et al.; 2015).

Mediante isto, o objetivo deste estudo foi avaliar os níveis de retenção de água no solo em três locais distintos do perímetro irrigado do baixo-açu (DIBA).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Solos

Em pedologia, o solo é um conjunto de composições naturais, compostos de partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, feitos de elementos minerais e orgânicos, incluindo matéria viva e utilizando a maior parte do manto superficial dos territórios continentais do planeta, (EMBRAPA, 2018),

2.1.1 Caracterização do solo estudado

O solo estudado é classificado como cambissolo segundo EMBRAPA (2018), são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico, quando B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta.

Os Cambissolos são caracterizados, de modo geral, como rasos, distróficos, álicos (mas não alíticos) e amarelados. São solos pouco estudados, cujas condições desfavoráveis, tanto físicas (elevados teores de silte e influência da horizontalidade das rochas) quanto mineralógicas (dominantemente caulinitica, com presença de ilita), influenciam no adensamento natural, nas características morfológicas (muito duros quando secos), na restrição à infiltração de água e lixiviação ao longo do perfil, com consequente desaceleração da frente de intemperismo (PEREIRA, 2010).

2.2 Características físico-hídrica

As propriedades físicas do solo são responsáveis pela dinâmica de todos os processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. As propriedades são bastante variáveis de um solo para outro e mudam com o uso e manejo (FRAZÃO, 1981).

2.3 Efeito da salinidade e sodicidade no solo

A salinidade e a sodicidade dos solos produzem condições extremamente desfavoráveis para o desenvolvimento das plantas (CORDEIRO, 1983), em casos extremos, na perda total da cultura. Pode, inclusive, prejudicar a própria estrutura do solo, pois a absorção de sódio pelo solo, proveniente de águas dotadas de elevados teores deste

elemento, poderá provocar a dispersão das frações de argila e, consequentemente, diminuir a permeabilidade do solo (SILVA, 2010). Os solos afetados por sais ocorrem extensivamente sob condições naturais, porém os problemas mais sérios de salinização são representados por solos anteriormente produtivos, mas que se tornam salinos devido à irrigação e drenagem ineficientes. Esta salinização é comumente chamada salinização secundária ou antrópica (BARROS et al., 2005).

Sem um manejo adequado de água-solo-salinidade, a irrigação tem levado a salinização e sodificação de extensa área semiárida do Nordeste brasileiro, aproximadamente 25% das áreas irrigadas dessa região encontram-se salinizadas (GHEYI, 2000; BARROS et al., 2005).

2.4 Processo de salinização dos solos

No Nordeste brasileiro, em torno de 30% das áreas irrigadas dos projetos públicos estão comprometidas com problemas de salinização (BERNARDO, 1997).

A salinização do solo é um problema que vem crescendo em todo o mundo. Estima-se existir cerca de 1 a 5 bilhões de hectares de solos afetados por sais, com grande parte de todas as áreas irrigadas do mundo sofrendo com a redução da produção devido ao excesso de sais no solo (RIBEIRO et al., 2003; SOUSA, 2007).

Produzem variações nos estados físico e químico do solo da seguinte forma: a. diminuição da disponibilidade de água no solo, através da elevação de tensão osmótica na solução do solo; b. na presença do sódio, os solos se desfloculam e modificam o estado da agregação das partículas, que dá origem à mudança na estrutura, reduzindo a aeração, (CORDEIRO, 1983).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo



Fonte: (NETO 2022)

A presente pesquisa foi realizada a partir de amostras de solo coletadas no Distrito Irrigado do Baixo-Açu (DIBA). O DIBA localiza-se geograficamente entre as coordenadas de latitude 5°20' e 5°30' S e entre as coordenadas 36°30' e 36°50' O de longitude, com extensão de 6,000 ha, e está inserido dentro da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu. Possui relevo plano, com declividade sempre inferior a 3%, na área predominam os solos Argissolos, cambissolos e planossolos, derivados do calcário jandaíra, com textura arenosa (SANTOS *et al.*, 2018).

O trabalho consistiu da caracterização físico-hídrica do solo em três áreas de manejo: Área com sinais característicos de solo salinizado (AS); Área cultivada com a cultura da banana (ACB) e Área de mata nativa (AMN), conforme apresentadas na Tabela 1. As áreas de manejo estavam situadas na mesma classe de solo, sendo este, classificado como Cambissolo, de acordo com o primeiro nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018)

Tabela 1 – Localização das áreas de pesquisa

Área	Uso	Classe	Localização
AS	Área Salinizada	Cambissolo	5°22' 38,2" S; 36° 44' 00,5" w
ACB	Área de cultura da Banana	Cambissolo	5°22' 31,6" S; 36° 46' 56,1" w
AMN	Área de Mata Nativa	Cambissolo	5°22' 07,9" S; 36° 43' 51,6" w

Fonte: Autora (2022)

3.2 Coletas e análises da amostra

As amostras foram coletadas em trincheiras construídas na parte central de cada área de manejo (Figura2). Foram coletadas amostras de estruturas deformadas e indeformadas nas camadas 0,0 - 0,20 e 0,20 - 0,40 (m).

As amostras de perfil deformado foram coletadas e retiradas com o auxílio de uma pá, em seguida, foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados. Enquanto as amostras indeformadas foram coletadas utilizando anéis volumétricos com dimensões de altura e diâmetro conhecidos

Figura 2- Coletas das amostras



Fonte: (NETO 2022)

Ao termino do procedimento de coleta das amostras, estas foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (LASAP-UFERSA) para realização das análises.

As amostras com estrutura deformada foram passadas em peneiras de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Foram realizadas análises para a determinação das frações granulométricas por meio da utilização do método da pipeta, conforme (GEEOR, 2002). Na ocasião, foram quantificadas a areia (2 a 0,05 mm) por tamisação, a argila (< 0,002 mm) por sedimentação e o silte (0,05 a 0,002 mm) por diferença.

A densidade de partículas foi determinada por meio da aplicação do método do balão volumétrico (BLACK *et al.*, 1965). Já a densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico conforme metodologia descrita por Forsythe (1975). A condutividade elétrica (CE) foi determinada em extrato solo água, na relação 1:2,5 com a utilização de um condutivímetro de bancada. A Porcentagem de Sódio Trocável (PST) foi calculada a partir da determinação dos componentes do Complexo Sortivo (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , P) de acordo com o método proposto por (U.S. SALINITY LABORATORY STAFF, 1954). O Carbono Orgânico Total (COT) foi obtido a partir da digestão da matéria orgânica, seguindo a metodologia de Teixeira *et al.* (2017).

A partir de amostras indeformadas e representativas de duas camadas (0 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m) do solo, foram obtidas as curvas de retenção de água no solo. Estas foram obtidas com auxílio de uma mesa de tensão para a determinação dos pontos de baixa tensão e de uma câmara de Richards para os pontos de alta tensão. O ajuste da curva de retenção foi realizado pelo modelo de van Genuchten (1980) como mostra a Equação 1, sendo os parâmetros da equação, determinados com a utilização do software RETC versão 6.02.

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s + \theta_r)}{\left[1 + (\alpha|\psi|)^n\right]^m} \quad \text{Equação 1}$$

em que:

θ - Conteúdo volumétrico de água no solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);
 θ_r - Conteúdo residual de água no solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);
 θ_s - Conteúdo de água no solo saturado ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);
 m e n - Parâmetros de ajuste do modelo, adimensionais;
 α - Parâmetro de ajuste (kPa^{-1});
 ψ - Tensão (kPa).

Onde θ é o conteúdo volumétrico; θ_s é o conteúdo volumétrico na saturação, ou seja, a porosidade do solo; θ_r igual a conteúdo volumétrico residual, α o parâmetro de ajuste (kPa^{-1}); m e n - é os parâmetros de ajuste do modelo, adimensionais; ψ e a tensão (kPa).

Os dados foram organizados em tabelas e, com a utilização de planilha eletrônica, procedeu-se com a elaboração e configuração dos gráficos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observando os resultados expostos na tabela 2, é possível observar quanto a granulometria que esta apresenta os maiores valores em parcela de areia em todas as camadas estudadas, apresentando maiores valores em AS e ACI. A fração silte foi mais significativa na AMN, essa diferença pode ser explicada pelo fato da área de mata nativa apresentar maior preservação em relação às demais, a fração argila apresentou maiores valores na área de solo salinizado e na área de cultivo irrigado por essas áreas apresentarem maior degradação.

Para os valores da CE e da PST do solo da área degradada pode-se verificar que este já apresenta sinais de salinidade e sodicidade, ou seja, um solo salino-sódico. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018) este tipo de solo apresenta valores de CE entre ≥ 4 e $\geq 7 \text{ dS m}^{-1}$ e uma PST $\geq 15\%$.

Tabela 2 – Condutividade elétrica (CE), Porcentagem de sódio Trocável (PST) Carbono Orgânico Total (COT) e atributos físicos do solo

Ambientes	Camadas (m)							
	0- 0.2	0.2 - 0.4	0 - 0.2	0.2 - 0.4	0 - 0.2	0.2 - 0.4	0 - 0.2	0.2 - 0.4
	CE		PST		Dp		Ds	
	---- dS m^{-1} ----		---- % ----		----- kg m^{-3} -----			
AS	3.84	5.06	46.45	50.62	2.69	2.62	1.72	1.51
ACB	0.48	0.18	4.12	1.57	2.63	2.64	1.56	1.57
AMN	0.10	0.10	1.16	1.26	2.55	2.70	1.56	1.53
	DMP		Porosidade total		Macroporos		Microporos	
	mm				%			
AS	1.11	0.92	40.57	59.88	14.70	8.51	25.87	51.37
ACB	0.71	0.59	53.61	53.43	8.71	8.67	44.90	44.75
AMN	2.12	1.42	51.47	52.37	16.90	15.60	34.57	36.78

	Areia		Silte		Argila		COT	
					g kg ⁻¹			
AS	0.87	0.81	0.05	0.04	0.09	0.15	3.72	4.57
ACB	0.60	0.51	0.08	0.06	0.32	0.43	6.17	18.28
AMN	0.39	0.36	0.34	0.39	0.27	0.25	4.43	7.47

Nota: CE: Condutividade Elétrica; PST: Percentagem de Sódio Trocável; DP: Densidade de Partículas; Ds: Densidade do Solo;; DMP: Diâmetro Médio Ponderado e COT: Carbono Orgânico Total.

Os parâmetros da curva de retenção de água no solo (Tabela 3), pode-se observar que os valores para (θ_s) variaram entre 0,405 e 0,597 cm³ .cm³, com ponto máximo de saturação de 0,597 cm³ .cm³ na camada 0,2-0,4 m da área de solo salino sódico. O conteúdo de água residual (θ_r), oscilou entre 0,000017 e 0,05500 cm³ .cm³, com ponto mínimo na camada de 0,2-0,4 m na área de mata nativa. Os parâmetros empíricos ajustados no modelo de ajuste de Van Genuchten (1980), (θ_s , θ_r , α , m e n), são amplamente utilizados por se ajustarem com melhor qualidade à curva experimental para uma ampla variedade de solos (MOTA et al., 2017).

Tabela 3- Valores de ajuste da equação de Van Genuchten e para os solos de acordo com sistema de uso e manejo nas profundidades pesquisadas

Ambientes	Camadas									
	0-0.2	0.2-0.4	0-0.2	0.2-0.4	0-0.2	0.2-0.4	0-0.2	0.2-0.4	0-0.2	0.2-0.4
	α		n		m		θ_r		θ_s	
	kPa ⁻¹		-				cm ³ cm ⁻³			
AS	0.263	1.182	1.848	1.061	0.459	0.057	0.05500	0.405	0.101	0.479
ACB	0.942	1.46	1.098	1.065	0.089	0.061	0.00016	0.536	0.370	0.417
AMN	4.055	2.190	1.117	1.128	0.105	0.113	0.00002	0.514	0.292	0.294

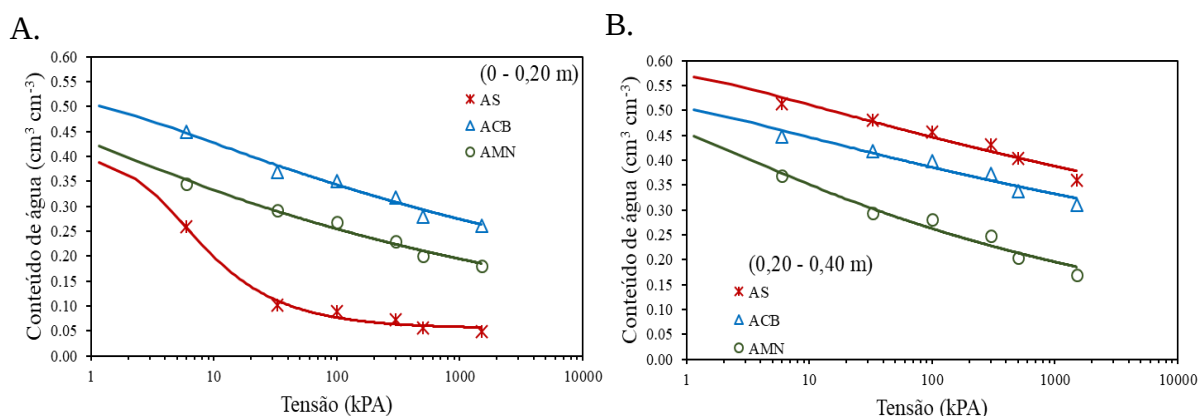
Nota: α é o fator de ajuste (kPa⁻¹); n e m são o fator de ajuste (sem dimensão); θ_r é o conteúdo volumétrico residual da água no solo (cm³ cm⁻³); θ_s é o conteúdo volumétrico saturado da água no solo (cm³ cm⁻³).

Pode-se observar também que os menores valores para θ_{cc} , θ_{PMP} e água disponível (AD) se encontram na camada de 0,0-0,2 m da área degradada, por ser a área mais alterada, principalmente na superfície, apresentando sinais de salinidade. De acordo com Mota et al. (2017), o parâmetro α é muito dependente da estrutura do solo, dessa forma, pequenas alterações na estrutura provocam modificações no valor do parâmetro ao observamos o parâmetro α na Tabela 3, constatamos que o menor valor deste se encontra na camada de 0,0-0,2 m da área de solo degradada, como também o parâmetro θ_s apresenta o menor valor, já que esta camada se apresentou bastante alterada em comparação com a mata nativa, por estar apresentando sinais de salinidade e sodicidade, além de um alto valor da fração areia, não sendo capaz de reter quantidades significativas de água. Na figura 3, encontram-se representados os gráficos correspondentes às curvas de retenção de água das 3 áreas e camadas estudadas e a quantidade de água disponível nas mesmas. Analisando as curvas, observa-se a diferença da área salinizada (AS) para

as demais, sendo que nesta área a diferença entre as duas camadas ficaram muito distantes, enquanto as outras ficaram bem próximas quanto à retenção de água.

Observou-se que no gráfico (A) nas camadas de 0-0,20m da curva de retenção de água no solo na área de salinização que a curva teve uma diferença significativa na capacidade de retenção de água. Na tensão de (10 kPa) a curva obteve uma baixa ainda maior em relação as demais, já no gráfico (B) nas camadas de 0,20-0,40m a área de cultivo de banana não teve nenhuma diferença, já nas áreas salinizadas e de mata nativa houve uma pequena diferença.

Figura 3 - Curvas de retenção de água no solo para as três áreas estudadas (AS, ACB e AMN) e nas camadas do perfil do solo: 0 – 0,20 m (A) e 0,20 – 0,40 m (B).

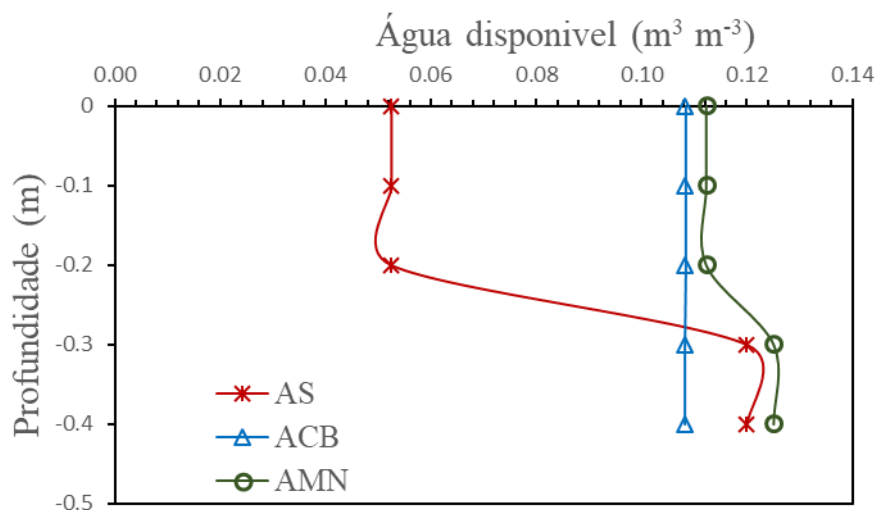


Todas as áreas apresentaram valores superiores de retenção da água no solo em subsuperfície. A retenção nessas camadas é relacionada ao maior incremento da fração argila (Tabela 2), refletindo em maior microporosidade e por isso, maior capacidade de retenção de água no solo (KLEIN; KLEIN, 2015), com exceção da mata nativa, a qual o teor de argila é ligeiramente superior na camada superficial, mas se mantendo com valores aproximados.

A área degradada na camada de 0,0-0,2 m foi a que apresentou o menor índice de retenção de água (Figura 3). Esse resultado pode ser atribuído à composição textural, com predominância da fração areia, visto que, a retenção de água em solos arenosos, é limitada, pela quantidade predominante de macroporos nesses solos, favorecendo o esvaziamento destes mais facilmente, afetando a retenção (SILVA et al., 2018).

Em relação aos teores de água disponível (AD), observou-se que não houve variação nas camadas da área cultivada com banana (ACB) (0,108 cm⁻³ cm⁻³), enquanto que na área salinizada e na mata nativa esse teor foi aumentado em subsuperfície (figura 3). Em contrapartida, a quantidade de água retida não resulta necessariamente em maior disponibilidade, já que a água disponível está relacionada aos limites de capacidade de campo (CC) e do ponto de murcha permanente (PMP), sendo modificados por características intrínsecas do solo e por ações antrópicas (ANKENBAUER; LOHEIDE, 2016).

Figura 4 – Disponibilidade de água no perfil do solo das três áreas estudadas (AS, ACB e AMN).



5 CONCLUSÕES

Determinar os atributos físico-hídrico do solo ajuda a entender outros aspectos do solo, como suas propriedades biológicas e químicas, conclui-se, portanto, que na Área de Cultivo de Banana (ACB), a água disponível não teve variação, enquanto na Área Salinizada (AS), a água disponível não teve variação na camada superficial, entretanto obteve variação na camada subsuperficial, já na Área de Mata Nativa (AMN), observou-se uma pequena variação na camada subsuperficial. As características do solo mais vulneráveis das áreas pesquisadas foram as frações de silte e areia, microporosidade e macroporosidade, a umidade na capacidade de campo, e o diâmetro médio ponderado, a percentagem de sódio trocável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANKENBAUER, K.J.; LOHEIDE, S.P. The effects of soil organic matter on soil water retention and plant water use in a meadow of the Sierra Nevada, CA. **Hydrological Processes**. v.31, p. 891-901, 2016.

BARROS, M. de F. C.; Fontes, M. P. F.; Alvarez V., V. H.; Ruiz, H. A. **Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.320-326, 2005.

BERNARDO, S. **Impacto ambiental da irrigação no Brasil**. In: SILVA, D.D. da; PRUSKI, F.F. (Ed.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Viçosa: MMA/SRH/ABEAS/UFV, 1997. 252 p.

CORDEIRO, G. G. **Salinidade e sodicidade dos solos agrícolas. II curso sobre manejo de solo e água do trópico semi-árido**, Petrolina PE, 1983.

DAVALO, Marcelo Jara. **Curva de retenção de água no solo estimado pelo método da câmara de Richards e psicrômetro**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/88324>. Acesso em: 24 ago. 2022.

DURIGON R. **Aplicação de técnicas de manejo localizado na cultura de arroz irrigado** (*Oryza sativa*) [tese]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2007.

FERREIRA, Mozart Martins. Caracterização física do solo. In: VAN LIER, Quirijn de Jong (ed.). **Física do solo**. Viçosa/Mg: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 1-27.

FRAZAO, A (1981) **Características Físicas e Químicas de um Latossolo Vermelho Amarelo Submetido a Diferentes Sistemas de Manejo**. Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil- UFPB - Centro de Ciências Agrárias, 87 p. (Dissertação de Mestrado)

GHEYI, H. R. 2000. **Problemas de Salinidade na Agricultura Irrigada**. In: OLIVEIRA, T.; ASSIS, J. R.; R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Eds.). **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.329-345.

GUERRA, Hugo Orlando Carvalho. **Física dos solos**. Campina Grande/PB: CCT-UFPB, 2000.

KLEIN, Claudia; KLEIN, Vilson Antonio. ESTRATÉGIAS PARA POTENCIALIZAR A RETENÇÃO E DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO SOLO. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 21-29, 27 jul. 2015. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117014990>. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/ESTRAT%C3%89GIAS-PARA-POTENCIALIZAR-A-RETEN%C3%87%C3%83O-E-DE-%C3%81GUA-Klein-Klein/37bec6b117d324b23bd9882e3d10c1b4dd733607>. Acesso em: 25 nov. 2022.

MOTA, Jaedson Cláudio Anunciato *et al.* Variabilidade espacial dos parâmetros da equação de van Genuchten em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 92, 19 jun. 2017. Universidade Federal de Roraima. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i2.4023>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317678445_Variabilidade_espacial_dos_para

metros_da_equacao_de_van_Genuchten_em_um_Latossolo_Vermelho-Amarelo.
Acesso em: 24 nov. 2022.

PASSOS, J. F. M. dos. **Atributos do solo e produtividade da soja em um Latossolo Bruno afetados por sistemas de manejo e calagem**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004

PEREIRA, T. T. C. et al. **Gênese de Latossolos e Cambissolos Desenvolvidos de Rochas** pelíticas do grupo bambuí – minas gerais. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Minas Gerais, v. 34, n. 4, p. 1284-1295, 2010.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. 2003. **Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável**. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S; ALVAREZ, V. H. (eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.165-208.

SANTOS, Humberto Gonçalves Dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 590 p.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. - Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, A. M. da. **Banco de dados de curvas de retenção de água de solos brasileiros**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SILVA, Joaquim Alves de Lima Junior¹; André Luiz Pereira da. **ESTUDO DO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO PARA INDICAR MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE SOLOS SALINOS**: estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. 11. ed. -Goiânia: Centro Científico Conhecer - Goiânia, 2010.

SILVA, Antonio Carlos da *et al.* Soil Water Retention in the Semiarid Region of Brazil. **Journal Of Agricultural Science**, [S.L.], v. 10, n. 9, p. 105, 13 ago. 2018. Canadian Center of Science and Education. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v10n9p105>. Disponível em: <https://ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/75304>. Acesso em: 25 nov. 2022.

SILVA, Marx Leandro Naves *et al.* Manejo e conservação do solo e da água - guia de estudos. Lavras: **UFLA**, p. 1-74, jan. 2015. Universidade Federal de Lavras. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3609.2241>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284532954_Manejo_e_conservacao_do_solo_e_da_agua_-_guia_de_estudos. Acesso em: 25 nov. 2022.

SOUSA, C. H. C. 2007. **Análise da Tolerância a Salinidade em Plantas de Sorgo, Feijão de Corda e Algodão**. Fortaleza. 73f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOUZA, L. S. *et al.* Inter-relação entre manejo e atributos físicos do solo. In: BERTOL, I.; de Maria, I. C.; Souza, L. S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. Cap. 8, p. 193-249.

TEIXEIRA, Paulo César *et al.* **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017, 574 p.

VIEIRA, M. L. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas do solo e rendimento de milho submetido a diferentes sistemas de manejo**. 2006. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.