

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

COORDENADORIA GERAL DE PROGRAMAS ESPECIAIS



**RELATÓRIO FINAL DAS ATIVIDADES DE BOLSISTA DO PROGRAMA
INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC/CNPq)**

BOLSISTA: Eduardo Antonio dos Santos Mendonça

Recife, Julho 2019.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M539e Mendonça, Edwardo Antonio dos Santos
Estudo de compactação de solos coesos em tabuleiro costeiro cultivados com cana-de-açúcar:
experimentação e modelagem / Edwardo Antonio dos Santos Mendonça. - 2019.
14 f. : il.
- Orientador: Renato Paiva de Lima.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental, Recife, 2021.
1. Compactação do solo. 2. Cana-de-açúcar. 3. Porosidade do solo . I. Lima, Renato Paiva de, orient. II.
Título

SUMÁRIO

IDENTIFICAÇÃO.....	2
TÍTULO	1
RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	3
3.1. Localização e caracterização da área de estudo.....	3
3.2. Medição da porosidade total, macro, meso e microporosidade.....	4
3.3. Análise dos dados.....	5
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	5
5. CONCLUSÃO.....	10
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

IDENTIFICAÇÃO

Aluno: Edwardo Antonio dos Santos Mendonça

Curso: Engenharia Agrícola e Ambiental

Orientador: Renato Paiva de Lima

Departamento de Engenharia Agrícola

TÍTULO

Estudo de compactação de solos coesos em tabuleiro costeiro cultivados com cana-de-açúcar: experimentação e modelagem

RESUMO

O preparo inicial do solo, seguido pelo tráfego de veículos cada vez mais pesados, que atuam em variadas condições de umidades para operações de cultivo e colheita, podem ocasionar mudanças na estrutura do solo ao longo dos ciclos de cultivo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do cultivo da cana-de-açúcar na distribuição de tamanho de poros do solo. Para este estudo, três áreas com diferentes usos da terra foram selecionadas: Mata Atlântica, solo recém revolvido e cultivo de cana-de-açúcar. Amostras com estrutura preservada foram coletadas utilizando anéis cilíndricos com diâmetro e altura de 5 cm. Em cada área, foram coletadas amostras nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade, com quatro repetições, nas quais foram medidas a porosidade total, a macroporosidade, mesoporosidade e microporosidade. Práticas de preparo de solo e o sucessivo cultivo da cana-de-açúcar reduziram a porosidade total e a microporosidade do solo em relação a uma condição de vegetação natural (Mata Atlântica). O preparo do solo aumentou o volume de mesoporos como uma consequência da redução da macroporosidade. O cultivo da cana-de-açúcar tende a elevar a macroporosidade perdida com o preparo do solo, em um processo de transformação de mesoporos em macroporos. Como resultado das transformações na distribuição do tamanho de poros do solo, é esperado que a aeração seja reduzida com o preparo do solo, mas que seja recuperada à níveis próximos aos encontrados na Mata Atlântica durante o ciclo da cana-de-açúcar. O preparo do solo pode resultar em maiores mecanismos de distribuição de água no solo em relação ao solo de Mata Atlântica e ao cultivo de cana-de-açúcar, assim como o armazenamento de água no solo pode ser reduzido por ação do preparo do solo e do cultivo de cana-de-açúcar.

1. INTRODUÇÃO

O ciclo de cultivo da cana-de-açúcar foi a primeira atividade economicamente organizada do Brasil. Por muito tempo, o açúcar foi o principal produto brasileiro, e um dos poucos que resistiram às mudanças político-culturais ao longo dos anos (Tabarelli et al., 2010). Uma das principais culturas agrícolas do mundo, a cana-de-açúcar é cultivada em 100 países e, representa uma importante fonte de mão de obra no meio rural. Apesar desta difusão mundial, cerca de 80% da produção do planeta estão concentradas em dez países. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2019), o Brasil segue na condição de maior produtor de cana-de-açúcar do mundo.

Com o aumento das áreas de produção de cana-de-açúcar, a implementação da mecanização e de atividades de preparo do solo estão cada vez mais vinculados aos ciclos de produção (Silva et al., 2018). Nesse contexto, o preparo inicial do solo, seguido pelo tráfego de veículos cada vez mais pesados, que atuam em variadas condições de umidades para operações de cultivo e colheita, podem ocasionar mudanças na estrutura do solo ao longo dos ciclos de cultivo, o que pode provocar decaimento no potencial de crescimento da planta (Oliveira et al., 2010).

A porosidade governa o fluxo de ar e água no solo, sendo umas das principais medidas de mudanças estruturais no solo (Lima et al., 2015; Reichert et al., 2016). Por ser uma condição dinâmica, sensível a mudanças, e facilmente mensurável, a porosidade do solo é um dos principais indicadores do status estrutural em solos agrícolas (Ortiz, 2016).

A porosidade total representa o volume total de poros no sistema composto por sólidos e vazios no solo. Entretanto, sob uma mesma condição de porosidade total, o solo pode apresentar distribuição diferente em relação ao tamanho de poros. Isso significa que o arranjo estrutural das partículas, que é dado pela estrutura, pode resultar em diferentes proporções de macroporos, mesoporos e microporos. Cada fração de poros é responsável por uma função específica no solo, e a variação de sua proporção, que pode ser alterada em função do cultivo agrícola, confere mudanças na aeração, no fluxo e armazenamento de água no solo.

Na cultura da cana-de-açúcar, as mudanças causadas pelo preparo do solo e pelas operações mecanizadas ao longo do ciclo de cultivo, são fatores que podem modificar o arranjo estrutural (Silva et al., 2018) e conseqüentemente a distribuição do tamanho de

poros em relação a uma condição de equilíbrio (Dexter et al., 1988), dada por exemplo, por solos sob vegetação nativa.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência do cultivo da cana-de-açúcar da distribuição de tamanho de poros do solo.

2.2. Objetivos específicos

Medir a macroporosidade, mesoporosidade, microporosidade e a porosidade total de áreas sob preparo do solo e cultivo da cana-de-açúcar.

Comparar os resultados com um fragmento intacto de Mata Atlântica adjacente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido na Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC-UFRPE) (7°51'9"S, 35°14'14"W), situada no município de Carpina, zona da mata setentrional de Pernambuco, onde foram realizadas coletas de solo para a análise física do solo. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo distrocoeso.

Para este estudo, três áreas com diferentes usos da terra foram selecionadas: Mata Atlântica, solo recém revolvido e cultivo de cana-de-açúcar (Figura 1). Mata Atlântica: área caracterizada por um fragmento intacto de Mata Atlântica; área sob preparo do solo: área previamente preparada, com gradagem até aproximadamente 30 cm de profundidade; área cultivada com cana-de-açúcar: esta área encontrava-se sob sexto corte, e portanto, submetida a cinco sucessivos anos de colheita.

Amostras com estrutura preservada foram coletadas utilizando anéis cilíndricos com diâmetro e altura de 5 cm. Em cada área, foram coletadas amostras nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade, com quatro repetições, totalizando 36

amostras. As amostras foram analisadas no Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Mecânica dos Solos – UFRPE.

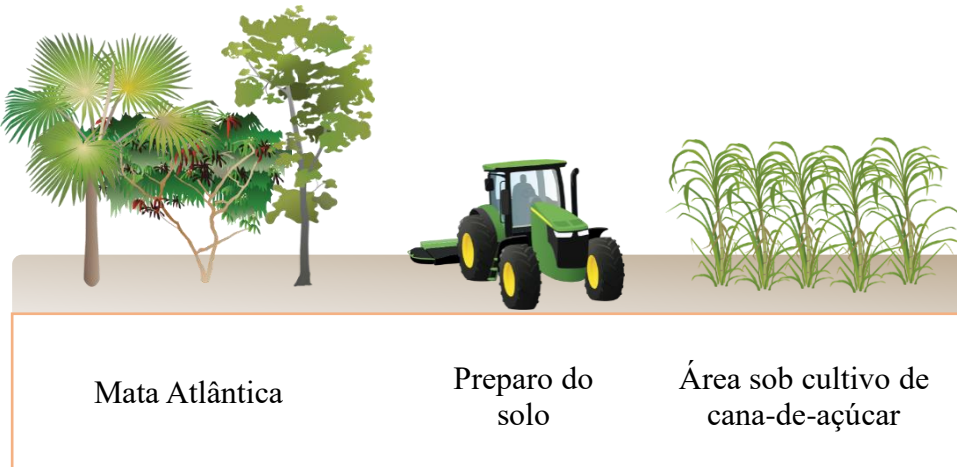


Figura 1. Ilustração dos tratamentos utilizados no experimento.

3.2. Medição da porosidade total, macro, meso e microporosidade

No laboratório, as amostras com estrutura preservada foram preparadas, saturadas por 24 h e posteriormente conduzidas para a mesa de tensão. As amostras foram submetidas às sucções matriciais de 30 hPa, e posteriormente de 100 hPa. Após o equilíbrio, as amostras foram pesadas para medição da massa úmida do solo e em seguida secas em estufa à 105° C por 24h para medição da massa seca do solo. Para cálculo da porosidade total (PT), macro (MA), meso (ME) e microporosidade (MI), as seguintes expressões foram utilizadas:

$$DS = \frac{Ms}{V} \quad (1)$$

$$PT = \left(1 - \frac{DS}{DP} \right) \quad (2)$$

$$MA = TP - \theta_{30hPa} \quad (3)$$

$$ME = \theta_{30hPa} - \theta_{100hPa} \quad (4)$$

$$MI = \theta_{100hPa} \quad (5)$$

onde M_s é a massa de solo seco (g); V é volume do anel cilíndrico (cm^3); DS é a densidade do solo (Mg m^{-3}); DP é densidade de partículas do solo (2.65 Mg m^{-3} ; conforme Lima et al., 2015); $\theta_{30\text{hPa}}$ e $\theta_{100\text{hPa}}$ são o conteúdo volumétrico de água nas sucções de 30 e 100 hPa, respectivamente.

3.3. Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância para cada camada, com o intuito de detectar diferença entre os tratamentos. As médias foram testadas via teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no Software R (R Core Team, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porosidade total do solo (PT) foi significativamente reduzida devido ao preparo do solo e o cultivo da cana-de-açúcar em relação as condições naturais de solo da Mata Atlântica. A Figura 2 mostra a distribuição da PT nas três áreas avaliadas. A PT sob o solo de Mata Atlântica (MT) variou entre aproximadamente 0.45 e $0.50 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, sendo maior na camada superficial. O preparo do solo (PS) e o cultivo da cana-de-açúcar (CA) reduziram a PT em 0.10 - $0.05 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ em relação à área de Mata Atlântica, para valores menores que $0.40 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

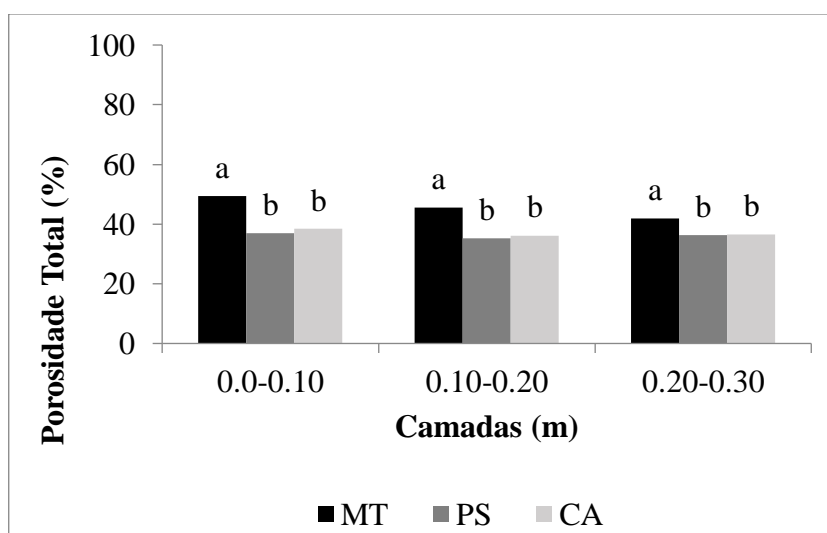


Figura 2. Porosidade total (PT), em área de Mata Atlântica (MT), preparo do solo (PS) e cultivo de cana-de-açúcar (CA).

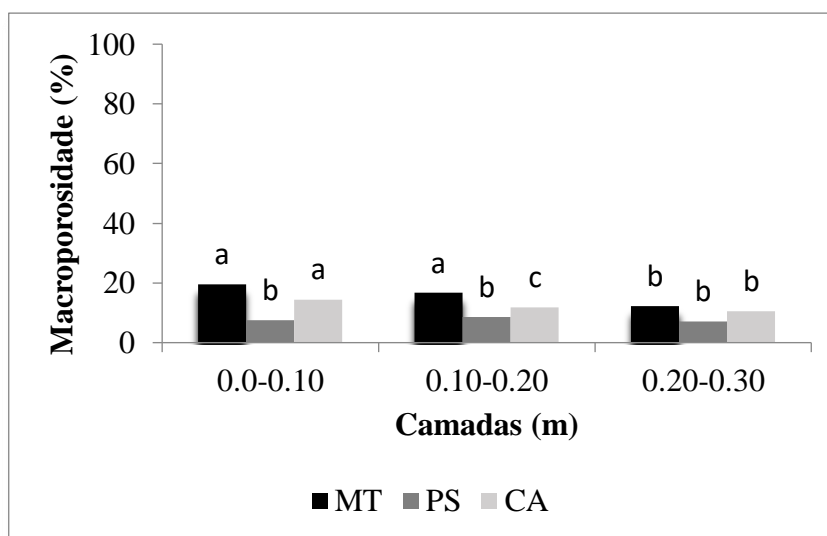


Figura 3. Macroporosidade (MA), em área de Mata Atlântica (MT), preparo do solo (PS) e cultivo de cana-de-açúcar (CA).

A Figura 3 mostra que o preparo do solo reduziu significativamente a macroporosidade (MA) em todas as camadas avaliadas. Adicionalmente, houve valores de MA equivalentes entre as áreas avaliadas sob MT e CA. Entretanto, valores de ME foram significativamente elevados com o preparo do solo em relação as áreas de MT e cultivadas com CA (Figura 4), enquanto a MI foi significativamente reduzida devido ao preparo do solo e o cultivo da cana-de-açúcar em relação ao solo da MA (Figura 5). Não houve diferença entre os valores observados para MT e cultivo da cana-de-açúcar para MI (Figura 4).

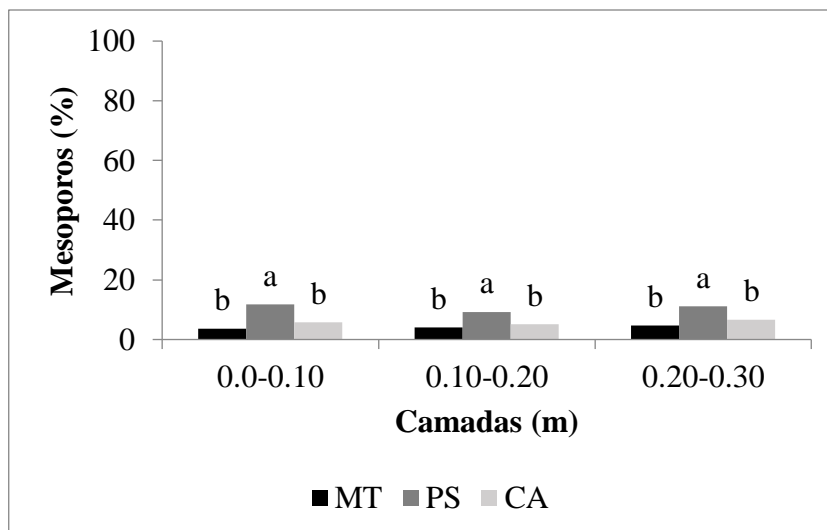


Figura 4. Mesoporosidade (ME), em área de Mata Atlântica (MT), preparo do solo (PS) e cultivo de cana-de-açúcar (CA).

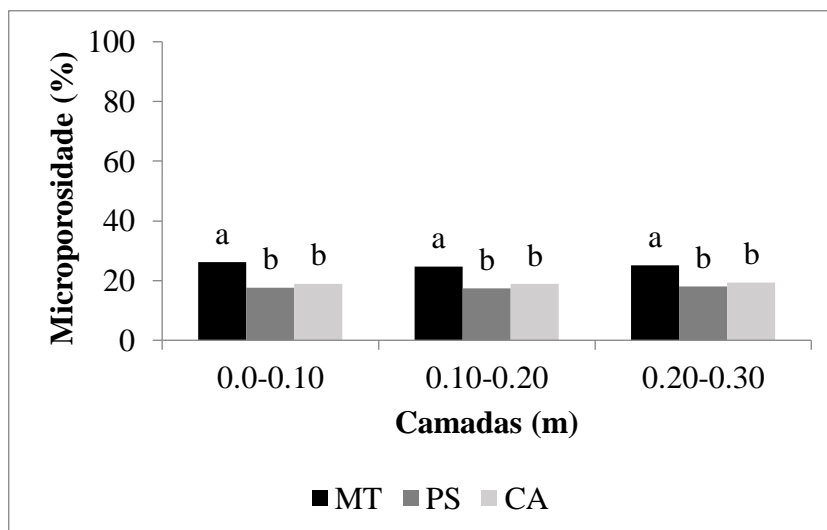


Figura 5. Microporosidade (MI), em área de Mata Atlântica (MT), preparo do solo (PS) e cultivo de cana-de-açúcar (CA).

O cultivo da cana-de-açúcar, que contempla o preparo inicial do solo e sucessivas colheitas anuais modificaram significativamente a distribuição do tamanho de poros em relação a uma condição natural, representada aqui pelo solo de MT. A distribuição do tamanho dos poros foi medida neste estudo pela PT, MA, ME e MI. Embora a caracterização da PT seja de grande importância para as medições de qualidade física do solo, essa medida pouco indica sobre as mudanças na distribuição do tamanho dos poros, uma vez que sob uma mesma condição de PT, o solo pode apresentar variações a

destruição interna dos poros, como foi observado, por exemplo, entre as áreas de preparo do solo e cultivada cana-de-açúcar. Os dados mostram que, quando as áreas com PT equivalentes são examinadas em termos de distribuição do tamanho do poros (isto é, MA, ME e MI), a MA foi significativamente reduzida, enquanto os poros intermediários aumentaram (i.e. ME) em função do preparo do solo. Isso significa que, aparentemente, o preparo do solo pode ter causado a destruição de macroagregados e reduzido o espaço poroso que existia entre eles, reduzindo a MA em relação a área de MT, por exemplo.

Os poros no solo exercem funções que controlam os mecanismos de aeração, fluxo de água e armazenamento de água no solo. Embora os limites sejam arbitrários, Koorevaar et al. (1983) argumenta que os macroporos são responsáveis pela aeração e drenagem. Os mesoporos tem a função de conduzir água após o excesso ser drenado pelos macroporos, e portanto, eles possuem uma função que se divide em um processo mais lento de drenagem e aeração. A água remanescente é então retida pelos microporos, e compõem o armazenamento de água no solo que estará disponível para as plantas e microorganismos.

Examinando as funções de poros atribuídas por Koorevaar et al. (1983), é possível notar que o preparo do solo significativamente pode reduzir a capacidade de drenagem da água, que é governada por poros de tamanho maiores (por exemplo, MA), de modo que durante um escoamento superficial e chuvas intensas, a capacidade destes solos de drenarem rapidamente a água seja reduzido, tornando este solo bastante suscetível a processos erosivos. Adicionalmente, com a redução observada na MA devido ao preparo do solo e cultivo da cana-de-açúcar, houve uma perda significativa da capacidade de aeração do solo sob essas práticas de cultivo, uma vez que as trocas gasosas entre a atmosfera e o solo são atribuídas aquela fração dos poros que permanecem vazios e cheios ar.

A capacidade de armazenamento de água no solo, que é atribuída a MI, também foi significativamente reduzida com o preparo do solo o cultivo da cana-de-açúcar, o que significa que o cultivo da cana-de-açúcar tende a diminuir a capacidade de retenção de água no solo. Em um sistema em equilíbrio, sob vegetação nativa, a estrutura do solo, dada pelo arranjo individual de suas partículas fundamentais (areia, silte e argila), normalmente encontra-se estável, com os agregados distribuídos de tal forma que a água seja retida em microagregados. Com a ação dos implementos e do tráfego por ocasião

do cultivo da cana-de-açúcar, a estabilidade dos agregados é desfeita por ação mecânica, e a cimentação e pontes de carbono que compõem a estrutura são perdidos (Cherubin, 2019). A perda na estrutura e arranjo espacial das partículas, tende a diminuir o armazenamento de água no solo.

A Figura 6 mostra a distribuição geral (considerando as três camadas analisadas) dos efeitos do cultivo da cana-de-açúcar sobre os mecanismos de aeração, distribuição de água e retenção de água no solo baseados nas funções correspondentes dos macro, meso e microporos. No esquema da Figura 6, é possível observar que a aeração do solo foi reduzida com preparo do solo, mas foi recuperada à níveis próximos aos encontrados na MT durante o ciclo da cana-de-açúcar. A distribuição de água no solo foi elevada com o preparo do solo em relação ao solo de MT e CA, mas parece estar além normalmente encontrado em solos de vegetação nativa. O armazenamento de água no solo foi reduzido por ação do preparo do solo e do cultivo de cana-de-açúcar.

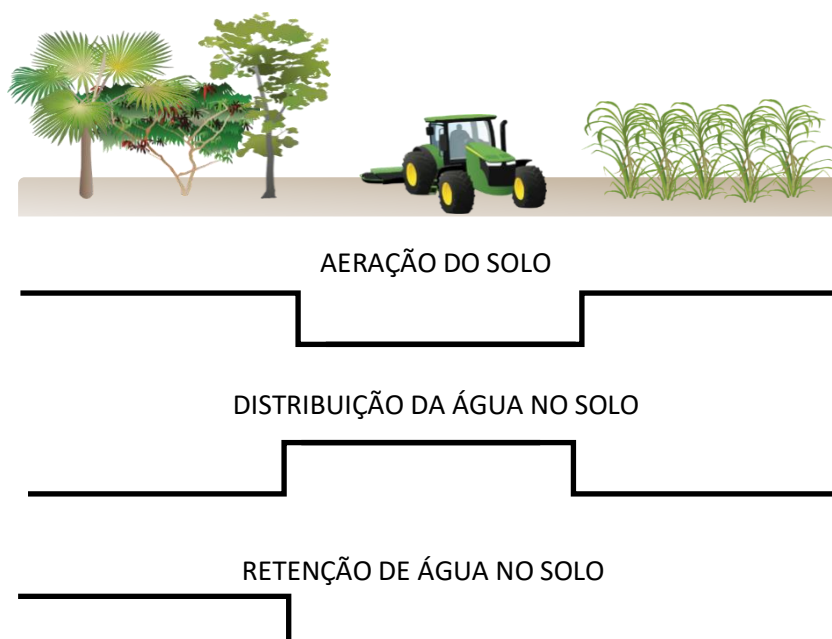


Figura 6. Distribuição geral (considerando as três camadas analisadas) dos efeitos do cultivo da cana-de-açúcar sobre os mecanismos de aeração, distribuição de água e retenção de água no solo baseados nas funções correspondentes dos macro, meso e microporos.

5. CONCLUSÃO

Práticas de preparo de solo e o sucessivo cultivo da cana-de-açúcar reduziram a porosidade total e a microporosidade do solo em relação a uma condição de vegetação natural. O preparo do solo aumentou a quantidade de mesoporos como uma consequência da redução da macroporosidade. O cultivo da cana-de-açúcar tende a elevar a macroporosidade perdida com o preparo do solo, em um processo de transformação de meso em macroporos.

Como resultado das transformações na distribuição do tamanho de poros do solo, é esperado que a aeração seja reduzida com o preparo do solo, mas que seja recuperada à níveis próximos aos encontrados na Mata Atlântica durante o ciclo da cana-de-açúcar. O preparo do solo pode resultar em maior mecanismo de distribuição de água no solo em relação ao solo de Mata Atlântica e ao cultivo de cana-de-açúcar, assim como o armazenamento de água no solo pode ser reduzido por ação do preparo do solo e do cultivo de cana-de-açúcar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cavalcanti, Roberta Queiroz, *Atributos físicos e mecânicos do solo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar em tabuleiro costeiro*. 2018. 59f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.
- Cherubin, M.R. et al. *Crop residue harvest for bioenergy production and its implications on soil functioning and plant growth: A review*. *Scientia Agrícola*, 75(3), 255-272 (2018).
- Dexter, A. R. *Advances in characterization of soil structure*. *Soil & Tillage Research* 11, 199-238 (1988).
- <http://www.R-project.org>> acesso em: 23/04/19 às 20:40.
- <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>acesso em: 22/04/19 às 14:30
- Koorevaar, P.; Menelik, G.; Dirksen, C. *Elements of soil physics*. Amsterdam: Elsevier (1983).
- Lima, R. P.; Rolim, M. M.; Oliveira, V. S.; Silva, A. R.; Pedrosa, E. M. R.; Ferreira, R. L. C.. *Load-bearing capacity and its relationships with the physical and mechanical attributes of cohesive soil*. *Journal of Terramechanics*, v. 58, p. 51-58.
- Oliveira, V. S.; Rolim, M. M.; Vasconcelos, R. F.; Costa, Y. D.; Pedrosa, E. M. *Compactação de um Argissolo Amarelo distrocoeso submetido a diferentes manejos*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n. 9, p.914–920.
- Ortiz, Pedro Francisco Sanguino, *Qualidade física do solo e susceptibilidade à erosão em argissolo cultivado com cana-de-açúcar*. 2016. 89f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.
- Pádua, E. J.; Guerra, A. R.; Zinn, Y. L. *Modelagem da densidade do solo em profundidade sob vegetação nativa em Mina Gerais*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.39, p.725-736, 2015.

- Reichert, J. M. et al. *Conceptual framework for capacity and intensity physical 41 soil properties affected by short and long-term (14 years) continuous no-tillage and controlled traffic*. Soil & Tillage Research, v.158, p.123-136, 2016.
- Silva, R.P. et al. *Numerical modeling of soil compaction in a sugarcane crop using the finite element method*. Soil & Tillage Research 181, 1–10. (2018).
- Tabarelli, M. et al. *Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes*. Biological Conservation 143, 2328-2340. (2010).
- Teixeira, Paulo César. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017.
- Tormena, C. A.; Silva, A. P.; Libardi, P. L.. *Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo roxo sob plantio direto*. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 1998.