



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
ÁREA DE SOLOS

**Indicadores físicos da qualidade de Latossolos da Chapada do Araripe no
diagnóstico de impactos ambientais**

Aluno: Talmo Henrique dos Santos Silva
Orientador: Brivaldo Gomes de Almeida

RECIFE- PE, JULHO/2018

INFORMAÇÕES GERAIS

Indicadores físicos da qualidade de Latossolos da Chapada do Araripe no diagnóstico de impactos ambientais

Aluno: Talmo Henrique dos Santos Silva

E-mail: talmo.henrique@hotmail.com

Telefone: (81) 98597-8514

Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO) vinculado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Sede), como requisito para a obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

RECIFE-PE, JULHO/2

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586i Silva, Talmo Henrique dos Santos.
Indicadores físicos da qualidade de Latossolos da Chapada do
Araripe no diagnóstico de impactos ambientais / Talmo Henrique dos
Santos Silva. – Recife, 2018.
20 f.: il.

Orientador (a): Brivaldo Gomes de Almeida.

Trabalho de Conclusão de Curso (Relatório) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife,
BR-PE, 2018.
Inclui referências.

1. Física do solo 2. Latossolos 3. Solos I. Almeida,
Brivaldo Gomes de, orient. II. Título

CDD 630

Sumário

1	Apresentação	4
2	Resumo	4
3	Introdução	5
4	Objetivos.....	7
4.1	Objetivo Geral.....	7
4.2	Objetivo Específico.....	7
5	Metodologia.....	7
6	Resultados e Discussões	11
7	Considerações Finais	15
8	Referências	15

1 Apresentação

O uso equivocado de áreas no semiárido brasileiro vem causando perturbações no solo, na fauna e na flora, degradando áreas dessa região de forma mais acentuada quando não se consideram as especificidades de cada local (REBOUÇAS et al., 2014). De acordo com Freitas et al. (2015) a forma de manejo, a intensidade, a redução da cobertura vegetal nativa tem provocado a degradação dos recursos naturais e redução da qualidade do solo.

No polo gesso do Araripe vem ocorrendo intensos processos de perturbações devido a ações antrópicas, pela necessidade de obtenção de lenha calcinadoras, para o processo de calcinação da gipsita, onde tem deixado em grande parte a região susceptível à desertificação pela remoção da mata nativa. (SINDUSGESSO, 2014). A crescente agrícola na região do semiárido também vem causando modificações ambientais, principalmente pela remoção de mata nativa e plantio da cultura da mandioca (FREITAS et al., 2015; MEDEIROS, 2013).

Na região do Araripe vem crescendo a necessidade de estratégias para minimizar o desmatamento (SINDUSGESSO, 2014). Dentre as alternativas está sendo realizando o cultivo de espécies energéticas alternativas na Caatinga, como o eucalipto, devido ao seu potencial econômico e ambiental tendo uma maior oferta de biomassa e redução do desmatamento desse bioma (GADELHA et al., 2015).

Na atual situação, com a necessidade de aumentando de produção, se tem um crescente no interesse de trabalhos que visem a qualidade dos solos e que demonstrem a real condição do solo (SILVA et al., 2014; ALENCAR et al., 2015). Buscando atributos, sejam eles físicos, químicos ou biológicos, que possam servir para avaliar os impactos e planejar a melhor forma de manejo que contribua para a recuperação e conservação do solo, tendo assim um melhor uso desses recursos.

2 Resumo

A física de solos tem como objetivo o estudo e a definição, tanto qualitativa quanto quantitativa das propriedades físicas, bem como sua medição, predição e controle, a fim de entender os mecanismos que governam a funcionalidade dos solos e sua

relação com o sistema. Desse modo, o objetivo da pesquisa foi determinar e avaliar os atributos físicos de Latossolos Amarelos da Chapada do Araripe sob diferentes coberturas vegetais abordados nesse trabalho. As áreas de estudo estão localizadas no topo da Chapada do Araripe, localizadas no extremo oeste do estado de Pernambuco, no município de Araripina, pertencente ao Polo Gesseiro do Araripe. Foram coletadas amostras mantendo-se a estrutura do solo, utilizando-se anéis volumétricos, para as análises de resistência a penetração de raízes (RP) e porosidade. As profundidades das coletas foram 0-10 e 10-20 cm, onde foi tomado como base um quadrado (100 x 100 m), com 4 pontos nas extremidades e 2 pontos no centro. Nas mesmas profundidades foram coletadas amostras em forma de torrão, para determinação do índice de estabilidade de agregados (IEA). Aplicando-se o teste de médias de Tukey para probabilidade de 5%, observou-se que ocorreram diferenças nos valores de (IEA) para as duas profundidades, na (RP) e macroporosidade (MA) na profundidade de 0-10 cm. Contudo a determinação de outros atributos é essencial para uma melhor análise dessas propriedades do solo, e assim identificar aqueles que mais destacam as diferenças existentes entre as áreas aqui estudadas, sendo o índice de estabilidade de agregados, a resistência a penetração de raízes, a macroporosidade e a porosidade total, propriedades de grande relevância como indicadores de qualidade dos solos.

3 Introdução

A física de solos tem como objetivo o estudo e a definição, tanto qualitativa quanto quantitativa das propriedades físicas, bem como sua medição, predição e controle, afim de entender os mecanismos que governam a funcionalidade dos solos e sua relação com o sistema. Na prática, fornece dados para o entendimento do comportamento físico do solo e sua associação com o uso e manejo apropriado, buscando a orientação da irrigação, drenagem, preparo e conservação de solo e água (REINERT e REICHERT, 2006).

A qualidade do solo é um conjunto complexo de características e condições que é difícil de ser medida de forma direta (ISLAM, 2000). Por esse motivo, se tem o estabelecimento de indicadores apropriados, servindo de referência para comparação e determinação de qualidade de solo (ARAÚJO et al., 2012). Para Silva et al. (2015), a determinação dos atributos de qualidade de um solo de referência,

tem contribuindo para a avaliação de processos modificadores da qualidade de solos. Arshad e Martin (2002) destacam a importância de conhecer os indicadores de qualidade do solo, para que se possa monitorar mudanças ocorridas no solo e determinar melhorias ou ressaltar ideias sobre a degradação da qualidade do solo.

Entre as propriedades físicas do solo estudadas podemos destacar: a porosidade, que está diretamente relacionada à textura e estrutura dos solos, capacidade de drenagem interna do solo, retenção de água de um perfil e suas condições de aeração. Os diferentes tipos de poros no solo possuem funções específicas, sendo: os microporos os poros responsáveis pela retenção e armazenamento da água; os macroporos, responsáveis pela aeração e pela maior contribuição na infiltração de água; e os mesoporos, responsáveis pela redistribuição da água (REINERT e REICHERT, 2006).

Outro atributo muito usado para avaliar a qualidade estrutural de solos é a estabilidade de agregados (EA). Ela expressa a resistência à desagregação que os agregados apresentam quando submetidos a forças externas; seja pela ação de implementos agrícolas e impacto gota chuva, ou por forças internas; compressão de ar e expansão-contração do solo, que tendem a rompê-los. Uma das suas medições mais utilizadas é pela força aplicada pela água, que é uma medida que tem relação com a capacidade de um solo de resistir a erosão (REINERT e REICHERT, 2006). A EA fornece, entre outras informações, o tamanho de agregados mais resistentes à erosão. Quando estes forem, preferencialmente, macroagregados, sua maior presença pode ser atribuída a maior qualidade estrutural do solo (MIELNICZUK et al., 2003).

Outra propriedade estudada foi a resistência do solo à penetração de raízes (RP), refere-se à resistência que o solo oferece ao crescimento radicular e é influenciada, principalmente, pela umidade do solo (REINERT e REICHERT, 2006). A RP é considerada uma das propriedades mais adequada para expressar o grau de compactação do solo, podendo determinar a facilidade ou dificuldade de penetração das raízes no solo (STOLF et al., 1983; TORMENA & ROLOFF, 1996; PEREIRA et al., 2002; MERCANTE et al., 2003).

Ressaltando que as propriedades físicas, afetam e estão relacionadas diretamente com a qualidade química e biológica, já que uma depende da outra, por

tanto, melhorando a qualidade física de determinado solo estaremos, indiretamente, contribuindo para a melhoria das suas condições químicas e biológicas

4 Objetivos

4.1 Objetivo Geral

- Determinar os atributos físicos dos Latossolos Amarelos na Chapada do Araripe sob diferentes coberturas vegetais

4.2 Objetivo Específico

- Avaliar os atributos físicos indicadores de qualidade dos Latossolos Amarelos na Chapada do Araripe sob diferentes coberturas vegetais estudados nesse trabalho.

5 Metodologia

A área de estudo está localizada no topo da Chapada do Araripe (07° 27' 32" S e 40° 24' 55" W), situada no extremo oeste do estado de Pernambuco, no município de Araripina, pertencente ao Polo Gesseiro do Araripe. Dentro desses limites os solos já foram identificados como Latossolo Amarelo distrófico, A moderado, textura franco-arenosa, caatinga hipoxerófila com trechos de floresta caducifólia, relevo plano.

Foram selecionadas quatro áreas de modo a representar quatro situações distintas: a primeira, sob vegetação nativa com Caatinga preservada, que servirá de referencial comparativo com os demais tipos de coberturas vegetais; a segunda, em área sob vegetação nativa, com Caatinga degradada; a terceira, em área sob monocultivo da mandioca; e a quarta, em área sob cultivo agro-energético com eucalipto.

As amostras foram coletadas mantendo-se a estrutura do solo, utilizando-se anéis volumétricos, inseridos ao solo com auxílio do amostrador tipo Uhland, para as análises de resistência a penetração de raízes e porosidade. As profundidades das coletas foram 0-10 e 10-20 cm, onde foi tomado como base um quadrado (100 x 100 m), com 4 pontos nas extremidades e 2 pontos no centro. Nas mesmas profundidades foram coletadas amostras em forma de torrão, para determinação da estabilidade de agregados (EA).

A EA foi determinada pelo método de peneiramento por via úmida em aparelho de oscilação vertical do tipo Yooder, proposto por Kemper e Rosenau

(1986), com modificações. O aparelho tipo Yooder utilizado é composto por três recipientes cilíndrico, inserindo-se um conjunto de cinco jogos de peneiras em cada recipiente (2,00 - 1,00 - 0,5 - 0,25 - 0,125 mm) (Figura 1). Foram utilizados agregados com diâmetro médio de 5,93 mm (passados em peneira de 7,1 mm de malha e retidos na de 4,76 mm). Separam-se quatro subamostras de 25 g desses agregados, sendo três utilizadas no peneiramento por via úmida, e uma para determinação do fator de correção de umidade (fator “f”), corrigindo-se os pesos dos agregados secos ao ar para secos em estufa.



Figura 1. Aparelho de oscilação vertical utilizados nas análises de peneiramento por via úmida, pertencente ao Laboratório de Física do solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Para o peneiramento via úmida, as três subamostras dos agregados foram colocadas em papel filtro e saturada por capilaridade, durante 10 minutos, evitando-se assim o aprisionamento de ar dentro dos agregados. Depois da saturação as subamostras foram transferidas para o conjunto de peneiras. As subamostras ficaram submetidas ao peneiramento via úmida no aparelho por um período de 15 min.

Os agregados retidos em cada peneira foram transferidos para latas de alumínio, com auxílio de jatos de águas fracos dirigidos ao fundo das peneiras, sendo esse material seco em estufa a 105°C, por um período de 24 h e pesados, para determinação dos agregados estáveis em cada classe. Quantificou-se os agregados retidos em cada peneira, além daqueles que passaram através

da última ($< 0,125$ mm), obtendo assim seis classes de diâmetro médios: 3,38 - 1,5 - 0,75 - 0,375 - 0,1875 e 0,063 mm (Figura 2).

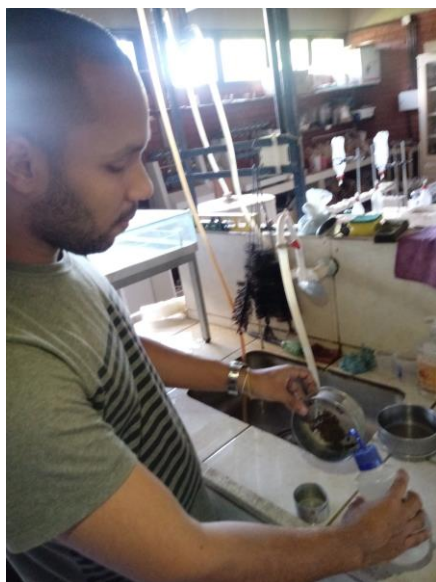


Figura 2. Transferência do material retido nas peneiras para latas de alumínio e material em latas após seco em estufa.

Os cálculos para obtenção dos valores do Índice de Estabilidade de Agregados (IEA) é realizado conforme equação (01).

$$IEA = \left[\frac{\text{Peso da amostra seca} - wp_{0,125}}{\text{Peso da amostra seca}} \right] \times 100 \quad (1)$$

Em que: IEA = índice de estabilidade de agregados (%); $wp_{0,125}$ = peso dos agregados da classe $< 0,125$ mm.

Os ensaios de resistência do solo à penetração de raízes (RP) foram realizados em um penetrômetro eletrônico de bancada, com célula de carga de 20 kg, que aplica uma carga constante, a uma taxa de 4 mm min^{-1} , por meio de uma agulha com base do cone de 4 mm. O motor de propulsão, acoplado a célula de carga, conectada a agulha, promove sua penetração na amostra do solo. Um sistema de aquisição de dados registra a força aplicada ao solo contido no anel volumétrico, necessária para penetração da agulha ao solo, responsável pela resistência à penetração. O modelo do penetrômetro usado nos ensaios possui software que já fornece os resultados de RP em MPa (Figura 3).

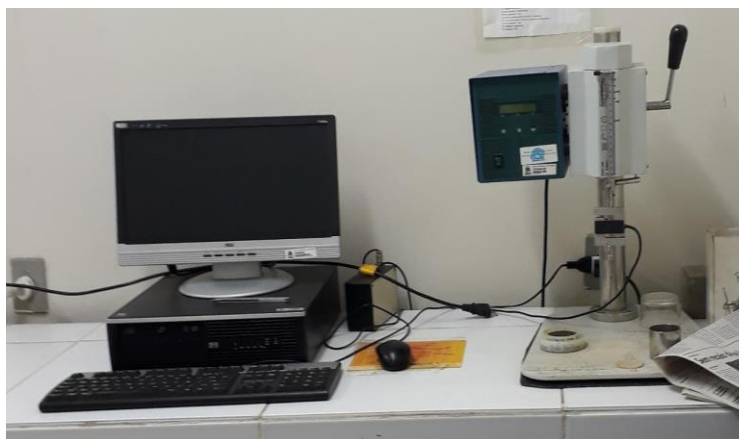


Figura 3. Penetrômetro eletrônico de bancada, utilizado para análises de resistência a penetração de raízes no solo, pertencente ao Laboratório de Física do solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Nos ensaios de RP a umidade foi padronizada na tensão de 10 centímetros de coluna de água (cca) para determinação da Macroporosidade (MA) do solo. Para isto, as amostras em anéis volumétricos foram saturadas, pesadas e colocadas em um equipamento chamado de mesa de tensão, onde foram submetidas à tensão de 10cca (Figura 4). Atingido o equilíbrio da tensão aplicada, as amostras foram pesadas e levadas para realização dos ensaios da resistência a penetração do solo.



Figura 4. Mesa de tensão, utilizado para determinação da macroporosidade do solo, pertencente ao Laboratório de Física do solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Durante a realização dos ensaios foram coletados todos os dados de resistência registrados pela célula de carga, desde a superfície até 4,5 cm de profundidade, deixando 0,5 cm entre a agulha e a base do equipamento, devido ao efeito de bordadura e assim eliminando os dados referentes ao primeiro centímetro de

penetração. Contudo para o valor final da RP foram considerados os dados dos três centímetros centrais de cada amostra, utilizando-se a média dos valores.

A porosidade total foi determinada pelo método da saturação. Onde os anéis volumétricos contendo o solo foram saturados e pesados, após pesagem foram levados para estufa por 16h a 105°C, depois desse período as amostras foram pesadas e por diferença obteve-se o volume de poros e assim calculado a porosidade total (P), conforme equação (2):

$$P = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}} = \frac{V_{\text{água de saturação}}}{V_{\text{anel}}} = \theta_{\text{saturação}} \quad (2)$$

Outra análise realizada foi a de macroporosidade, onde as amostras foram saturadas, pesadas, levadas para uma mesa de tensão e submetidas a uma tensão de 10cca até sua estabilização. A classificação da distribuição do tamanho dos poros para a determinação da macroporosidade teve como base a classe de poros segundo Prevedello (1996). Após a aplicação da tensão, os anéis foram pesados, determinado o volume de água extraído dos macroporos e calculado a macroporosidade, conforme equação (3), expressa em cm³ cm⁻³.

$$\theta_{\text{Macro}} = \frac{V_{\text{água extraída à 10cca}}}{V_{\text{anel}}} \quad (3)$$

6 Resultados e Discussões

Quando analisamos os valores de IEA nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm observamos que os valores variam entre 79 a 99%, demonstrando uma alta agregação nas classes de maior diâmetro de agregados, consequentemente, uma menor quantidade de agregados da menor classe que seria a inferior a 0,125 mm (Tabela 1).

Segundo Longo et al. (1999) camadas e horizontes mais superficiais tendem a receberem maior aporte de resíduos orgânicos, que favorecendo o aumento e conservação dos agregados. Com essa informação podemos destacar que duas profundidades analisadas estão próximas a superfície, onde possuem uma maior concentração de raízes e consequentemente uma maior microfauna que contribui para uma maior agregação, observado também por Dufranc et al. (2004).

Tabela 1. Valores médios do índice de estabilidade de agregados para amostras do Latossolo Amarelo distrófico, A moderado, textura franco-arenosa, para camada de 0-10 e 10-20 cm, nas quatro áreas de estudo

Profundidade	Área				CV
	Eucalipto	Degradada	Preservada	Mandioca	
	%				
0-10 cm	97,48 a2a3	92,55 a2	81,34 a1	98,48 a3	2,09
10-20 cm	94,44 a1a2	95,34 a1a2	79,89 a1	99,99 a2	7,04

As médias seguidas pela mesma letra minúsculas e número não diferem estatisticamente entre si na linha. Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

De acordo com Bolinder et al. (1997); Gonçalves e Stape (2002), a matéria orgânica, a natureza do solo, em especial sua granulometria, arranjo de poros e atividade biológica do solo (raízes e animais da fauna), influencia tanto nas propriedades físicas, quanto nas químicas e biológicas do solo.

Para as duas profundidades estudadas observamos que a área da mandioca apresentou os maiores valores, sendo estatisticamente equivalente a área de eucalipto na profundidade de (0-10 e 10-20 cm) e degradada (10-20 cm), onde as três áreas apresentaram valores superiores ao que seria o ideal comparativo (área preservada), demonstrando que mesmo com o manejo que é realizado nessas duas áreas (eucalipto e mandioca) e o extrativismo realizado na área degradada, essa propriedade do solo não afetada ao ponto de ser prejudicial.

Neste contexto, Llanillo et al. (2006) ressalta que os diferentes usos e manejos dos solos, diferenciam seu estado de agregação, textura, teor de água, matéria orgânica e possíveis tensões.

Nos valores relacionados a (RP), observamos que a área preservada foi a única que apresentou diferença estatística de todas as outras áreas, na profundidade de 0-10 cm, e na profundidade de 10-20 cm todas as áreas apresentaram valores estatisticamente equivalentes (Tabela 2).

Na profundidade de 10-20 cm ocorreu um aumento nos valores de todas as áreas, sendo a área de eucalipto com o maior valor (0,87 MPa). Para Centurion et al. (2001) e Freddi et al. (2006) áreas sob diferentes sistemas de manejo apresentam modificações na estrutura do solo, que resulta em uma maior variabilidade da RP, podendo ocorrer maior ou menor compactação de camadas.

Tabela 2. Valores médios de resistência a penetração de raízes para amostras do Latossolo Amarelo distrófico, A moderado, textura franco-arenosa, para camada de 0-10 e 10-20 cm, nas quatro áreas de estudo

Profundidade	Área				CV
	Eucalipto	Degradada	Preservada	Mandioca	
	MPa				%
0-10 cm	0,060 a1	0,053 a1	0,57 a2	0,25 a1	30,51
10-20 cm	0,87 a1	0,54 a1	0,74 a1	0,52 a1	31,02

As médias seguidas pela mesma letra minúsculas e número não diferem estatisticamente entre si na linha. Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Souza e Alves (2003) destacam que o manejo quando realizado de forma eficaz e adequado, melhora a infiltração do solo, a condutividade hidráulica e proporciona uma menor resistência a penetração no solo. Segundo Reichert et al. (2005) a expansão de raízes contribui para aplicação de forças mecânicas que causa compactação no solo. Tendo assim maior destaque a área de mata preservada que possui maior número de espécies consequentemente maior concentração de raízes.

De acordo com Arshad et al. (1996), valores de RP variando de 2,0 a 4,0 MPa podem impossibilitar ou limitar o crescimento de raízes, corroborando essa afirmação, Beutler et al. (2003) destaca que valores acima de 2 MPa limita o crescimento de raízes das plantas em Latossolos. Para as áreas estudadas, todos os valores estão muito abaixo daqueles limitantes ao crescimento radicular, mostrando que essas áreas não possuem problema com essa propriedade do solo.

Para os valores de porosidade total, foi observado que não ocorreu diferença significativa entre as áreas nas duas profundidades trabalhadas. Ao observarmos os valores brutos para a profundidade 0-10 cm, a área de eucalipto e mandioca foi a que apresentaram os maiores valores de PT com (0,468 e 0,469 cm³ cm⁻³) respectivamente. Para a profundidade de 10-20 cm, observamos que a área de mata preservada foi aquela com maior valor (0,425 cm³ cm⁻³) (Tabela 3).

A área do eucalipto e da mandioca são duas áreas com já falado que possuem um manejo de forma mais periódica, seja pela entrada de máquinas ou preparo do solo, onde essas atividades podem causar modificações e reestruturação da condição do solo, como citado por (CENTURION et al., 2001; FREDDI et al., 2006). Esse tipo de manejo faz com que ocorra uma modificação na estrutura do

solo, afetando algumas propriedades importantes seja positivamente ou negativamente, como: porosidade, densidade, granulometria, entre outras (VIEIRA e KLEIN, 2007).

Tabela 3. Valores médios de porosidade total e macroporosidade para amostras do Latossolo Amarelo distrófico, A moderado, textura franco-arenosa, para camada de 0-10 e 10-20 cm, nas quatro áreas de estudo

Área	Profundidade	
	0-10 cm	10-20 cm
Porosidade Total ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)		
Eucalipto	0,468 a1	0,390 a1
Degradada	0,418 a1	0,378 a1
Preservada	0,402 a1	0,425 a1
Mandioca	0,469 a1	0,393 a1
CV (%)	12,63	11,96
Macroporosidade ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)		
Eucalipto	0,0781 a2	0,0327 a1
Degradada	0,0333 a1	0,0454 a1
Preservada	0,0342 a1	0,0306 a1
Mandioca	0,0348 a1	0,0412 a1
CV (%)	25,7	29,48

As médias seguidas pela mesma letra minúsculas e número não diferem estatisticamente entre si na coluna. Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Segundo Mesquita e Moraes (2004); Trevisan et al. (2009); Silva et al. (2012), áreas como a de mata possuem maior concentração de raízes e diferentes espécies, consequentemente uma variabilidade na porosidade e em outros atributos. Apesar de se tratar do mesmo solo, as condições ou fatores climáticos, tipo de manejo, tipo de cobertura vegetal, forma de amostragem, quantidade de raízes, estrutura do solo, entre outros, são diferentes de área para área.

Com relação a macroporosidade observamos que para a profundidade 0-10 cm ocorreu diferença significativa para a área do eucalipto onde o valor foi de ($0,0781 \text{ cm}^3 \text{cm}^{-3}$), na profundidade de 10-20 cm, não ocorreu diferença significativa entre as áreas (Tabela 3).

Segundo Carvalho et al. (2002) em alguns momentos na amostra e na amostragem podem ocorrer “entupimento” e “desentupimento” de poros, devido a

liberação de partículas dos agregados, que ocasiona aumentando ou redução dos tipos de poros, causando variação amostral.

Apesar de se tratar do mesmo solo, as condições ou fatores climáticos, tipo de manejo, tipo de cobertura vegetal, forma de amostragem, quantidade de raízes, entre outros, são diferentes (MESQUITA e MORAES, 2004; TREVISAN et al., 2009; SILVA et al., 2012). Podendo ocorrer maior ou menor modificações na estrutura do solo e consequentemente em seus resultados.

Portanto, esses resultados demonstram que as diferentes condições das áreas, podem influenciar diretamente nos resultados obtidos, não só nos atributos aqui estudados, mas também em outros atributos que o solo possui.

7 Considerações Finais

Os dados aqui apresentados fazem parte de uma pesquisa maior (ProMassa-FACEPE) e concordam com as literaturas citadas, onde é notado que as diferentes condições que as áreas estão refletem diretamente nas propriedades do solo, podendo ser observado também nos diferentes valores para cada análise realizada nas áreas, onde a forma de manejo, local de coleta, tipo de vegetação, podem contribuir para uma maior ou menor variação.

Contudo a determinação de outros atributos é essencial para uma melhor análise dessas propriedades do solo, e assim identificar aqueles que mais destacam as diferenças existentes entre as áreas aqui estudadas, sendo o índice de estabilidade de agregados, a resistência a penetração de raízes, a macroporosidade e a porosidade total, propriedades de grande relevância como indicadores de qualidade dos solos.

8 Referências

ALENCAR, T. L.; CHAVES, A. F.; SANTOS, C. L. A.; JÚNIOR, R. N. A.; MOTA, J. C. A. Atributos Físicos de um Cambissolo Cultivado e Tratado com Biofertilizante na Chapada do Apodi, Ceará. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 39, n.3, p. 737-749, 2015.

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.

ARSHAD, M.A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Zurich, v. 88, n. 2, p. 153-160, 2002.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. *Methods for assessing soil quality*. Madison, Soil Science Society of America. 1996. p. 123-141 (SSSA Special publication 49).

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, p. 849-856, 2003.

BOLINDER, M.A.; ANGERS, D.A.; DUBUC, J.P. Estimating shoot to root ratios and annual carbon inputs in soil for cereal crops. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 63:61-66, 1997.

CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; CRUZ, E. S.; CEDDIA, M. B.; LANA, A. M. Q. Perda de solo e água em um Argissolo Vermelho Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.3, p.385-389, 2002.

CENTURION, J.F.; CARDOSO, J.P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 254-258, 2001.

DUFRANC, G.; DECHEN, S.C.F.; FREITAS, S.S.; CAMARGO, O. A. Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois latossolos em plantio direto no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, 2004, p. 505-517.

FREDDI, O.S.; CARVALHO, M.P.; JÚNIOR, V.V.; CARVALHO, G.J. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. *Revista Engenharia Agrícola*. Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 113- 121, 2006.

FREITAS, L.; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, V. M. R. Atributos químicos de Latossolo vermelho submetido a diferentes manejos. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 229-240, 2015.

GADELHA, F. H. L.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, R. C.; TAVARES, J.A. Produtividade de clones de eucaliptos em diferentes sistemas de manejo para fins energéticos. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 35, n. 83, p. 263-270, 2015.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. Conservação e cultivo de Solos para Plantações Florestais. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Piracicaba – São Paulo, 2002. 498 p.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 9-16, 2000.

KEMPER, W.D.; ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 2. ed. American Society of Agronomy, Madison, Part 1, 1986, p. 425-442.

LLANILLO, R. F.; RICHART, A.; FILHO, J. T.; GUIMARÃES, M. F.; FERREIRA, R. R. M. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. *Semina: Ciências Agrária*, 27:205-220, 2006.

LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R.; RIBEIRO, A. I. Modificações na estabilidade de agregados no solo decorrentes da introdução de pastagens em áreas de cerrado e floresta amazônica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.3, 1999, p.276-280.

MEDEIROS, L. C.; MEDEIROS, B. V. V.; SOBRINHO, F.E.; GURGEL, M.T. Caracterização físico química de um neossolo litólico na região Seridó do RN. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 01-07, 2013.

MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M.A. & SOUZA, E.G. Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:1149-1159, 2003.

MESQUITA, M.G.B.F.; MORAES, S.O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. *Ciência Rural*, v.34, p 963-969, 2004.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ, V.H., eds. Tópicos ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3, p.209-248.

PEREIRA, J.O.; SIQUEIRA, J.A.C.; URIBE-OPAZO, M.A. & SILVA, S.L. Resistência do solo à penetração em função do sistema de cultivo e teor de água do solo. R. Bras. Eng. Agríc. Amb., 6:171-174, 2002.

PREVEDELLO, C. L. Física do solo com problemas resolvidos. Curitiba, Saeafs, 1996. 446p.

REBOUÇAS, C. A. M.; PORTELA, J.C.; SOBRINHO, F. E.; CAVALCANTE, J.S. J.; SILVA, M.L.N.; GONDIM, J. E.F. Caracterização física, química e morfológica do solo em várzea do município de Florânia, RN. Agropecuária Científica no SemiÁrido, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 134-142, 2014.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J, Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: VIDAL TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; Cooper, M.; Silva, A. P. Tópicos em ciência do solo. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v. 5. p. 50- 121.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Propriedades física do solo. 2006. Disponível em: <https://www.agro.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf>. Acesso em: 09 julho 2018.

SILVA, J. R. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, T. E. M. Caracterização física e hidráulica de solos em bacias experimentais do semiárido brasileiro, sob manejo conservacionista. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 27-36, 2012.

SILVA, R. L.; MATIAS, S. S. R.; LOBATO, M.G. R.; NÓBREGA, J. C. A. Atributos físicos do solo em diferentes coberturas vegetais na região sul do Piauí. Revista Caatinga, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 160-168, 2014.

SILVA, M. Z. F.; FREITAS, E. P.; MESSIAS, R. M.; SOUSA, C. F.; NASCIMENTO, M. A. Análise sobre um perfil do solo no município de Taboleiro Grande/RN. Revista do Ceres, Natal, v. 1, n. 2, p. 62-68, 2015.

SINDUSGESSO - Polo gessoso do Araripe: potencialidades, problemas e soluções. Recife: Simpósio, 22p., 2014.

STOLF, R.; FERNANDES, J. & URLANI NETO, V.L. Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto - modelo IAA/Planalsucar - Stolf. São Paulo, MIC/IAA/PNMCA-Planalsucar, 1983. 8p.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 20:333-339, 1996.

TREVISAN, R. et al. Condutividade hidráulica do solo saturado na zona vadosa in situ e em laboratório. Irriga, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 413-422, 2009.

VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes temas de manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 6, p. 1271-1280, 2007.

Recife, 30 de julho de 2018

Assinatura do Estagiário:

Talmo Henrique dos Santos Silva
Graduando do 10º Período de Agronomia/UFRPE

Assinatura do Orientador:

Brivaldo Gomes de Almeida
Prof. Associado/Área de Solos/DEPA/UFRPE
SIAPE nº 6383037