

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO
AGRÍCOLA**

**LATOSSOLO HÚMICO SOB DIFERENTES USOS NO AGRESTE
MERIDIONAL DE PERNAMBUCO: ATRIBUTOS QUÍMICOS,
FÍSICO-HIDRICOS E BIOLÓGICOS**

CIDNEY BARBOSA BEZERRA

SOB ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR

MARCELO METRI CORRÊA

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Produção agrícola,
para obtenção do título de Mestre.

GARANHUNS

PERNAMBUCO - BRASIL

AGOSTO – 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO
AGRÍCOLA**

**LATOSSOLO HÚMICO SOB DIFERENTES USOS NO AGRESTE
MERIDIONAL DE PERNAMBUCO: ATRIBUTOS QUÍMICOS,
FÍSICO-HIDRICOS E BIOLÓGICOS**

CIDNEY BARBOSA BEZERRA

GARANHUNS

PERNAMBUCO - BRASIL

AGOSTO – 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Setorial - UAG, Garanhuns-PE, Brasil

B574 Bezerra, Cidney Barbosa
Latossolo húmico sob diferentes usos no agreste meridional de Pernambuco: atributos químicos, físico-hídricos e biológicos/ Cidney Barbosa Bezerra. – 2016.
81 f. : il.
Orientadora: Marcelo Metri Corrêa
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola, Recife, BR-PE, 2016.
Inclui referências.

1. Repelência a água 2. Água - Curva de infiltração 3. Solos Argilosos I. Marcelo Metri Corrêa. II Título

CDD 631.4

**LATOSSOLO HÚMICO SOB DIFERENTES USOS NO AGRESTE
MERIDIONAL DE PERNAMBUCO: ATRIBUTOS QUÍMICOS,
FÍSICO-HIDRICOS E BIOLÓGICOS**

CIDNEY BARBOSA BEZERRA

APROVADO EM: 25 DE AGOSTO DE 2016

DR. ALEXANDRE TAVARES DA ROCHA

(UFRPE-UAG)

DR. VALDOMIRO SEVERINO DE SOUZA JÚNIOR

(UFRPE-DEPA)

DR. MARCELO METRI CORRÊA

(UFRPE-UAG)

À minha ESPOSA, companheira e porto seguro...

À minha FILHA, minha felicidade...

Ao meu PAI, exemplo de caráter...

À minha MÃE, exemplo de amor e dedicação...

Aos AMIGOS, pelo incentivo...

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, único senhor de minha vida, perfeito e misericordioso, por me dar sabedoria e a oportunidade de desfrutar de uma vida cheia de bênçãos e milagres.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco e o Curso de Pós-Graduação em Produção Agrícola pela oportunidade de me proporcionar experiências únicas durante mais de 7 anos.

Ao professor-orientador Marcelo Metri Corrêa, pelos ensinamentos e inúmeras horas de paciência, descontração e compreensão durante a realização desta obra. Muito obrigado professor!

Ao Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Produção Agrícola Keila Moreira, pelo incentivo e esclarecimento de dúvidas.

Aos professores, José Romualdo de Sousa Lima (Co-orientador), Eduardo Soares de Souza e Kleber Regis pelos conhecimentos transmitidos, contribuindo para o enriquecimento do presente trabalho.

A CAPES, pela concessão da bolsa que possibilitou a minha dedicação exclusiva ao Curso de Mestrado e conclusão dessa obra.

À minha esposa, Carla Kamila de Melo Barbosa, pelo apoio, incentivo e amor incondicional nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Cícero João Bezerra e Maria Lindalva Barbosa Bezerra, pelo carinho, educação e por estarem mesmo que distante presente em todas as etapas da minha vida.

Aos amigos-parceiros: Francis Henrique, Arnaldo Joaquim, Cleiton Andrade, José Claudio, Wendson Moraes, pela ajuda e momentos de descontração e de discursão que aumentaram meu conhecimento.

Ao pessoal responsável pelos laboratórios de Solos e Geologia e Química Agrícola, pela ajuda nas análises, especialmente a Raquel B. Barros, Marise, Erika Oliveira.

Ao Dr. Paulo Duarte de Andrade, proprietário da Fazenda Princesa Isabel de Brejão - PE, que disponibilizou sua área como fonte de estudo para pesquisa e elaboração das análises.

Aos familiares, amigos, professores e colegas de Mestrado que não citados nominalmente, porém fundamentais na construção da minha pessoa e do meu conhecimento.

BIOGRAFIA

CIDNEY BARBOSA BEZERRA, filho de Cicero João Bezerra e Maria Lindalva Barbosa Bezerra, casado com Carla Kamila de Melo Barbosa desde 2011 e Pai de Lívia Maria de Melo Barbosa, nascido em Limoeiro, Estado de Pernambuco, no dia 30 de junho de 1983.

Em 2000 finalizou o ensino médio na Escola Dr. Sebastião de Vasconcelos Galvão, na cidade de Limoeiro estado de Pernambuco, formou-se Técnico em Agricultura pela Escola Agrotécnica Federal da Vitoria de Santo Antão em 2007 e em 2008 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE / Unidade Acadêmica de Garanhuns - UAG, graduando-se em 2013.

Em 2014 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Produção Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG).

Em agosto de 2016 submeteu-se à banca para a defesa da Dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	12
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS	21
2.3. COLETA DAS AMOSTRAS	24
2.4. ATRIBUTOS QUÍMICOS	26
2.5. ATRIBUTOS HÍDRICOS	27
2.5.1. CURVA DE RETENÇÃO DA ÁGUA NO SOLO	27
2.5.2. TESTE DE INFILTRAÇÃO	27
2.5.3. CONDUTIVIDADE HIDRAULICA K_{sat} , SORVIDADE E ÍNDICE DE REPELÊNCIA	28
2.6. ATRIBUTOS FÍSICOS	29
2.6.1. GRANULOMETRIA, DENSIDADE DO SOLO E DENSIDADE DA PARTICULA ...	29
2.6.2. POROSIDADE TOTAL, DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DO PORO, MACRO E MICROPORO	30
2.7. ATRIBUTOS BIOLÓGICOS	30
2.7.1. CARBONO ORGÂNICO TOTAL	30
2.7.2. CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA	31
2.7.3. RESPIROMETRIA DO SOLO	31
2.7.4. QUOCIENTE METABOLICO E MICROBIANO	31
2.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
3. RESULTADOS E DISCURSÃO	32
3.1. ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOLÓGICOS	32
3.3. CURVA DE RETENÇÃO DA ÁGUA DO SOLO	43
3.4. CONDUTIVIDADE HIDRAULICA SATURADA K_{sat} , SORVIDADE E INDICE DE REPELÊNCIA	45

4. CONCLUSÕES	50
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das áreas experimentais usadas para as coletas de solo	25
Figura 2: Demarcação dos pontos de coleta do solo na área de mata nativa	26
Figura 3: Teste de infiltração com anel simples de 15 cm	28
Figura 4: Curvas de retenção da água no solo nas camadas (A) 0-10 cm, (B) 10-20 cm e (C) 20-30 cm, de um Latossolo húmico sob diferentes manejos	44
Figura 5: Teste de infiltração realizado na área da mata	46
Figura 6: Teste de infiltração realizado na área do pasto de 5 anos	47
Figura 7: Teste de infiltração realizado na área do pasto de 30 anos	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição morfologia do perfil de referência	23
Tabela 2: Análise química e física do perfil de referência:	24
Tabela 3: Histórico do uso das áreas estudadas	25
Tabela 4: Atributos químicos de um Latossolo húmico sob diferentes manejos	32
Tabela 5: Atributos físico-hídricos de um Latossolo húmico sob diferentes manejos ..	37
Tabela 6: Distribuição percentual do diâmetro médio dos poros de um Latossolo húmico sob diferentes manejos	39
Tabela 7: Atributos biológicos de um Latossolo húmico sob diferentes manejos	42
Tabela 8: Parâmetros de ajuste da curva de retenção da água pelo modelo de Van Genuchten de um Latossolo húmico sob diferentes manejos	44
Tabela 9: Sortividade e índice de repelência de um Latossolo húmico sob diferentes manejos	50

RESUMO

O Agreste Meridional pernambucano possui uma diversificação agropecuária e de solos muito grande, porém o manejo do solo empregado na produção é em sua maioria inadequado, acarretando em perdas econômicas e baixa produtividade, aliadas a isso temos condições climáticas bastante diferentes típicas de um ambiente de transição. No entanto a cidade de Brejão possui uma condição especial, com clima mais frio e chuvoso e solos mais profundos e bem estruturado, com ocorrência de latossolos de horizonte com A húmico algo característico nesse brejo de altitude. Assim o objetivo deste trabalho foi investigar as alterações nos atributos químicos, físicos e hídricos do horizonte superficial A húmico de um Latossolo Amarelo submetido a diferentes formas de manejo na região do Brejo de Altitude do Agreste Meridional pernambucano, e investigar a repelência do solo a água. As amostras deformadas e indeformadas do solo foram coletadas em uma área de mata nativa (MN), pasto de 5 anos (PA5) e pasto de 30 anos (PA30), em três camadas 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm e foram avaliados os atributos químicos, biológicos, físicos e hídricos, como também foi realizado um teste de infiltração com anel simples. Os atributos químicos apresentaram tipicidade de latossolos amarelo distróficos, e atributos relacionados com a acidez apresentando resultados significativos principalmente na camada superficial. Para os atributos biológicos suas alterações são mais expressivas nos macroagregados. Já os atributos físicos que mais sofreram alterações com o manejo inadequado são a densidade do solo (D_s) e a porosidade, conseqüentemente esses atributos físicos estão ligados a retenção de água no solo e toda dinâmica hídrica. Pelo teste de infiltração fica claro a presença de repelência do solo a água.

Palavras-chave: Repelência a água, Curva de infiltração de água, Solos Argilosos, Pastagem.

ABSTRACT

The South Agreste Pernambucano has an agricultural and very large land diversification, but the management of the soil used in the production is mostly inadequate, resulting in economic and low productivity losses, allied to it have weather conditions quite different typical of a transitional environment . However the city of Brejão has a special condition with cooler and rainy weather and deeper soils and well structured, with occurrence horizon latosols with the humic something characteristic in this swamp of altitude. So the aim of this study was to investigate the changes in chemical, physical and water attributes of the surface horizon humic an Oxisol subjected to different forms of management in the Swamp region of South Agreste Altitude Pernambuco, and investigate the soil repellency water. The disturbed and undisturbed soil samples were collected in a native forest (MN), pasture 5 years (PA5) and grazing 30 (PA30) in three layers 0 to 10 cm, 10 to 20 cm and 20 to 30 cm and evaluated the chemical, biological, physical and water attributes, as was also done an infiltration test with simple ring. Chemical attributes presented typicality dystrophic yellow latosols, and attributes related to the acidity showing significant results mainly in the surface layer. For biological attributes your changes are more significant in macroaggregates. Have the physical attributes that most change with inadequate management are the bulk density (Ds) and porosity consequently these physical attributes are linked to water retention in the soil and all water dynamics. For the infiltration test it is clear the presence of soil water repellency.

Keywords: water repellency, water infiltration Curve Clay Soils, Grasslands.

1. INTRODUÇÃO

O estado de Pernambuco é dividido geograficamente em três mesorregiões: zona da Mata, Agreste e Sertão. O Agreste caracteriza-se por ser uma região intermediária entre as áreas de clima úmido e seco e está basicamente localizada no Planalto da Borborema com altitudes acima de 600 m e temperatura média anual de 22,3 °C, precipitação anual de 1.404 mm (LAMEPE/ITEP, 2010).

Segundo Monteiro et al. (2007), a região do Agreste pernambucano possui uma produção agropecuária bem diversificada com lavouras de milho, feijão e mandioca entre outras, pecuária de leite e corte e a caprino-ovinocultura. Os municípios de Garanhuns e Brejão já se destacaram no passado como produtores de café arábica, despertando o interesse para instalação de uma base experimental do extinto Instituto Brasileiro do Café (IBC). Grande parte desse sucesso deve-se principalmente a condição climática (mais úmido e frio em relação ao seu entorno) e ao tipo de solo.

Entretanto, tal produção de café teve uma redução significativa a partir de 1970, quando foi substituída principalmente pela bovinocultura (Matiello et al., 1979). Por esse motivo, a microrregião de Garanhuns é conhecida como uma bacia leiteira do Estado, onde segundo os dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2014) 16,24% dos bovinos estão concentrados nela.

Os solos do Agreste pernambucano são bastante variados, podendo ser encontrados desde Neossolos Litólicos, Neossolo Regolíticos, passando por Planossolos, Argissolos até Latossolos (Embrapa, 2000). A região dos municípios de Garanhuns e Brejão localizam-se nas áreas de serras úmidas conhecidas como Brejos de Altitude, que apresentam condições privilegiadas de solo, umidade, temperatura e cobertura vegetal (Araújo et al., 2015). Tal fato confere a essa região grande expressão de solos argilosos, profundos e com horizonte superficial A húmico ou proeminente (Embrapa, 2000).

O horizonte A húmico é definido pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) como um horizonte mineral superficial com croma igual ou inferior a 4 (úmido) e saturação por bases inferior a 65% apresentando espessura e conteúdo de carbono orgânico dentro de limites definidos pelo Sistema Brasileiro de

Classificação do Solo (SiBCS). A presença de carvão vegetal distribuídos pelo perfil do solo são aspectos marcantes dos Latossolos húmicos, tendo sua origem relacionada a grandes incêndios entre 3000 e 6000 anos atrás (Silva & Vidal-torrado, 1999). Ainda segundo esses autores, os Latossolos húmicos são encontrados em grandes manchas no Sul de Minas Gerais, em áreas elevadas do leste e em outros estados do Brasil, e na maioria das vezes estão ligadas as áreas de relevo movimentado e altitude acima de 800m. Porém, segundo Marques (2009), a formação desse horizonte, também pode ser consequência da ação conjunta do grande aporte da biomassa vegetal e condições edafoclimáticas que retardam a decomposição da matéria orgânica.

Segundo vários autores (Fontenele, 2006; Ferreira, 2008; Cunha et al., 2010), o cultivo e o manejo constante tendem a reduzir a porosidade e a quantidade de carbono orgânico do solo e, conseqüentemente, aumentar a compactação que influencia diretamente na infiltração de água. Solos com expressiva quantidade de matéria orgânica humificada apresentam boa estabilidade de agregados, infiltração, retenção de água e teor de água disponível (Spaccini & Piccolo, 2013).

Os estudos relacionados às alterações de propriedades físicas, hídricas e químicas do horizonte A húmico em função do uso agrícola ainda são escassos, principalmente no Nordeste do Brasil (Araújo et al., 2015).

A fração argila dos Latossolos brasileiros é dominada por minerais cauliníticos, podendo apresentar ainda altos conteúdos de gibbsita, a goethita e/ou hematita. Estes últimos conferem forma granular e tamanho muito pequeno aos agregados (Melo et al., 2008). Muitos trabalhos relatam a importância desses minerais nas características físicas do solo, como também da desorganização de filossilicatos em escala microscópica, resultando em uma estrutura de agregados mais próximo da granular (Resende et al., 1997; Ferreira et al., 1999a).

As propriedades físicas do solo tendem a se modificar quando aliadas as condições de manejo inadequado e uso intensivo, principalmente na redução da estabilidade de agregados, redução da aeração e infiltração de água, modificando a densidade e porosidade, e aumentando a resistência a penetração e o encrostamento superficial (Olszewski et al., 2004; Filho et al., 2012). As características mais

importantes que os agregados conferem ao solo são: melhorar a capacidade de infiltração, o crescimento de plantas e micro-organismos e aumentar a porosidade.

O trabalho de Cunha et al. (2010), com os atributos físicos do solo sob diferentes preparos e cobertura vegetal, demonstra que em áreas não cultivadas o solo apresentou maiores valores de porosidade total e macroporosidade, tanto na camada superficial como na de 10 a 20 cm de profundidade. Os autores relataram que o uso de sorgo e crotalária proporcionaram maior macroporosidade em relação à área com pousio e concluíram que o aumento da matéria orgânica no solo favorece positivamente os atributos físicos do solo. Figueiredo et al. (2009) verificaram, em Latossolos nativos do cerrado, que a porosidade total e a macroporosidade na profundidade de 0 a 20 cm são maiores do que em solos cultivados.

Para Silva et al. (2014), o estudo da porosidade do solo é de suma importância, pois ela modifica-se com o tempo e o manejo empregado, tendo como principal consequência a menor infiltração e retenção de água. Caetano et al. (2013) relatam que a densidade, a agregação e a porosidade servem para avaliar as alterações causadas pelo manejo usado nos solos. Tanto a porosidade total quanto a condutividade hidráulica estão estritamente ligadas a densidade do solo (Chaves, et al., 2012), ou seja, quanto maior a densidade do solo, menor a porosidade total e consequentemente a infiltração de água e aeração. Segundo Rodrigues et al. (2011), o preparo contínuo tem grande impacto na aeração do solo, onde condições críticas de trocas gasosas são criadas pela compactação da camada abaixo da arável.

A análise dos aspectos físicos do solo é de vital importância para o entendimento das interações solo-água-planta-atmosfera (Fonsêca et al., 2007). Segundo Fontenele (2006), para o desenvolvimento de um sistema agrícola mantendo um solo bem estruturado, faz-se necessário a compreensão e quantificação do impacto na qualidade física do solo causada pelo manejo, que terão efeitos diretos na compactação do solo e na redução da macroporosidade. Assim, consequentemente conduzirá a uma menor penetração das raízes e difusão do oxigênio, reduzindo significativamente o desenvolvimento das plantas, a produtividade e a absorção de água e nutrientes (Resende, 2012).

Oliveira et al. (2004), em um Latossolo Vermelho do cerrado, avaliaram as características químicas e físico-hídricas no sistema de plantio direto e plantio convencional comparando com uma área nativa, e concluíram que o trânsito de máquinas, associado a ausência de revolvimento do solo, no plantio direto conferiu expressiva alteração na estrutura, com a redução do volume de macroporos na camada de 0-5 cm.

Segundo Gargiulo et al. (2013) a organização do espaço poroso dos agregados, principalmente a sua distribuição e tamanho, afeta fortemente os processos de fluxo de água. Segundo Lobe et al. (2011), o revolvimento do solo pelo manejo empregado expõe os agregados à superfície ocorrendo a quebra do mesmo, alterando assim a umidade, temperatura e arejamento, aumentando a decomposição de agentes de ligação, modificando a distribuição, forma, número e tamanho dos poros, conferindo ao solo uma característica de impedimento a infiltração de água (Rasa et al., 2012).

Silva et al. (2005), em seu trabalho com os efeitos de sistemas de uso e manejos nas propriedades físico-hídricas de um Argissolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros, observaram que os valores da condutividade hidráulica saturada foram menores sob solo com manejo em relação ao solo de área nativa. Segundo Ferreira (2008), a condutividade hidráulica é um parâmetro físico-hídrico que tem comportamentos diferentes dependendo do tipo de solo e está relacionada à sua porosidade. Pinheiro et al. (2009), descreve que aspectos como a lixiviação de elementos químicos, a irrigação, a drenagem entre outros é melhor compreendida quando avaliamos o armazenamento e o fluxo de água tanto superficial quanto em profundidade.

Conforme Souza et al. (2008), o estudo das propriedades físico-hídricas do solo é fundamental para o entendimento da dinâmica de água no solo, porém para se encontrar valores aferidos verdadeiramente que represente as propriedades hidrodinâmicas é necessário coletar um grande número de informações, que é caro e demanda muito tempo para a execução. No entanto, para contornar essa situação surgiu um método simples, robusto e de baixo custo conhecido como “BeerKan” (Haverkamp et al., 1998; Braud et al., 2005; Lassabatère et al., 2006) que se utiliza de experimentos de infiltração simples (Xu et al., 2009).

De acordo com Dalbianco (2009), as propriedades físico-hídricas do solo têm sido sensíveis em detectar mudanças ocasionadas pelo uso agrícola do solo, porém fornecem dados para projetos de irrigação, modelagem hidrológica e suscetibilidade a erosão do solo. Para Fonseca (2011), o processo de infiltração é inicialmente rápido e tende a estabilizar depois de um determinado tempo, sendo a umidade, estrutura, textura e potencial mátrico fatores que influenciam a taxa de infiltração de água no solo, sendo assim toda e qualquer forma de manejo que altere essas propriedades físico-hídricas do solo tem como efeito principal a redução da infiltração e armazenamento de água.

Outro fato que merece destaque é a ocorrência de hidrofobicidade que causa interferência nas propriedades físico-hídricas do solo e é caracterizada pela repelência a água. O termo hidrofobicidade é usado nas ciências agrárias para identificar a repelência do solo a água, redução da infiltração ou ainda a dificuldade do solo de absorver água (Vogelmann et al., 2012; Hansel et al., 2008; González-Peñaloza et al., 2012).

O fenômeno da hidrofobicidade vem sendo relatado em vários continentes, como na Europa (Doerr et al., 2007), na Oceania (Deurer et al. 2011) e na América do Sul (Vogelmann et al., 2010). No Brasil existe registros de solos hidrofóbicos a partir do Pará, Maranhão (Johnson et al., 2005), no Paraná (Hansel et al., 2008) até o Rio Grande do Sul (Vogelmann et al., 2010). A ocorrência da hidrofobicidade não se limita ao tipo de clima, pois pode ser encontrada em locais que possuem clima temperados e úmidos, tropicais, áridos e semiáridos (Dekker et al., 2009). Além disso, a hidrofobicidade pode ser encontrada numa ampla variedade de solos, desde arenosos a argilosos, de muito ácido a alcalino e de muito fértil a pouco fértil (Müller & Deurer, 2011).

Segundo Hallet e Young, (1999), a repelência de água no solo depende do ângulo de contato da água como o solo, onde o normal é 0° , sendo considerado solos ligeiramente repelentes quando o ângulo de contato varia de 1° a 59° . Contudo, Aelamanesh et al. (2014), salientam que a gravidade de solos repelentes reduz com o aumento da água no solo, onde períodos de seca prolongados fazem com que as estruturas anfifílicas, principal molécula relatada como responsável pelo fenômeno hidrofóbico, mude sua orientação e liga sua parte polar a estrutura do solo deixando a parte apolar livre e exposta, após um determinado tempo de exposição a água, são liberadas da estrutura do solo e se aglomeram (Vogelmann, 2014).

A hidrofobicidade está ligada diretamente com a matéria orgânica do solo e/ou compostos orgânicos (González-Peñaloza et al., 2012; Mataix-Solera et al. 2011), onde substâncias orgânicas com estruturas anfifílicas, que possui uma face polar e uma apolar constituída de uma cadeia longa de hidrocarbonetos, derivadas de ceras e lipídios das plantas, principalmente de árvores perenes (González-Peñaloza et al., 2012) que recobrem as partículas minerais do solo (argila, silte e areia), agregados e paredes dos poros (Vogelmann, 2014). Contudo, o surgimento da hidrofobicidade não se deve só ao acúmulo de matéria orgânica em florestas, mas também está associado ao uso de água residuais de estações de tratamento de esgoto (Mataix-Solera et al. 2011), como a incêndios, que se acreditava a princípio ser a principal causa da hidrofobicidade, onde as queimadas volatilizam e condensam substâncias orgânicas hidrofóbicas (Madsen et al., 2011). Entretanto, Doerr et al., (2009) concluíram que em florestas com vegetação predominante de árvores com teor elevado de resinas como é o caso de florestas de pinus e eucaliptos (Zavala et al., 2014) a hidrofobicidade é presente mesmo antes dos incêndios florestais e, segundo Mataix-Solera et al, (2011) o fogo só afeta os primeiros centímetros do solo.

Outros fatores são os exsudados radiculares, biomassa microbiana, derramamento de petróleo (Dekker et al., 2009), períodos longos de estiagem (Mao et al., 2014) e o uso e tipo de manejo empregado no solo (Aelamanesh et al, 2014), porém o autor ressalta que fungos actinomicetes principais decompositores de ceras de plantas podem reduzir a hidrofobicidade causada pelas ceras. Hallett e Young (1999) descobriram que a aplicação de fertilizantes nitrogenados reforça a repelência de água no solo, pois favorece o aumento da atividade biológica do solo aumentando a produção de compostos orgânicos hidrofóbicos.

Segundo Vogelmann (2014) solos arenosos são mais propícios ao surgimento do caráter hidrofóbico, pois sua superfície específica é menor favorecendo o recobrimento das partículas minerais, porém o crescimento abundante da vegetação (é o caso das regiões tropicais) também se mostra favorável ao surgimento da repelência a água, devido ao grande aporte de material orgânico (Jaramillo et al., 2000; Arye et al., 2011). Nas regiões tropicais existem alguns materiais orgânicos que se encontra parcialmente decomposto e não corresponde ao húmus em si, sendo assim solos com textura argilosa

também podem apresentar repelência a água (Dekker et al., 2009), onde as partículas finas de argilas se agrupam formando agregados reduzindo a superfície específica e facilitando o recobrimento com substâncias orgânicas hidrófobas, mas também a quantidade elevada de material em decomposição recobrem partículas mais finas aumentando a amplitude da hidrofobicidade.

Piccolo e Mbagwu (1999) observaram que as substâncias húmicas, sob a forma de complexos de metal-argila húmico, poderiam aumentar o ângulo de contato da água com o solo e a tensão superficial da água, o que leva a um aumento da repelência de água no solo. Assim, a repelência de água pode causar interferências na infiltração e armazenamento de água, levando ao escoamento superficial e conseqüentemente a erosão.

Devido os Latossolos húmicos apresentarem boa estrutura, elevada quantidade de micro e macroporos, serem bastante profundos e com excelente capacidade de troca catiônica, faz-se necessário estudos que identifiquem quais as melhores práticas de manejo para esses solos, ou seja, quais práticas conservarão ou reduzirão os impactos causados pelo cultivo, fazendo com que essas áreas permaneçam com grande rentabilidade e produtividade, como também encontrar formas de manejo que melhor se adaptem a solos que apresentam hidrofobicidade. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi investigar as alterações nos atributos químicos, físico-hídricos e biológicos de horizonte superficial A húmico de um Latossolo Amarelo submetido a diferentes formas de manejo na região do Brejo de Altitude do Agreste Meridional pernambucano, e investigar a repelência do solo a água em diferentes manejos do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área

A área do estudo está situada no Agreste meridional de Pernambuco, especificamente no município de Brejão que se encontra inserido no Alto da Borborema. Entre os solos predominantes (Embrapa, 2000) têm-se os Latossolos Amarelo Distrocoeso com A húmico, principalmente cultivados com pastagem de *Brachiaria decumbens* e, em raras áreas, sob remanescentes da vegetação nativa. O perfil de referência localiza-se nas coordenadas S 09°00'28,5" W 36°34'17,3" com uma

altitude de 851 metros, sob vegetação primária de florestas subperenifólia, sendo o relevo local plano e relevo regional ondulado. A partir deste ponto, foram selecionadas mais duas áreas, com condições semelhantes de relevo, altitude e solo, diferindo apenas quanto ao tipo de utilização agrícola.

Onde as características morfológicas são descritas na tabela 1 e as características químicas e físicas na tabela 2:

Tabela 1: Descrição morfologia do perfil de referência (Latossolo Amarelo), na cidade de Brejão – PE.

Perfil localizado na área da mata											
Horiz.	Profundidade	Cor		Textura	Estrutura			Consistência			
		Seca	Úmida		Grau	Tamanho	Tipo	Seco	Úmido	Plasticidade	Pegajosidade
A1	0 a 12 cm	10 YR 4/2	10 YR 2/2	Fran. Arg. Aren.	Mod. Forte	Peq. Méd.	Gran	L. D.	M. Fri.	Pla.	Pegajosa
A2	12 a 30 cm	10 YR 4/3	10 YR 3/3	Arg. Aren.	Mod. Forte	Peq. Méd.	Gran	L. D.	M. Fri.	M. Pla.	Pegajosa
A3	30 a 67 cm	10 YR 4/3	10 YR 3/3	Arg.	Fraca	Média	Bl. Sub.	D.	Fri.	M. Pla.	Pegajosa
AB	67 a 90 cm	n.d	10 YR 3/4	Arg.	Fraca	Média	Bl. Sub.	M. D.	Fri.	M. Pla.	Pegajosa
BA	90 a 110 cm	n.d	10 YR 4/4	Arg.	Fraca	Média	Bl. Sub.	D. - M. D.	Fri.	M. Pla.	Pegajosa
Bw1	110 a 150 cm	n.d	7,5 YR 4/6	Arg.	Fraca	Média	Bl. Sub.	D. - M. D.	Fri.	M. Pla.	Pegajosa
Bw2	150 a 180+ cm	n.d	7,5 YR 5/8	Arg.	Fraca	Média	Bl. Sub.	L. D.	M. Fri.	M. Pla.	Pegajosa

Fran.Arg.Aren. (Franco Argiloarenosa); Arg. Aren. (Argiloarenosa); Arg. (Argilosa); Mod. Forte (Moderada Forte); Peq. Méd. (Pequeno-Médio); Gran. (Granular); Bl. Sub. (Blocos-Subangulares); L. D. (Levemente Duro); D. (Duro); M. D. (Muito-Duro); D.-M.D. (Duro-Muito Duro); M. Fri. (Muito Friável); Fri. (Friável); Pla. (Plastico); M. Pla. (Muito Plastico)

Tabela 2: Análise química e física do perfil de referência (Latosolo Amarelo), na cidade de Brejão – PE.

Perfil localizado na área da mata												
Horiz.	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H + Al	SB	CTC	Areia	Silte	Argila	COT
		mg.kg ⁻¹	cmolc.kg ⁻¹						g kg ⁻¹			g kg ⁻¹
A1	4,12	3,10	0,07	0,71	0,07	8,99	0,86	9,85	623,8	20,4	355,8	29,41
A2	4,21	4,37	0,03	0,55	0,07	7,01	0,66	7,67	581,9	43,3	374,8	18,84
A3	4,53	2,33	0,03	0,54	0,06	5,69	0,63	6,33	422,2	48,3	529,5	14,60
AB	5,06	3,59	0,09	0,62	0,04	2,48	0,75	3,22	397,2	34,5	568,3	4,91
BA	5,07	7,23	0,13	0,56	0,05	1,98	0,74	2,72	405,4	26,6	568,0	0,99
Bw1	4,67	4,28	0,07	0,56	0,14	4,54	0,78	5,31	296,0	22,9	681,1	0,00
Bw2	4,62	4,67	0,13	0,52	0,13	3,63	0,78	4,41	265,5	23,4	711,1	0,00

2.2. Coleta das amostras

As amostras deformadas e indeformadas foram coletadas nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm em cinco minitrincheiras com dimensões de 40 x 50 x 50 cm (P x L x C), cada uma destas constituindo uma repetição. O horizonte superficial foi enquadrado como húmico e encontrava-se submetido a três diferentes formas de manejo: mata nativa (MN) de floresta subperenifólia que ocupa posição de topo praticamente plano de elevação (referência para avaliação das condições originais do solo); pastagem (PA5) de capim braquiária, há 5 anos, sendo antes mata secundária com plantas de café esparsas (café sombreado), localizada no mesmo topo de elevação da mata nativa com ondulações leves, em trecho praticamente plano; e pastagem (PA30) de capim braquiária no mesmo topo de elevação da mata nativa, há 32 anos, sendo utilizado anteriormente para o cultivo do café sombreado com cajueiro (Figura 1). Na Tabela 3 tem-se o histórico das áreas em estudos.



Figura 1: Localização das áreas experimentais usadas para as coletas de solo (09°00'28,5" S 36°34'17,3" O). Fonte: *Google Earth*

Tabela 3: Histórico do uso das áreas em estudos em Brejão – PE.

Sistema de uso	Histórico
MN	Nunca foi alterado
PA5	A princípio a área era cultivada com café sombreado com cajueiro, o qual foi abandonada e a vegetação nativa voltou, em seguida foi feito a retirada dessa vegetação, enleirada realização de aração e gradagem e plantio, não sendo realizada nenhuma correção ou adubação antes do plantio e nem durante os 5 anos.
PA30	A área foi cultivada com café sombreado com cajueiro e por volta de 1983 foi substituída por pastagem que prevalece até hoje e sendo adubado com esterco e fórmula de 20-10-20 esporadicamente.

A grade amostral seguiu a seguinte configuração: delimitação de uma parcela representativa, escolhida por observação no campo, dentro de cada sistema de manejo com dimensões de 20m x 20m subdividida numa malha de 2m x 2m, totalizando 100

subparcelas. Destas, foram sorteadas cinco para amostragem aleatória (Figura 2). As amostras foram transportadas para a Central de Laboratórios de Garanhuns (CENLAG) na Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns UFRPE/UAG. Cada uma das amostras deformadas foi seca ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).



Figura 2: Demarcação dos pontos de coleta do solo na área de mata nativa.

2.3. Atributos químicos

As análises químicas foram realizadas conforme a metodologia da Embrapa (2011), com alterações onde o solo é pesado ao invés de colocado por volume, na CENLAG (Central de Laboratórios de Garanhuns) da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG/UFRPE). Os atributos químicos avaliados foram: pH em água, pH em

KCl, fósforo disponível, cátions trocáveis e acidez potencial (H + Al). Com esses resultados, foram calculados os valores da soma de bases e CTC.

2.4. Atributos Hídricos

2.4.1. Curva de retenção da água no solo

A curva de retenção dos perfis foi determinada a partir de amostras indeformadas coletadas em anéis com dimensões de 5 cm e 5 cm (diâmetro e altura respectivamente) usando o extrator de Richards, cujo princípio é colocar amostras de solo saturadas em placas de cerâmica e submetê-las a determinada pressão (0,01; 0,033; 0,05; 0,1; 0,3; 0,5; 1 ou 1,5 Mpa), até que atinja a drenagem máxima da água contida nos seus poros, correspondentes a tensão aplicada, determinando-se assim, a umidade da amostra (EMBRAPA, 2011).

As curvas de retenção de água no solo ($\theta(h)$) e de condutividade hidráulica ($K(\theta)$) foram ajustadas segundo o modelo de VAN GENUCHTEN (1980), com a hipótese de BURDINE (1953):

$$\left(\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}\right) = \left[1 + \left(\frac{h}{h_g}\right)^n\right]^{-m} \quad \text{com} \quad m = 1 - \frac{2}{n}$$

$$K(\theta) = K_s \cdot \left(\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}\right)^\eta$$

sendo θ a umidade volumétrica [$L^3 L^{-3}$]; θ_r e θ_s as umidades volumétricas residual e saturada [$L^3 L^{-3}$], respectivamente; h o potencial matricial [L]; h_g [L] um valor de escala de h ; m e n são parâmetros de forma; K_s a condutividade hidráulica saturada do solo [LT^{-1}] e η o parâmetro de forma para a curva de condutividade hidráulica.

2.4.2. Teste de infiltração com anel simples

A curva de infiltração foi obtida em campo com o auxílio de um infiltrômetro de anel simples de 15 cm de diâmetro (Figura 3). Os ensaios consistiram em anotar o

tempo que volumes constantes de água (100 ml) adicionados continuamente no anel, levavam para serem infiltrados, encerrando-se ao atingir fluxo com regime permanente. Durante a realização de cada teste, foram coletadas amostras deformadas para determinação das umidades inicial (Θ_0) e final (Θ_s) e da densidade do solo (D_s).



Figura 3: Teste de infiltração com anel simples de 15 cm.

2.4.3. Condutividade Hidráulica Saturada (K_{sat}), Sorvidade e Índice de repelência

O K_0 e as sorvidades da água e do álcool foram estimadas a partir dos parâmetros obtidos da derivada da infiltração acumulada pela derivada da raiz do tempo e relacionados com a raiz(t), usando na equação abaixo da metodologia de Angulo-Jaramillo et al. (2000).

K_0 :

$$K_0 = \frac{3}{2 - \beta} \left[C_2 - \frac{\gamma S_0^2}{r d (\theta_0 - \theta_n)} \right]$$

S_0 :

$$\frac{dI}{d(\sqrt{t})} = C_1 + 2C_2 \sqrt{t}$$

O índice de repelência foi calculado pela equação de (Tillman et al., 1989):

$$IR = 1,43 \times \left(\frac{S_{\text{álcool}}}{S_{\text{água}}} \right)$$

onde: S é a sorvidade da água e do álcool e 1,43 uma constante obtida usando dados de viscosidade e tensão da água ($100,5 \text{ N s m}^{-2}$ e $72,72 \text{ N m}^{-1}$ respectivamente) e a viscosidade e tensão do álcool a 50% ($83,56 \text{ N s m}^{-2}$ e $29,6 \text{ N m}^{-1}$ respectivamente) na temperatura ambiente.

Por meio do valor de IR , foi calculado o ângulo de contato solo-água pela equação (De GRYZE et al., 2006):

$$\alpha = \arccos\left(\frac{1}{IR}\right)$$

em que: α é o ângulo de contato água-solo; \arccos é o arco cosseno; IR é o índice de repelência obtido na equação. O valor de α para um solo absolutamente não repelente é igual a 0 e está entre 0 e 59 para solos ligeiramente repelentes (HALLET; YOUNG, 1999).

2.5. Atributos Físicos

2.5.1. Granulometria, densidade do solo (D_s), densidade da partícula (D_p)

As análises físicas foram determinadas conforme a EMBRAPA (2011) e incluíram: a granulometria (método do densímetro), empregando-se o NaOH 0,1 mol e $\text{Na}_{16}\text{P}_{14}\text{O}_{43}$ 0,1 mol como dispersante químico. A fração areia foi obtido por tamisação, a fração argila por sedimentação segundo lei de Stock e o silte por diferença. A densidade do solo foi obtida através da coleta de amostras indeformadas com anéis volumétricos de PVC com o auxílio do amostrador de uhland e a densidade das partículas (D_p) pelo método do balão volumétrico utilizando o álcool como líquido penetrante.

2.5.2. Porosidade Total, Distribuição do Tamanho do Poro, Macro e Microporosidade

A porosidade total (PT) foi estimada pela equação $PT = 1 - (D_s/D_p)$. A microporosidade foi obtida a partir dos dados ajustados da curva de retenção de água. A macroporosidade foi calculada da seguinte forma (Macroporosidade = Porosidade Total – Microporosidade). A distribuição do tamanho do poro foi realizada segundo a equação simplificada ($D_{\mu m} = \frac{30}{\psi}$), obtida a partir da expressão matemática adaptada de BOUMA (1991).

2.6. Atributos biológicos

A realização das análises biológicas foi realizada nos agregados do solo, o qual foi separado seguindo a metodologia da EMBRAPA (2011), e subdividido em macro e micro agregados para melhor entender as relações dentro dessas duas classes de agregados. Os torrões foram coletados, embalados e transportados tomando o maior cuidado para não danificar a estrutura natural, em seguida foram quebrados nos planos de fraqueza com as mãos, posteriormente passados na peneira de 4 mm e recolhida os que ficaram na peneira de 2 mm, em seguida foram colocados na peneira de 0,250 mm e agitadas manualmente por 5 minutos para separação em macro e micro agregados. Em seguida foram realizadas as seguintes análises:

2.6.1. Carbono orgânico total - COT

O carbono orgânico total (COT) foi determinado conforme EMBRAPA (2011), cujo princípio é a oxidação a quente com dicromato de potássio e titulação do dicromato remanescente com sulfato ferroso amoniacal.

2.6.2. Carbono da Biomassa Microbiana

Na determinação do carbono microbiano as amostras foram submetidas ao processo de irradiação conforme a metodologia descrita por Mendonça e Matos (2005), com adaptações onde foram deixadas com a umidade na qual foram coletadas, não sendo colocadas para secar e mantidas a temperatura ambiente até a realização das análises, onde segundo Gonçalves et al. (2002) e Sparling e West (1988) não apresenta grandes variações no resultado final. Na extração do C microbianos foi adotada a metodologia descrita por Vance et al. (1987) e Tate et al. (1988) utilizando-se como extrator K_2SO_4 0,5 M, sendo colocado 50 ml de K_2SO_4 0,5 M em 20 g de macro e micro agregados com umidade a 60% da capacidade de campo. O carbono nos extratos de K_2SO_4 foi determinado por colorimetria (BARTLETT; ROSS, 1988).

2.6.3. Respiração do Solo

A respiração solo foi determinada pelo CO_2 evoluído a partir de 20 g de macro e microagregados, incubado durante 72 horas, extraído com solução de NaOH 0,05 mol L^{-1} e titulado com HCl 0,05 mol L^{-1} (ISERMEYER, 1952).

2.6.4. Quociente microbiano e metabólico

O quociente metabólico (qCO_2) foi calculado pela razão entre a respiração basal e o C microbiano (ANDERSON & DOMSCH, 1993), expresso em microgramas de $C-CO_2$ por micrograma de C microbiano por dia. O quociente microbiano ($qMIC$), foi calculado pela relação C microbiano/COT, de acordo com Sparling (1992).

2.7. Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância univariada e correlação simples, a comparação das médias foi realizada pelo teste de LSD (5%) e foram realizadas pelo software SAS 9.4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3. Atributos químicos, físicos e biológicos

Os resultados das variáveis químicas, físicas e biológicas, com seus testes de médias ($\alpha = 5\%$), estão descritos respectivamente nas tabelas 4, 5 e 7.

Tabela 4: Atributos químicos de um Latossolo húmico sob diferentes manejos, em Brejão – PE.

Cam. cm	Manejo	pH	pH KCl	P mg/Kg	K	Ca	Mg	Al cmolc/Kg	H+Al	SB	CTC
0-10	Mata	4,27 b	3,6 a	3,8 a	0,05 a	0,79 a	0,06 a	0,70 a	8,83 a	0,92 a	9,95 a
	Pasto 5 Anos	4,63 a	3,7 a	4,4 a	0,07 a	0,70 a	0,08 a	0,58 a	6,46 b	0,84 a	7,04 b
	Pasto 30 Anos	4,41 b	3,7 a	3,1 a	0,12 a	0,70 a	0,04 a	0,47 a	6,13 b	0,88 a	7,00 b
10-20	Mata	4,17 b	3,56 b	2,5 ab	0,05 a	0,72 a	0,05 a	0,78 a	7,75 a	0,82 a	8,58 a
	Pasto 5 Anos	4,55 a	3,91 a	3,9 a	0,07 a	0,72 a	0,05 a	0,45 b	6,62 b	0,84 a	7,46 b
	Pasto 30 Anos	4,43 a	3,76 ab	1,0 b	0,05 a	0,71 a	0,03 a	0,47 b	6,35 b	0,79 a	7,15 b
20-30	Mata	4,37 a	4,10 a	2,8 a	0,03 a	0,70 a	0,03 a	0,59 a	6,99 a	0,76 a	7,75 a
	Pasto 5 Anos	4,43 a	3,89 a	2,1 a	0,03 a	0,75 a	0,03 a	0,56 a	5,90 b	0,81 a	6,71 b
	Pasto 30 Anos	4,52 a	3,90 a	1,9 a	0,03 a	0,72 a	0,03 a	0,46 a	4,95 c	0,78 a	5,73 c

As variáveis foram analisadas e separadas por profundidades. Letras iguais na mesma coluna e para a mesma profundidade não diferem estatisticamente pelo teste de média ($\alpha = 0,05$).

De modo geral, os valores dos atributos químicos do solo apresentaram variação significativa entre os usos mata e pastagem (PA5 e PA30) principalmente para as variáveis relacionadas à acidez ativa (pH) e acidez potencial do solo (H+Al) (Tabela 4).

O uso do solo conferiu diferenças significativas ($\alpha = 5\%$) apenas para o pH H₂O nas camadas 0-10 e 10-20 cm que, provavelmente, deve-se à redução dos teores de matéria orgânica do solo (MOS). Nos sistemas MN e PA5 foram observados maiores

teores de carbono orgânico (Tabela 7) que no processo de decomposição libera ácidos orgânicos. Essa associação (pH e MOS) também foi descrita por Dick et al. (2008) que relacionaram as alterações no pH aos ácidos orgânicos em áreas de matas nativas. Acrescenta-se a isso a presença de grupos funcionais da MOS, a exemplo dos carboxílicos e fenólicos, que podem liberar o H para a solução e alterar o pH do solo. Os valores de pH H₂O também acompanharam a variação de Al³⁺ (Tabela 4), já que esse elemento reduz sua atividade nos solos com aumento do pH (Souza et al., 2008; Portugal et al., 2010).

Exceto no sistema PA5, o pH H₂O aumenta com a profundidade. Campos et al. (2011) relatam aumento do pH em camadas mais profundas (entre 20 e 40 cm) em áreas de cerrado nativo e relacionam a liberação de elétrons pela oxidação no estágio final de mineralização da matéria orgânica. A alta acidez nas áreas de pasto deve-se a baixa utilização da prática de calagem e renovação de gramínea na região. Lourente et al. (2011) relatam que a falta de calagem e a degradação das pastagens são os fatores que mais afetam o pH do solo.

O pH KCl apresenta-se menor que os valores obtidos em água (entre 3,50 e 4,10) indicando densidade de carga negativa de sua fração coloidal (caulinita). Foram obtidas diferenças significativas entre MN, PA5 e PA30 apenas para a camada de 0 a 10 cm, estando seus valores relacionados inversamente com a acidez potencial (H+Al) (Tabela 4).

Os teores médios de Al³⁺ e de H+Al variaram 0,45 a 0,78 cmol_c.kg⁻¹ e 4,95 a 8,83 cmol_c.kg⁻¹, respectivamente, reduzindo com a profundidade. Considerando a mesma camada, foram identificadas diferenças significativas para essas variáveis, com maiores valores na área MN em comparação aos PA5 e PA30. Tais resultados são corroborados por Campos et al. (2011), que associam essa elevação à complexação/adsorção pela MOS dos elementos Al³⁺ e H⁺ livres, resultando em seus acúmulos principalmente nas camadas mais superficiais.

Os cátions trocáveis K⁺, Ca⁺² e Mg⁺² mostraram-se baixos (menores que 0,12, 0,79 e 0,08 cmol_c.kg⁻¹, respectivamente) e diminuindo gradativamente com a profundidade. (Tabela 4). Independente do uso, os sistemas se mostraram pobres e

ineficientes em acumular esses cátions básicos trocáveis nas camadas mais superficiais, resultando em ausência de significância. A mesma tendência também foi observada para o P que se encontra variando entre 1,0 e 4,4 mg.kg⁻¹ (Tabela 4). A pobreza do material de origem, resíduos argilo-arenosa do período Terciário correlatos com os sedimentos da Formação Barreiras (Embrapa, 2000), o elevado grau de intemperização do solo estudado (Latossolo) e/ou baixa eficiência da biocilagem em ambientes naturalmente pobres nesses elementos são os principais fatores que resultaram nessa baixa amplitude dos teores desses elementos entre os sistemas de uso. Acrescenta-se que na mata, os baixos teores desses cátions no solo devem-se ainda ao expressivo estoque desses elementos na biomassa vegetal.

Portugal et al. (2010) descrevem semelhança entre os teores de cátions trocáveis entre áreas cultivadas com pasto durante 20 anos e mata. Contudo, os mesmos autores relatam que por apresentar baixo aporte vegetal, a pastagem tem menor estoque de nutrientes na biomassa, indicando perda desses nutrientes no sistema de pastagem, comprometendo assim a sustentabilidade da produção. Tais resultados indicam que a calagem e a adubação são práticas indispensáveis para manter o sistema de pastagem produtivo, repondo os nutrientes perdidos por lixiviação, erosão e/ou pelo pastejo e elevando os nutrientes do solo que se mostra naturalmente pobre.

Contudo, observa-se um ligeiro maior teor de P para o PA5 (camada 0 a 10 cm) com efeito significativo na camada (10 a 20 cm) que pode estar relacionada a incorporação dos resíduos vegetais (mata e café) pela gradagem e sua lenta decomposição e liberação do fósforo lábil devido a sua recente implantação. Os menores conteúdo de P foram observadas em PA30 provavelmente devido ao manejo inadequado, onde a reposição desse elemento não é realizada, ou realizada de forma esporádica (Campos et al., 2011). Em experimento realizado por Cherubin et al. (2015), foram observados valores decrescente de P nas camadas de 0 a 10 para a de 10 a 20 cm. Na camada abaixo de 20 cm o P se encontra próximo ao que naturalmente é verificado nos solos (Berwanger et al., 2008), sendo assim seus valores não variam muito ao ponto de apresentar resultados significativos.

A CTC reduz significativamente com o uso agrícola, estando associada as variações no conteúdo de argila e COT alocados nos microagregados. Os maiores

valores foram identificados na MN (9,95 a 7,75 cmolc.kg^{-1}) e os menores no PA30 (7,15 a 5,73 cmolc.kg^{-1}), independente da profundidade. A contribuição da matéria orgânica para a CTC dos solos é importante, principalmente em ambientes tropicais, cuja mineralogia é tipicamente constituída por argilas com baixa densidade de cargas elétricas de superfície (caulinita). Raij (1981) estimou que entre 56 e 82 % da CTC de solos nesses ambientes depende da matéria orgânica, que favorece a retenção de cátions e reduz a lixiviação, corroborando com este trabalho onde os valores são significativos para a mata em todas as profundidades.

Em relação aos atributos físicos, foram observadas diferenças significativas ($\alpha = 5\%$) entre os teores de areia, silte e argila, com os menores valores de argila para a área MN (212,6 g.kg^{-1}) (Tabela 5). Vários autores relatam sobre a incapacidade do sistema de manejo em alterar a granulometria, principalmente reduzindo o tamanho da fração por fragmentação. Contudo, ressalta-se que as áreas PA5 e PA30 apresentaram uso anterior de café sombreado, típico da região do Agreste Meridional pernambucano. Acrescenta-se a isso um novo ciclo de cultura de café para pasto. Ambas expõem o solo principalmente em sua fase inicial de implantação o que pode ter promovido perda da camada superficial por erosão. A prática de enleirar os restos vegetais podem também ter contribuído para remoção de parte da camada superficial. Essa afirmação é corroborada pela semelhança na granulometria entre as camadas de 20 a 30 cm da mata com as camadas superficiais do PA5 e PA30. Os valores de silte variaram de 58,2 a 87,9 g.kg^{-1} , resultado em relação silte/argila abaixo do valor estabelecido para solos intemperizados (silte/argila $< 0,7$) e típicas de Latossolos (Embrapa, 2013).

O uso do solo com pastagem promoveu aumento da D_s , com diferença significativa ($\alpha = 5\%$) para a mesma camada entre os sistemas de uso (Tabela 5). Os menores valores foram observados para MN (0,95 a 1,02 g cm^{-3}), em relação ao PA5 (1,09 a 1,18 g cm^{-3}) e PA30 (1,16 a 1,24 g cm^{-3}), que estão abaixo de 1,40 g cm^{-3} , considerado por Klein e Câmara (2007) como limite inferior prejudicial às plantas para Latossolos. O maior teor de MOS (Tabela 7) e ausência do tráfego de máquinas e animais são os principais motivos que conferem menor D_s na mata (Matias et al., 2009). A MOS age como cimentante e condicionante da estrutura granular do solo, que favorece a macroporosidade (Tabela 7 e 5), principalmente interagidos (Caetano et

al., 2013; Vasconcelos et al., 2014; Cherubin et al., 2015;). Na pastagem (PA5 e PA30), o intenso pisoteio de animais aumenta a pressão, tornando o solo mais denso. Tais resultados estão de acordo com Bono et al. (2013), que relatam maior densidade do solo em áreas cultivadas comparando com áreas de matas nativas. Cherubin et al. (2015), também observaram uma elevação na Ds nas camadas de 0-20 cm em sistema de manejos com plantio direto, uso de escarificação e cultivo mínimo, quando comparados com áreas nativas.

Outro fator, segundo Effgen et al. (2012), que afeta a Ds, são os ciclos de umedecimento e secagem, e o impacto das gotas de chuvas que favorecem a desagregação aumentando a dispersão de partículas finas causando o entupimento dos poros. Assim, em áreas de mata com dossel bem desenvolvido espera-se menores valores de Ds, conforme observado no presente trabalho.

Contudo, vários autores descrevem resultados onde demonstram que relação entre o uso agrícola e Ds é ambígua, podendo ora aumentar e ora reduzir a Ds favorecendo a PT do solo. Silva et al. (2014) também relatam diferenças significativas na Ds e PT em diferentes áreas cultivadas em comparação com cerrado nativo, principalmente nas camadas de 0-20 cm. Esses autores observaram que áreas com cana-de-açúcar tiveram menores valores de Ds e maiores de PT, em comparação ao cerrado nativo. Chaves et al. (2012), não encontraram diferença significativas entre áreas de pastagem nativa, pastagem plantada, reflorestamento e áreas de cerrado. O mesmo resultado também foi relatado por Lourente et al. (2011), que não verificaram diferenças significativas para a Ds em diferentes manejos comparados com área de mata nativa.

Tabela 5: Atributos físico-hídricos de um Latossolo húmico sob diferentes manejos, em Brejão – PE.

Cam. cm	Manejo	g Kg ⁻¹			Ds	Dp	PT	cm ³ cm ⁻³			PM	AD	Ksat	Sorvidade
		Areia	Silte	Argila				Macroporo	Microporo	CC				
0-10	Mata	699,4 a	87,9 a	212,6 b	0,95 c	2,59 a	0,63 a	0,36 a	0,27 c	0,27 a	0,20 a	0,06 a	1,11 a	1,12 a
	Pasto 5 Anos	567,3 b	65,2 b	367,5 a	1,09 b	2,59 a	0,58 b	0,29 b	0,28 b	0,27 a	0,19 a	0,07 a	0,18 b	1,37 a
	Pasto 30 Anos	579,8 b	62,9 b	357,4 a	1,24 a	2,61 a	0,52 c	0,23 c	0,29 a	0,24 a	0,17 a	0,06 a	0,08 b	0,68 a
10-20	Mata	657,4 a	82,2 a	259,3 b	1,02 b	2,61 a	0,61 a	0,34 a	0,27 c	0,22 b	0,15 b	0,05 a	0,39 a	2,27 a
	Pasto 5 Anos	536,1 b	59,6 a	404,3 a	1,18 a	2,62 a	0,55 b	0,24 b	0,31 a	0,27 a	0,21 a	0,07 a	0,09 b	0,95 ab
	Pasto 30 Anos	515,2 b	69,1 a	415,6 a	1,18 a	2,64 a	0,55 b	0,27 b	0,28 b	0,25 a	0,18 ab	0,06 a	0,06 b	0,32 b
20-30	Mata	587,8 a	68,6 a	343,5 b	1,02 b	2,64 a	0,61 a	0,38 a	0,23 c	0,20 b	0,15 b	0,05 a	0,39 a	0,93 a
	Pasto 5 Anos	508,2 b	75,6 a	416,2 a	1,18 a	2,66 a	0,56 b	0,27 b	0,28 a	0,23 ab	0,20 a	0,07 a	0,07 b	0,73 a
	Pasto 30 Anos	477,4 b	58,2 a	464,4	1,16 ab	2,66 a	0,56 b	0,29 b	0,27 b	0,25 a	0,19 ab	0,08 a	0,04 b	0,61 a

As variáveis foram analisadas e separadas por profundidades. Letras iguais na mesma coluna e para a mesma profundidade não diferem estatisticamente pelo teste de média ($\alpha = 0,05$).

De modo geral, os valores de PT da mata foram sempre mais elevados em relação ao pasto independentemente da profundidade (Tabela 5). Com o uso da pastagem houve um aumento da Ds e conseqüente redução nos valores de PT, afetando principalmente a macroporosidade (Tabela 5). Os valores de PT se mostraram mais elevados nas camadas superficiais (0 a 10 cm) da MN ($0,63 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) em comparação a PA5 ($0,58 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) e PA30 ($0,52 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$).

A menor alteração da Ds e PT com a profundidade (Tabela 5) deve-se provavelmente ao não revolvimento do solo no sistema pastagem abaixo da profundidade de 20 cm (Silva et al., 2014). Além disso, Proffitt et al., (1993) descreve que as pressões exercidas por bovinos de 100 a 500 kg (0,25 e 0,49 MPa) podem somente atingir a profundidade entre 5 e 10 cm. Outro fator relatado por Silva et al. (2014), é a quantidade de raízes da mata e das pastagens que aumenta a quantidade de bioporos quando a planta morre.

Portugal et al. (2010) relatam o valor de PT igual a $0,50 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ como o ideal para uma boa infiltração e retenção de água, aeração, crescimento radicular e desenvolvimento de atividade biológica. Verifica-se que, apesar da compactação ocorrida no solo sob pastagem, todas as camadas apresentaram valores muito próximos ou superiores a esse limite.

Foram observadas maiores diferenças na macroporosidade (McP) em relação à microporosidade (MiP) entre a mata e os sistemas de manejo, principalmente na camada mais superficial (0 a 10 cm). Os valores de MCP variaram de 0,38 a 0,23 $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ (Tabela 5), sendo sempre superiores na condição de menor uso agrícola. As alterações com o uso foram mais evidentes na porosidade superior a 300 μm (Tabela 6). Para Effen et al. (2012), as partículas dispersas pelo impacto das gotas de chuvas em solos desnudos são carregadas e rearranjadas nos poros maiores, reduzindo principalmente a macroporosidade. Os autores não encontram diferenças significativas para a microporosidade em diferentes manejos e relacionam esses resultados a influência da textura e não do manejo. A mesma tendência foi justificada por Lima et al. (2014) que relaciona a macroporosidade e a microporosidade a dois domínios de poros mutuamente diferentes (estruturais e matriciais, respectivamente), sendo assim o primeiro tipo mais afetado pelo manejo.

Tabela 6: Distribuição percentual do diâmetro médio dos poros de um Latossolo húmico sob diferentes manejos, em Brejão – PE.

Manejo	Diâmetro dos Poros (μm)								
	>300	300-100	100-50	50-30	30--9	9—3	3-0,3	0,3-0,2	$\leq 0,2$
	macroporos	Mesoporos			microporos				
Mata 0-10	21,4	1,9	1,1	0,8	1,8	1,6	2,9	0,5	19,9
Pasto 5 Anos 0-10	16,8	2,9	1,7	1,2	2,6	2,2	4,0	0,6	17,9
Pasto 30 Anos 0-10	12,0	3,5	2,0	1,4	3,0	2,5	4,4	0,7	16,8
Manejo	Diâmetro dos Poros (μm)								
	>300	300-100	100-50	50-30	30--9	9—3	3-0,3	0,3-0,2	$\leq 0,2$
	macroporos	Mesoporos			microporos				
Mata 10-20	18,4	2,7	1,6	1,1	2,5	2,7	3,0	0,6	16,7
Pasto 5 Anos 10-20	13,2	2,8	1,7	1,2	2,6	2,9	3,2	0,6	20,2
Pasto 30 Anos 10-20	16,7	2,8	1,6	1,1	2,5	2,8	3,1	0,6	17,9
Manejo	Diâmetro dos Poros (μm)								
	>300	300-100	100-50	50-30	30--9	9—3	3-0,3	0,3-0,2	$\leq 0,2$
	macroporos	Mesoporos			microporos				
Mata 20-30	22,6	2,5	1,5	1,0	2,2	2,5	2,7	0,5	14,1
Pasto 5 Anos 20-30	16,5	2,8	1,6	1,1	2,5	2,8	3,1	0,6	18,6
Pasto 30 Anos 20-30	18,0	2,3	1,4	1,0	2,1	2,4	2,7	0,5	18,5

A semelhança da microporosidade na camada 0 a 10 cm entre os sistemas de uso indicam a pouca eficiência do pastejo na alteração dos espaços porosos intraagregados. Tal fato é corroborado pela melhor correlação entre Ds e McP ($r = -0,92$ $\alpha = < 0,0001$) do que MiP ($r = 0,44$ $\alpha = 0,0024$), e da PT e McP ($r = 0,95$ $\alpha = < 0,0001$). Contudo, a baixa correlação positiva entre Ds e MiP indica tendência no aumento da microporosidade pelo pastejo. No trabalho de Caetano et al. (2013), os autores indicam que a elevação da microporosidade nas camadas superficiais é um sinal do aumento da densidade causada pelo intenso movimento de máquinas em áreas de cultivo ou o constante pisoteio de animais em pastagem sem manejo adequado.

No tocante aos atributos físico-hídricos relacionados com a retenção (CC e PMP) e disponibilidade de água (AD), foram apenas observadas diferenças significativas nas camadas de 10 a 20 cm e 20 a 30 cm (CC e PMP).

Independente do sistema de uso e da profundidade, a CC e o PMP variaram de 0,20 a 0,27 $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ e 0,15 a 0,21 $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$, respectivamente, estando dentro da

amplitude esperada para solos de textura média a argilosa de mineralogia caulínica (PORTUGAL et al., 2010). De modo geral, os maiores valores de CC foram observados nas áreas ocupadas com pastagem sendo significativos nas camadas entre 10-20 e 20-30 cm, na qual está ligada ao maior valor da MiP possuindo uma correlação positiva CC ($r = 0.66$) PMP ($r = 0.59$). Segundo Lanzasova et al. (2010), a macroporosidade e os poros deixados pelas raízes mortas de plantas aumenta o fluxo preferencial da água elevando a quantidade de água infiltrada e conseqüentemente maior drenagem, neste sentido o solo da mata possui uma melhor estrutura com macroporosidade elevada (tabela 5). A AD não apresentou diferença significativa se mostrando bem homogênea entre os sistemas de uso. A quantidade de água retida pelo solo depende principalmente das forças de adsorção e capilaridade que dependem da quantidade e tipo de coloide, como também da porosidade conferida pela agregação. Nesse contexto, é possível que as perdas da MOS promovidas pela implementação da pastagem sejam compensadas pelo compactação e, conseqüente, alteração da macro e microporosidade, gerando poros com dimensões e geometria que favorecem a retenção de água por capilaridade.

A não significância da CC e do PMP na camada mais superficial sugere expressiva contribuição da MOS, compensado os menores teores de argila da área MN (Tabela 5).

Os valores de condutividade hidráulica saturada (K_s) para a MN foram significativos em todas as camadas e sempre maiores que aqueles obtidos no sistema pasto, cujas diferenças foram mais expressivas na camada de 0 a 10 cm (0,08 a 1,11 mm s^{-1}), em relação a 10 a 20 cm (0,06 a 0,39 mm s^{-1}) e 20 a 30cm (0,04 a 0,39 mm s^{-1}). Segundo Alves et al. (2005) e Lima et al. (2014), os maiores valores de K_s deve-se a manutenção da estrutura do solo sob condições naturais. Souza et al. (2008) e Ribeiro et al. (2006), também destacam que a K_s depende da estrutura do solo.

A sorvidade (S) variou de 0,32 a 2,27 mm s^{-1} e apresentou correlação com PT ($r = 0,30$ $\alpha = 0,0413$) e argila ($r = -0,45$ $\alpha = 0,0018$), demonstrando dependência da infiltração ao espaço poroso e aos fenômenos de superfícies, tais como adsorção, hidrofobicidade e tensão superficial. Segundo Fonseca (2011) a sorvidade é um parâmetro dependente da quantidade de água inicial do solo e principalmente da estrutura.

As variáveis biológicas não apresentaram diferenças significativas com exceção do qCO_2 em macroagregados, C- CO_2 em macroagregados, C-CBMS em macroagregados e $qMIC$ em microagregados na camada de 0-10 cm e C-CBMS em macroagregados e qCO_2 em macro agregados na profundidade de 10-20 cm. Contudo, os valores médios maiores do C-CBM são mais evidentes nas camadas superficiais e em macro agregados corroborando com o trabalho realizado por (Melloni et al., 2013), que constatarem resultados significativos para o carbono da biomassa microbiana em agregados de maiores tamanhos, isso acontece devido ao espaço poroso que é maior facilitando as trocas gasosas e a infiltração de água e o acúmulo maior de matéria orgânica. No trabalho de Loss et al. (2011), sobre uso da terra e a qualidade microbiana de agregados de um Latossolo vermelho-amarelo, verificaram em áreas de cerradão um acúmulo maior de matéria orgânica nas camadas de 0 a 5 cm como também nas classes de agregados maiores que 2,00 mm. Neste sentido a concentração de microrganismos se eleva pois existe oferta de substrato.

No trabalho de Gartzia-Bengoetxea et al. (2009) foi verificado que valores médios de biomassa microbiana, respiração microbiana e qCO_2 têm tendência de se concentrar nos macroagregados, e não apresentam estatisticamente diferenças significativas. No entanto, foram relatadas posteriormente por Zhang et al. (2014), onde observaram em seu trabalho resultados significativos para biomassa microbiana em macroagregados. Helgason et al. (2010), relataram em seu trabalho que a massa de fungos e de bactérias reduz quando o diâmetro do agregado diminui corroborando com os dados deste trabalho.

Os valores médios do COT são maiores nos microagregados independente da profundidade ou do manejo. De acordo com o trabalho de Li et al. (2016), sobre distribuição e armazenamento de carbono residual de culturas em agregados e sua contribuição para o carbono orgânico do solo com baixa fertilidade, verificaram que com a decomposição dos resíduos orgânicos o carbono é transferido dos macro para os microagregados contribuindo para o COT.

Tabela 7: Atributos biológicos de um Latossolo húmico sob diferentes manejos, Brejão – PE.

Prof. Cm	Manejo	COT Mac _____ g/Kg _____	COT Mic	C-CBM Mac _____ mg/g _____	C-CBM Mic	C-CO2 Mac _____ mg/Kg h ⁻¹ _____	C-CO2 Mic	qCO Mac mg de C-CO2/ g C-CBM	qCO Mic	qMic Mac _____ % _____	qMic Mic
0-10	Mata	22,5 a	36,7 a	386,0 b	214,5 a	3,59 b	4,61 a	0,006 b	0,037 a	24,3 a	5,4 b
	Pasto 5 Anos	22,5 a	36,3 a	674,2 a	189,4 a	5,10 ab	3,36 a	0,008 b	0,022 a	50,7 a	5,9 ab
	Pasto 30 Anos	14,0 a	31,7 a	483,8 ab	330,6 a	6,33 a	4,53 a	0,014 a	0,015 a	39,6 a	10,7 a
10-20	Mata	20,1 a	32,9 a	495,4 ab	380,0 a	4,37 a	3,65 a	0,013 ab	0,011 a	28,9 a	11,5 a
	Pasto 5 Anos	21,1 a	30,4 a	708,3 a	348,5 a	4,22 a	5,00 a	0,007 b	0,034 a	35,8 a	11,9 a
	Pasto 30 Anos	13,6 a	25,8 a	321,4 b	179,1 a	6,35 a	5,00 a	0,021 a	0,027 a	26,5 a	7,4 a
20-30	Mata	12,3 a	25,9 a	411,3 a	216,5 a	3,75 a	4,06 a	0,009 a	0,031 a	38,7 a	8,4 a
	Pasto 5 Anos	25,3 a	19,1 a	564,4 a	268,9 a	5,00 a	5,47 a	0,010 a	0,044 a	43,6 a	12,7 a
	Pasto 30 Anos	12,4 a	22,1 a	311,6 a	241,0 a	3,60 a	5,17 a	0,015 a	0,026 a	41,4 a	11,0 a

As variáveis foram analisadas e separadas por profundidades. Letras iguais na mesma coluna e para a mesma profundidade não diferem estatisticamente pelo teste de média ($\alpha = 0,05$).

* X Mac significa que as análises foram realizadas em Macroagregados, X Mic significa que as análises foram realizadas em Microagregados.

3.4. Curva de retenção da água no solo

Na Figura 4 pode ser observada a ação do uso conferindo comportamento distinto às curvas de retenção de água nas três camadas para os diferentes sistemas. Na camada de 0 a 10 cm, a mata apresenta maior armazenamento total de água em relação ao PA5 e PA30. Devido ao seu menor conteúdo de argila, acredita-se que esse resultado se deva a forte contribuição da MOS na retenção, estando de acordo com Lanzanova et al. (2010), que encontraram uma maior retenção de água em campos nativos e associam a cobertura permanente que reduz os processos evaporativos. Porém, nas camadas de 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm, essa tendência é invertida com os sistemas PA5 e PA30 armazenando mais água que a condição natural. Em razão dos seus menores valores de MOS, o teor de argila e as alterações nas macro e microporosidade, principalmente na porosidade com diâmetro inferior a 2 μm que, são os principais responsáveis pela maior retenção de água nessas camadas. Segundo Carducci et al. (2011), a distribuição de poros em Latossolos se caracteriza por conter duas classes muito distintas, sendo que a primeira são aqueles poros muito grandes responsáveis pela drenagem e a segunda os muito pequenos, que retém a água com mais energia.

Para Matias et al. (2009) e Souza et al. (2014), a diminuição da macroporosidade está relacionada com o aumento da densidade, como também foi ressaltado por Vasconcelos et al. (2013) que descrevem a ação da elevação do grau de compactação na redução significativa da macroporosidade. Observando os valores de CC, macro e microporos (Tabela 5) e os do diâmetro médio dos poros (Tabela 6) percebe-se que o comportamento da curva se encontra coerente, onde os maiores armazenamentos são observados nas camadas com microporosidade ($< 2 \mu\text{m}$).

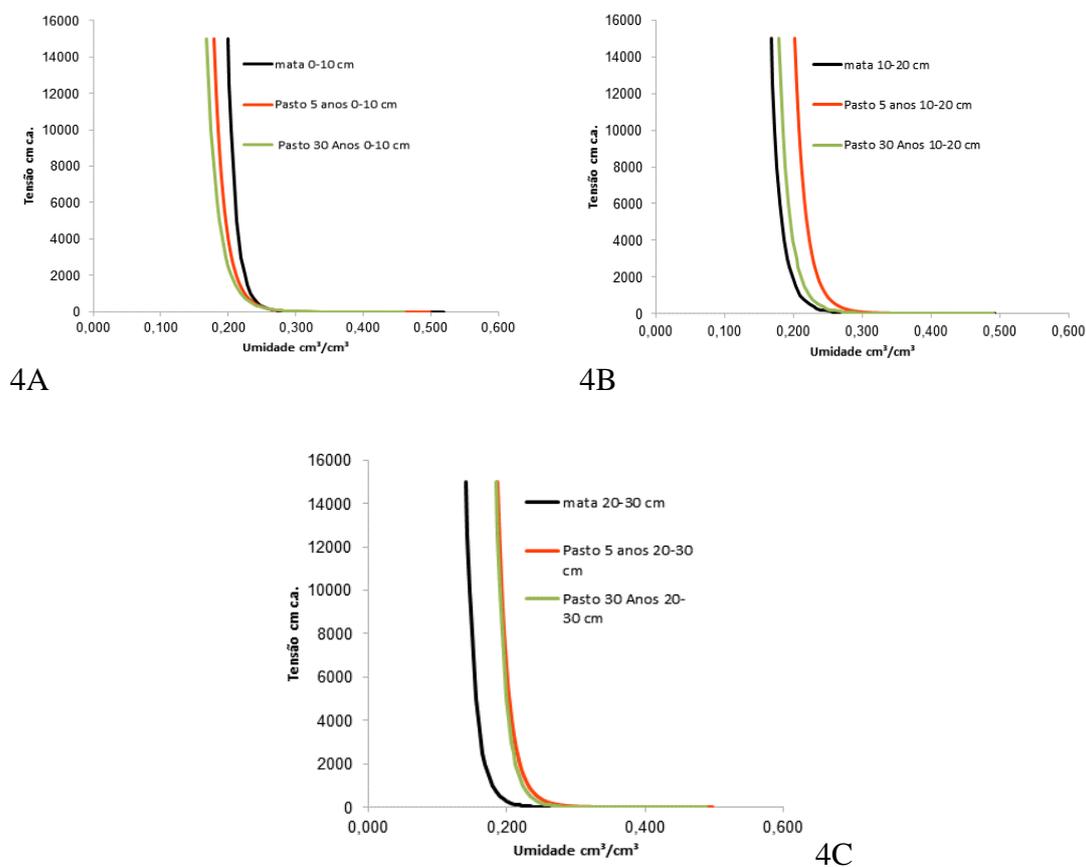


Figura 4: Curvas de retenção da água no solo nas camadas (A) 0-10 cm, (B) 10-20 cm e (C) 20-30 cm, de um Latossolo húmico sob diferentes manejos em Brejão, PE.

Tabela 8: Parâmetros de ajuste da curva de retenção da água pelo modelo de Van Genuchten de um Latossolo húmico sob diferentes manejos, Brejão – PE.

Parâmetros da equação de Van Genuchten					
Manejo	θ_s	α	n	m	R ²
Mata 0-10	0,520	876,588	2,06	0,0284	0,9988
Pasto 5 Anos 0-10	0,499	13,03	2,08	0,0403	0,9987
Pasto 30 Anos 0-10	0,461	2,20	2,10	0,0463	0,9984
Mata 10-20	0,493	25,408	2,08	0,0404	0,9987
Pasto 5 Anos 10-20	0,484	6,524	2,08	0,0367	0,9995
Pasto 30 Anos 10-20	0,492	16,324	2,08	0,0391	0,9992
Mata 20-30	0,496	99,609	2,09	0,0423	0,9980
Pasto 5 Anos 20-30	0,498	16,031	2,08	0,0382	0,9995
Pasto 30 Anos 20-30	0,489	70,164	2,07	0,0339	0,9998

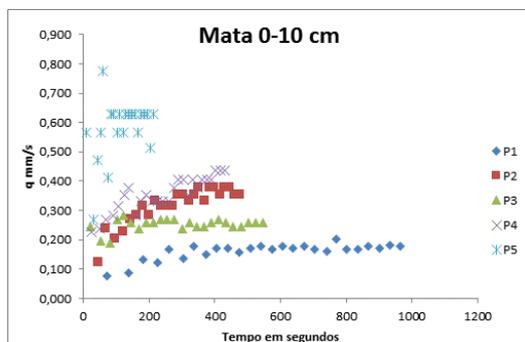
Pelo ajuste da curva de retenção de água usando o modelo de Van Genuchten verificamos um alto poder explicativo com o coeficiente de determinação (R^2) acima de 99% (Tabela 8) em todos os manejos e profundidades estudadas. Para Souza et al. (2013), o modelo de ajuste pela metodologia de Van Genuchten representa bem a relação entre o intervalo do potencial matricial e o conteúdo de água no solo.

Os valores de θ_s são praticamente constantes sem muita variação, sendo ligeiramente maior na área de mata na camada superficial. Valores coerentes, pois, verificou-se diferenças significativas na PT da mata, sendo os valores médios maiores, o que seria esperado pois segundo Lima et al. (2014), o θ_s é função da PT.

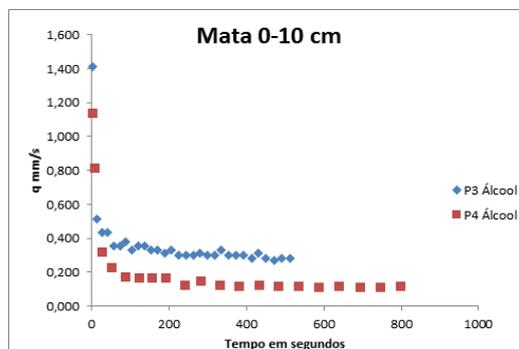
3.5. Condutividade hidráulica, Sorvidade e Índice de repelência

Os resultados para a condutividade são apresentados por meio da densidade de fluxo (q ; mm/s) mostradas nas figuras (5, 6 e 7), onde são agrupadas as 5 repetições por profundidade para cada sistema de uso.

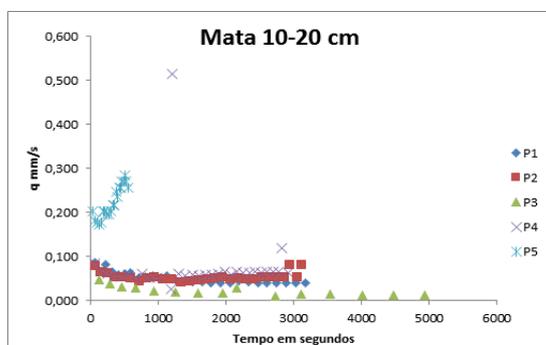
De modo geral, as curvas demonstram comportamento distinto da infiltração de água entre as camadas, como também entre os sistemas de uso. Independente da profundidade, o sistema MN não apresentou tendência exponencial da curva de infiltração, com fluxo constante, crescente ou mesmo variável com o tempo. Essa alteração não foi observada ao se realizar o teste com álcool (Figura 5), cuja tendência está de acordo com os dados de literatura para solos de textura média e argilosa com baixo teor de MOS. Esse comportamento distinto entre a infiltração da água e do álcool sugere presença de fenômenos de repelência a líquidos polares, denominado de hidrofobicidade.



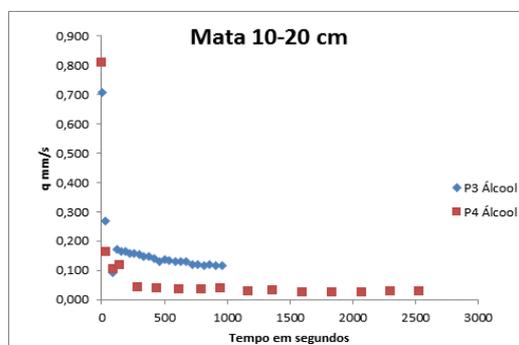
5A



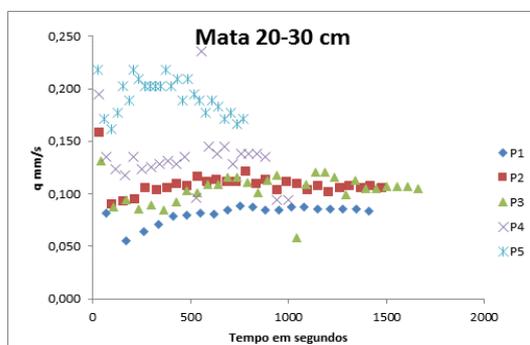
5D



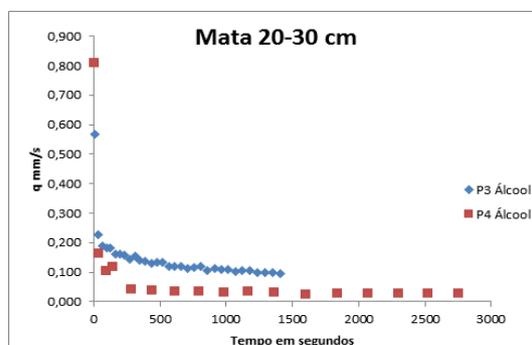
5B



5E



5C



5F

Figura 5: Teste de infiltração realizado na área da mata. Letras (A, B e C) são os 5 pontos em suas respectivas profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm) onde o teste foi realizado com água. Letras (D, E e F) são os 2 pontos em suas respectivas profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm) onde o teste foi realizado com álcool.

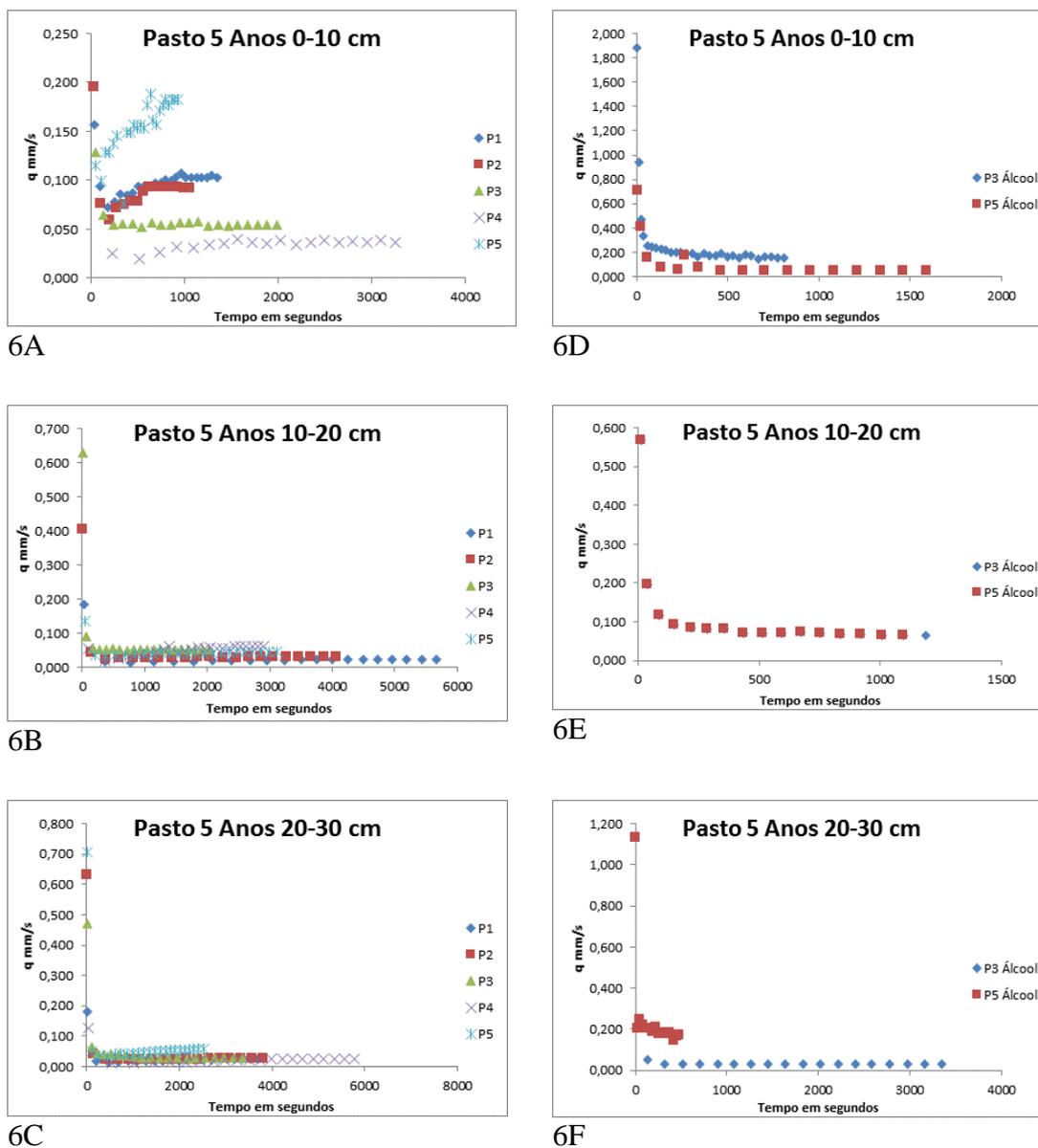


Figura 6: Teste de infiltração realizado na área do pasto de 5 anos. Letras (A, B e C) são os 5 pontos em suas respectivas profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm) onde o teste foi realizado com água. Letras (D, E e F) são os 2 pontos em suas respectivas profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm) onde o teste foi realizado com álcool.

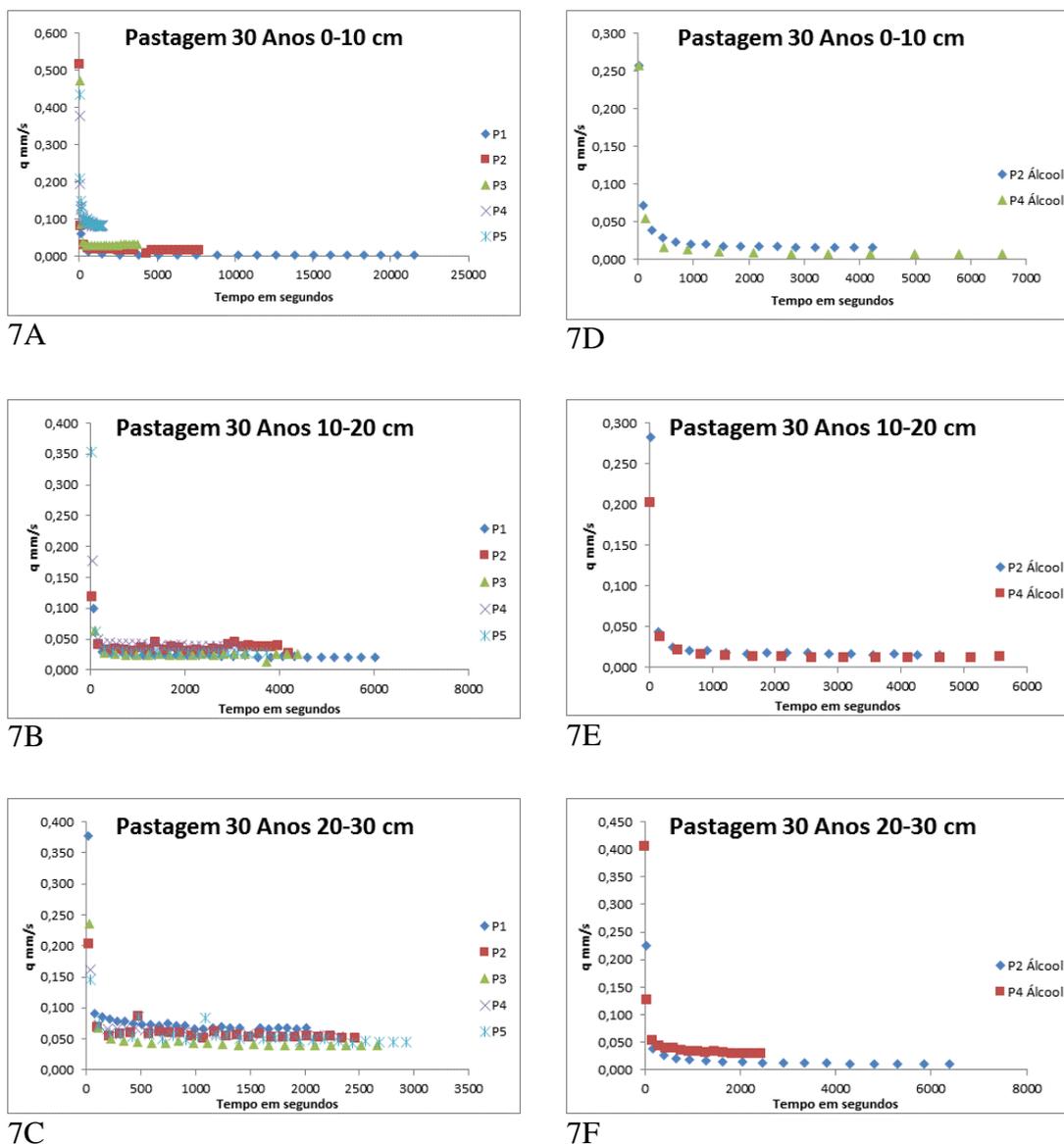


Figura 7: Teste de infiltração realizado na área do pasto de 30 anos. Letras (A, B e C) são os 5 pontos em suas respectivas profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm) onde o teste foi realizado com água. Letras (D, E e F) são os 2 pontos em suas respectivas profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm) onde o teste foi realizado com álcool.

A presença de hidrofobicidade, aparentemente, foi menos expressiva no PA5 e ausente no PA30, o que demonstra uma ordem decrescente de hidrofobicidade da mata com o tempo de uso do solo. No PA5 esse fenômeno de repelência a água foi somente percebido na camada de 0 a 5 cm. Vários autores (GONZÁLEZ-PEÑALOZA et al., 2012; MATAIX-SOLERA et al. 2011) atribuem a presença da hidrofobicidade a qualidade da MOS, onde substâncias orgânicas com estruturas anfífilas, recobrem as

partículas minerais do solo (argila, silte e areia), agregados e paredes dos poros e promovem repelência a água. No Brasil, foi apenas relatado sua presença no Rio Grande do Sul, Piauí e Pará, sendo o primeiro relato de expressão em área semiárida brasileira.

Para os valores médios da lâmina acumulada no final do teste tem-se para a mata 138,08 mm (0-10 cm), 138,08 mm (10-20 cm) e 143,73 mm (20-30 cm). Para o pasto de 5 anos tem-se 115,44 mm (0-10 cm), 123,36 mm (10-20 cm) e 116,57 mm (20-30 cm). E para pasto de 30 anos tem-se 131,29 mm (0-10 cm), 127,89 mm (10-20 cm) e 141,27 mm (20-30 cm). Apesar da hidrofobicidade, os valores da lâmina acumulada nas áreas de mata nativa são maiores do que em áreas de pastagem, estando em conformidade com Bono et al. (2012). Esses autores verificaram maiores valores da lâmina acumulada em áreas de matas nativas e relacionam os menores valores das pastagens ou de áreas cultivadas com o intenso pisoteio animal e o tráfego de máquinas.

A hidrofobicidade também pode ser inferida pelo ângulo de contato entre a água e o solo e os seus valores encontram-se na Tabela 9. Os três sistemas de uso e as três profundidades apresentaram valores que conferem enquadramento para solo hidrofóbico. Segundo Hallet e Young, (1999), os ângulos de contatos entre a água e o solo na faixa de 1° a 59° identificam como ligeiramente hidrofóbico, porém pelas curvas de infiltração não foi visualizado alterações no comportamento da curva principalmente no pasto de 30 anos, como a hidrofobicidade ainda não é bem estudada na região de Pernambuco, faz-se necessário um estudo mais detalhado para sanar todas as dúvidas e comparar os resultados.

Os solos com grau de repelência significativos tendem a apresentar um escoamento superficial elevado, aliados a compactação do solo tornam-se altamente propícios a erosão, acarretando prejuízos ao produtor, pois a dificuldade de infiltração e o acúmulo de água na superfície levam ao escoamento causando problemas com voçorocas.

Lozano et al. (2013) descrevem que a repelência de água no solo tem uma distribuição espacial desigual e acrescentam ainda que a repelência a água pode estar ligada fortemente com o teor de lipídio extraível na planta.

Tabela 9: Sortividade e índice de repelência de um Latossolo húmico sob diferentes manejos, Brejão – PE.

Manejo	Profundidade cm	S Água	S Álcool	IR	Ângulo em Rad.	Ângulo. Em Grau
Mata	10	0,04	1,67	57,19	1,55	89,00
	20	1,33	1,45	1,81	0,87	50,01
	30	0,92	1,74	2,72	1,19	67,92
Pasto 5 Anos	10	0,06	2,55	64,38	1,56	89,11
	20	0,27	1,95	22,08	1,49	85,65
	30	1,48	1,35	1,31	0,70	40,02
Pasto 30 Anos	10	0,49	0,78	3,16	1,10	63,00
	20	0,39	0,58	2,19	1,08	62,00
	30	0,82	0,85	1,51	0,79	45,51

IR = índice de repelência; S água = Sorvidade da água (média de dois pontos); S álcool = Sorvidade do álcool (média de dois pontos).

No trabalho realizado por Chau et al. (2014), os autores relatam que um alto ângulo de contato da água com o solo não significa que a repelência seja persistente, ou seja um solo pode ser repelente porém o contato com água possa a princípio apresentar repelência e em seguida ocorra a infiltração normalmente, não sendo verificado na curva de infiltração a existência de repelência, neste contexto a área de pasto com 30 anos mesmo apresentando um ângulo de contato ligeiramente hidrofóbico, por essa repelência não ser persistente acabou não sendo visualizado no teste de infiltração assim como também no pasto de 5 anos na profundidade entre 20 e 30 cm.

Conforme Vogelmann et al. (2010) e Vogelmann et al. (2013), a repelência a água tende a diminuir em profundidade devido a redução da matéria orgânica, como também foi verificado neste trabalho pelas curvas de infiltração nas áreas de pastagens, com exceção da mata nativa e pode estar associado ao grande aporte de matéria orgânica no perfil do solo, Müller et al. (2014), levanta a hipótese de que compostos que causa hidrofobicidade são periodicamente e parcialmente lixiviado no perfil do solo.

4. CONCLUSÕES

- a) A introdução da pastagem alterou os atributos biológicos dos macroagregados das camadas mais superficiais;

- b) A remoção da vegetação nativa e a introdução da pastagem alteraram a densidade do solo e a macroporosidade que, conseqüentemente, afetou seu regime de infiltração de água;
- c) A diferença expressiva no comportamento do teste de infiltração com água e álcool evidencia a presença de hidrofobicidade no solo, que se mostra menor com o aumento da profundidade e do tempo de uso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AELAMANESH, P.; MOSADDEGHI, M. R.; MAHBOUBI, A. A.; AHRENS, B.; SAFARI SIEGANI, A. A. Water Repellency in Calcareous Soils Under Different Land Uses in Western Iran. **Pedosphere** 24(3): 378-390, 2014.

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.E.A.S.; HIPÓLITO, J.L. & CASTILHO, S.R. Propriedades físicas e infiltração de água de um Latossolo Vermelho Amarelo (Oxisol) do noroeste do estado de São Paulo, Brasil, sob três condições de uso e manejo. **Cadernos del Laboratorio Xeolóxico de Laxe**. v. 30, p. 167-180, 2005.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. **Biology and Fertility of Soils**, v.1, p.81-89, 1985.

ANGULO-JARAMILLO, R. VANDERVAERE, J. P.; ROULIER, S.; THONY, J. L.; GAUDET, J. P.; VAUCLIN, M. Field measurement of soil surface hydraulic properties by disc and ring infiltrometers A review and recent developments. **Soil & Tillage Research** 55, 1–29, 2000.

ARAÚJO, J. K. S.; CORRÊA, M. M.; GALINDO, I. C. de L.; SOUZA-JÚNIOR, V. S. de Caracterização de latossolos amarelos húmicos em um ambiente altimontano na região agreste do estado de Pernambuco, Brasil. **Bioscience Journal** v. 31, n. 1, p. 146-160, 2015.

ARYE G, TARCHITZKY J, CHEN Y. Treated wastewater effects on water repellency and soil hydraulic properties of soil aquifer treatment infiltration basins. **Journal of Hydrology** 397:136–145, 2011.

BARTLETT, R. J.; ROSS, D. S. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. **Soil Science Society American Journal**, v. 52, p. 191-1192, 1988.

BERWANGER, A. L.; CERETTA, C. A.; SANTOS, D. R. das Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32: p. 2525-2532, 2008.

BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A. Qualidade física do solo em um Latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37: p. 743-753, 2013.

BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A.; NANNI, M. R.; GOMES, E. P.; MÜLLER, M. M. L. Infiltração de água no solo em um Latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36 p. 1845-1853, 2012.

BOUMA, J. Influence of soil macroporosity on environmental quality. **Advances in Agronomy**, v. 46. p. 1 - 37, 1991.

BRAUD, I.; DE CONDAPPA, D.; SORIA, J. M.; HAVERKAMP, R.; ÂNGULO-JARAMILLO, R.; GALLE, S.; VAUCLIN, M. Use of scaled forms of the infiltration equation for the estimation of unsaturated soil hydraulic properties (the Beerkan method). **European Journal of Soil Science**, 56, p.361–374, 2005.

BRIEDIS, C.; SÁ, J. C. de M.; CAIRES, E. F.; NAVARRO, J. de F.; INAGAKI, T. M.; BOER, A.; NETO, C. Q.; FERREIRA, A. de O. Soil organic matter pools and carbon-protection mechanisms in aggregate classes influenced by surface liming in a no-till system. **Geoderma**. v. 170, p. 80–88, 2012.

BURDINE, N.T. **Relative permeability calculation from size distribution data**. Trans. AIME, 198:71-78, 1953.

CAETANO, J. O.; VERGINASSI, A.; ASSIS, P. C. R.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H B. Indicadores de Qualidade de um Latossolo Vermelho sob Diferentes Sistemas de uso e Manejo. **Gloal Science and Technology**, Rio Verde, v. 06, n. 01, p.26 – 39, 2013.

CAMPOS, L. P.; LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; IWATA, B. de F.; NÓBREGA, J. C. A. Atributos químicos de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v.46, n.12, p.1681-1689, 2011.

CARDUCCI, C. E.; OLIVEIRA, G. C. de; SEVERIANO, E. da C.; ZEVIANI, W. M. Modelagem da curva de retenção de água de latossolos utilizando a equação duplo van genuchten. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35 p. 77-86, 2011.

CHAU, H. W.; BISWAS, A.; VUJANOVIC, V.; SI, B. C. Relationship between the severity, persistence of soil water repellency and the critical soil water content in water repellent soils. **Geoderma** 221–222 p. 113–120, 2014.

CHAVES, A. A. A.; LACERDA, M. P. C.; GOEDERT, W. J.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. Indicadores de qualidade de Latossolo Vermelho sob diferentes usos. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 446-454, 2012.

CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R. F. da; SILVA, V. R. da; BASSO, C. J. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39: p. 615-625, 2015.

CUNHA, E. de Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. de B.; DIDONET, A. D. Atributos físicos do solo sob diferentes preparos e coberturas influenciados pela distribuição de poros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.11, p.1160–1169, 2010

DALBIANCO, L. Variabilidade Espacial e Estimativa da Condutividade Hidráulica e Caracterização Físico-Hídrica de Uma Microbacia Hidrográfica Rural. **Dissertação de Mestrado**. 115 pag. Santa Maria, 2009.

DE GRYZE, S.; JASSOGNE, L.; BOSSUYT, H.; SIX, J.; MERCKX, R. Water repellence and soil aggregate dynamics in a loamy grassland soil as affected by texture. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 57, n. 2, p. 235–246, 2006.

DEKKER, L. W.; RITSEMA, C. J.; OOSTINDIE, K.; MOORE, D; WESSELING, J. G. Methods for determining soil water repellency on field-moist samples. *Water Resources Research*, vol. 45, 2009.

DEURER, M., MÜLLER, K., VAN DEN DIJSSEL, C., MASON, K., CARTER, J., CLOTHIER, B.E. Is soil water repellency a function of soil order and proneness to

drought? A survey of soils under pasture in the North Island of New Zealand. **European Journal of Soil Science** 62 (6), 2011, 765–779.

DICK, D. P.; SILVA, L. B. da; INDA, A. V.; KNICKER, H. Estudo comparativo de da matéria orgânica de diferentes classes de solos de altitude do sul do Brasil por técnicas convencionais e espectroscópicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, p. 2289-2296, 2008.

DOERR, S.H., RITSEMA, C.J., DEKKER, L.W., SCOTT, D.F., CARTER, D. Water repellence of soils: new insights and emerging research needs. **Hydrological Processes** 21, 2007, 2223–2228.

DOERR, S.H., SHAKESBY, R.A., MACDONALD, L.H. Soil water repellency: a key factor in post-fire erosion. In: Cerdá, A., Robichaud, P. (Eds.), Fire effects on soils and restoration strategies. **Science Publishers, Enfield, New Hampshire**, pp. 197-223, 2009.

EFFGEN, T. A. M.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F. V.; LIMA, J. S. de S.; REIS, E. F. dos; BORGES, E. N. Propriedades físicas do solo em função de manejos em lavouras de cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.3, p. 414-421, 2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**. Boletim de Pesquisa 11. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 381p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos** / organizadores, Guilherme Kangussú Donagema. [et al.]. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B. & CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de Latossolos da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, pag. 507-514, 1999a.

FERREIRA, S. T. Avaliação da Relação Entre a Condutividade Hidráulica do Solo Saturado com Parâmetros Físicos de um Latossolo Vermelho Distrófico Submetido a Dois Diferentes Manejos. **Dissertação de Mestrado**, 100 pag. Ponta Grossa, 2008.

FIGUEIREDO, C. C. de; SANTOS, G. G.; PEREIRA, S.; NASCIMENTO, J. L. do; JUNIOR, J. A. 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.

FILHO, J. T.; FELTRAN, C. T. M.; OLIVEIRA, J. F.; ALMEIDA, E. de; GUIMARÃES M. de F. Atributos de solo determinantes para a estimativa do índice de estabilidade de agregados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.47, n.3, p.436-441, 2012.

FONSECA, A. C. G. da, **Comparação de três métodos de determinação dos parâmetros da infiltração transiente (ks e s) a partir do infiltrômetro a anel simples**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2011. 56p. Dissertação de Mestrado.

FONSÊCA, M. H. P.; GUERRA, H. O. C.; LACERDA, R. D. de; BARRETO, A. N. Uso de Propriedades Físico-Hídricas do Solo na Identificação de Camadas Adensadas nos Tabuleiros Costeiros, Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, n.4, p.368–373, 2007.

FONTENELE, W. Indicadores Físicos e Hídricos da Qualidade de Um Latossolo Amarelo Distrófico Sob Diferentes Sistemas de Manejo no Cerrado do Piauí. **Dissertação de Mestrado**, 45 pag. Piauí, 2006.

GARGIULO, L.; MELE, G.; TERRIBILE, F. - Image analysis and soil micromorphology applied to study physical mechanisms of soil pore development: An experiment using iron oxides and calcium carbonate. **Geoderma** 197–198 (2013) 151–160.

GARTZIA-BENGOETXEA, N.; GONZÁLEZ-ARIAS, A.; MERINO, A.; ARANO, I. M. Soil organic matter in soil physical fractions in adjacent semi-natural and cultivated stands in temperate Atlantic forests. **Soil Biology & Biochemistry**. v. 41, p. 1674–1683, 2009.

GONÇALVES, A. S.; MONTEIRO, M. T.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H. Biomassa microbiana em amostras de solos secadas ao ar e re-umedecidas. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 37, n. 5, p. 651-658, 2002.

GONZÁLEZ-PEÑALOZA, F. A.; CERDÀ, A.; ZAVALA, L. M.; JORDÁN, A.; GIMÉNEZ-MORERA, A.; ARCENEGUI, V. Do conservative agriculture practices increase soil water repellency? A case study in citrus-cropped soils. **Soil & Tillage Research** 124 (2012) 233–239.

HALLETT, P.D., & I.M. YOUNG. Changes to water repellence of previous study, it was too large to detect the spatial soil aggregates caused by substrate-induced microbial activity. Eur. dependence of water sorptivity using geostatistics. **European Journal of Soil Science**. 50:35–40, 1999.

HANSEL, F. A.; AOKI, C. T.; MAIA, C. M. B. F.; CUNHA Jr, A.; DEDECEK, R. A. Comparison of two alkaline treatments in the extraction of organic compounds associated with water repellency in soil under *Pinus taeda*. **Geoderma** 148 (2008) 167–172.

HAVERKAMP, R.; BOURAOU, F.; ANGULO-JARAMILLO, R.; ZAMMIT, C.; DELLEUR, J.W. Soil properties and moisture movement in the unsaturated zone. In: DELLEUR, J.W. (Ed.). **CRC Groundwater Engineering Handbook**, 120 p. 1998.

HELGASON, B. L.; WALLEY, F. L.; GERMIDA, J. J. No-till soil management increases microbial biomass and alters community profiles in soil aggregates. **Applied Soil Ecology**. v. 46, p. 390–397, 2010.

IBGE. **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/default.shtm>>. Acesso em 01/10/2014.

ISERMEYER, H. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. **Z. Pfl anzenernäh Bodenk**, v.56, p.26-38, 1952.

JOHNSON, M.S., LEHMANN, J., STEENHUIS, T.S., OLIVEIRA, L.V., FERNANDES, E.C.M. Spatial and temporal variability of soil water repellency of Amazonian pastures. **Australian Journal of Soil Research** 43, 2005, 319–326.

KLEIN, V.A. & CAMARA, R.K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 221-227, 2007.

LAMEPE/ITEP. Informações climáticas do Estado de Pernambuco. Disponível em: <http://www.itep.br/LAMEPE.asp> Acesso em: 23 jan. 2010.

LANZANOVA, M. E.; ELTZ, F. L. F.; NICOLOSO, R. da S.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J.; ROCHA, M. R. da Atributos físicos de um Argissolo em sistemas de culturas de longa duração sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34: p. 1333-1342, 2010.

LASSABATÈRE, L.; ANGULO-JARAMILLO, R.; SORIA, J. M.; CUENCA, R.; BRAUD, I.; HAVERKAMP, R. Beerkan estimation of soil transfer parameters through infiltration experiments – BEST. **Soil Science Society of American Journal**, v.70, p.521-532, 2006.

LI, S.; GU, X.; ZHUANG, J.; NA, T.; PEI, J.; XIE, H.; LI, H.; FU, S.; WANG, J. Distribution and storage of crop residue carbon in aggregates and its contribution to organic carbon of soil with low fertility. **Soil & Tillage Research**. v. 155 p. 199–206, 2016.

LIMA, J. R. de S.; SOUZA, E. S. de; ANTONINO, A. C. D.; SILVA, I. de F. da; CORRÊA, M. M.; LIRA, C. A. B. de O. Atributos físico-hídricos de um Latossolo Amarelo cultivado e sob mata nativa no Brejo Paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.9, n.4, p.599-605, 2014.

LOBE, I.; SANDHAGE-HOFMANN, A.; BRODOWSKI, S.; PREEZ, C. C. du; AMELUNG, W. - Aggregate dynamics and associated soil organic matter contents as

influenced by prolonged arable cropping in the South African Highveld. **Geoderma** 162 (2011) 251–259.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. dos
Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com
integração lavoura-pecuária. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.10,
p.1269-1276, 2011.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.;
GASPARINI, A. S.; NUNES C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de
solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária
Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, 2011.

LOZANO, E.; JIMÉNEZ-PINILLA, P.; MATAIX-SOLERA, J.; ARCENEGUI, V.;
BÁRCENAS, G. M.; GONZÁLEZ-PÉREZ, J. A.; GARCÍA-ORENES, F.; TORRES,
M. P.; MATAIX-BENEYOTO, J. Biological and chemical factors controlling the
patchy distribution of soil water repellency among plant species in a Mediterranean
semiarid forest. **Geoderma** 207–208 p. 212–220, 2013.

MADSEN, M.D., ZVIRZDIN, D.L., PETERSEN, S.L., HOPKINS, B.G., ROUNDY,
B.A., CHANDLER, D.G. Soil water repellency within a burned pinon–juniper
woodland: spatial distribution, severity, and ecohydrologic implications. **Soil Science
Society of America Journal** 75, 1543–1553, 2011,

MAO, J., NIEROP, K. G. J., SINNINGHE DAMSTÉ, J. S., DEKKER, S. C.: Roots
induce stronger soil water repellency than leaf waxes, **Geoderma**, 232–234, 328–340,
2014.

MARQUES, F. A. Matéria orgânica de Latossolos com horizonte A húmico. **Tese
(Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)**, Piracicaba: Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2009. 143 p.

MATAIX-SOLERA, J.; GARCÍA-IRLES, L.; MORUGÁN, A.; DOERR, S. H.;
GARCIA-ORENES, F.; ARCENEGUI, V.; ATANASSOVA, I. Longevity of soil water
repellency in a former wastewater disposal tree stand and potential amelioration.
Geoderma 165 (2011) 78–83.

MATIAS, S. S. R.; BORBA, J. A.; TICELLI, M.; PANOSSO, A. R.; CAMARA, F. T. da Atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 331-338, 2009.

MATIELLO, J.B.; ABREU, R.G.; ANDRADE, I.P.R. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações**. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1979. 312 p.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; VIEIRA, L. L. Uso da terra e a qualidade microbiana de agregados de um Latossolo vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 37 p. 1678-1688, 2013.

MELO, V. de F.; MOURA, R. de; TOLEDO, F. H.; LIMA, V. C.; GHIDIN, A. A. - Morfologia de Agregados de Latossolos Bruno e Vermelho do Estado do Paraná, Avaliada por Imagens Obtidas em Scanner. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32 pag. 85-99, 2008.

MENDONÇA, E. S; MATOS, E. da S. **Matéria orgânica do solo: Métodos de análises**. Viçosa: UFV, p. 86-92, 2005.

MONTEIRO, A. A.; TAMANINI, R.; SILVA, L. C. C. da; MATTOS, M. R. de; MAGNANI, D. F.; d'OVÍDIO, L.; NERO, L. A.; BARROS, M. de A. F.; PIRES, E. M. F.; PAQUEREAU, B. P. D.; BELOTI, V. Características da produção leiteira da região do agreste do estado de Pernambuco, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 665-674, out./dez. 2007.

MÜLLER, K.; DEUER, M.; JEYAKUMAS, P.; MASON, K.; DIJSSEL, C. van den; GREEN, S.; CLOTHIER, B. Temporal dynamics of soil water repellency and its impact on pasture productivity. **Agricultural Water Management**. v.143, p. 82–92, 2014.

MÜLLER, K.; DEURER, M. Review of the remediation strategies for soil water repellency. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.144, p.208-221, 2011.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V.; CURI, N. Caracterização Química e Físico-Hídrica de um Latossolo Vermelho Após Vinte Anos de Manejo e Cultivo do Solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28 p. 327-336, 2004.

OLSZESVKI, N.; COSTA, L. M.; FERNANDES FILHO, E. I.; RUIZ, H. A. ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Morfologia de Agregados do Solo Avaliada Por Meio de Análise de Imagens. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, pag. 901-909, 2004.

PICCOLO, A. and MBAGWU, J. S. C. Role of Hydrophobic Components of Soil Organic Matter in Soil Aggregate Stability. **Soil Science Society of America**. v. 63, p. 1801-1810, 1999.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L. P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.4, p.188-199, 2009.

PORTUGAL, A. F.; JUNCKSH, I.; SCHAEFER, C. E. R.G.; NEVES, J. C. de L. Estabilidade de agregados em Argissolo sob diferentes usos, comparado com mata. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.4, p. 545-553, 2010.

PROFFIT, A.P.B.; BENDOTTI, S.; HOWELL, M.R.; EASTHAM, J. The effect of sheep trampling and grazing on soil physical properties and pasture growth for a RedBrown Earth. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.44, p.317-331, 1993.

RAIJ, B. V. Mecanismos de interação entre solos e nutrientes. In: RAIJ, B. V. Avaliação da fertilidade do solo. **Instituto da Potassa e Fosfato**, Piracicaba, p. 17 – 31, 1981.

RASA, K.; EICKHORST, T.; TIPPKÖTTER, R.; YLI-HALLA, M. - Structure and pore system in differently managed clayey surface soil as described by micromorphology and image analysis. **Geoderma** 173–174 (2012) 10–18.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. Viçosa, MG, NEPUT, 1997. 367p.

RESENDE, S. C. Influência de Diferentes Sistemas de Manejo nas Propriedades Físico-Hídricas de Argissolo Vermelho-Amarelo da Região dos Tabuleiros Costeiros Sergipanos. **Tese de Doutorado**. 60 pag. Viçosa, 2012.

RIBEIRO, K. D.; MENEZES, S. M.; MESQUITA, M. da G. B. de F.; SAMPAIO, F. de M. T. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167-1175, 2007.

RODRIGUES, S. SILVA, A. P. da; GIAROLA, N. F. B.; ROSA, J. A. Permeabilidade ao ar em Latossolo Vermelho sob Diferentes Sistemas de Manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:105-114, 2011.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. & ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SILVA, A. J. N. da; CABEDA, M. S. V.; LIMA, J. 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, p. 833-842, 2005.

SILVA, A. J. N. da; CABEDA, M. S. V.; LIMA, J. 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**, 29:833-842, 2005.

SILVA, A. P. da; BABUJIA, L. C.; FRANCHINI, J. C.; RALISCH, R.; HUNGRIA, M.; GUIMARÃES, M. de F. Soil structure and its influence on microbial biomass in different soil and crop management systems. **Soil & Tillage Research**. v. 142, p. 42–53, 2014.

SILVA, A.C.; VIDAL TORRADO, P. Gênese dos Latossolos Húmicos e sua relação com a evolução da paisagem numa área cratônica do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 329-341, 1999.

SOUZA, E. S. de; ANTONINO, A. C. D.; ÂNGULO-JARAMILLO, R.; NETTO, A. M. Caracterização hidrodinâmica de solos: Aplicação do método Beerkan. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.128–135, 2008.

SOUZA, E. S. de; ANTONIO, A. C. D.; JARAMILLO, R. A.; NETTO, A. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, E. B. da Variabilidade Espacial dos Parâmetros

Hidrodinâmicos de Duas Parcelas Agrícolas no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32 p. 1795-1804, 2008.

SPACCINI, R. & PICCOLO, A. - Effects of field managements for soil organic matter stabilization on water-stable aggregate distribution and aggregate stability in three agricultural soils. **Journal of Geochemical Exploration** 129 (2013) 45–51.

SPARLING, G.P. & WEST, A.W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: Calibration in situ using microbial respiration and ^{14}C labeled cells. **Soil Biology Biochemistry**, 20:337-343, 1988.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, 30:195-207, 1992.

TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 20, p. 329-335, 1988.

Tillman, R. W., Scotter, D. R., Wallis, M. G., Clothier, B. E. Water repellency and its measurement using intrinsic sorptivity. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 27, n. 4, p. 637-644, junho 1989.

VAN GENUCHTEN, M.Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society. Am. J.**, 44:892-898, 1980.

VANCE, E. D.; BROOKS, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, n. 6, p. 703-707, 1987.

VASCONCELOS, R. F. B.; SOUZA, E. R. de; CANTALICE, J. R. B.; SILVA, L. S. Qualidade física de Latossolo Amarelo de tabuleiros costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.4, p.381–386, 2014.

VOGELMANN, E. S.; REICHERT, J. M.; PREVEDELLO, J.; CONSENSA, C. O. B.; OLIVEIRA, A. É.; AWE, G. O.; MATAIX-SOLERA, J. Threshold water content

beyond which hydrophobic soils become hydrophilic: The role of soil texture and organic matter content. **Geoderma**. 209–210 p. 177–187, 2013.

VOGELMANN, E. S.; **Relações da matéria orgânica com a hidrofobicidade do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2014. 126 p. Tese de Doutorado.

VOGELMANN, E.S., REICHERT, J.M., PREVEDELLO, J., DE BARROS, C.A.P., DE QUADROS, F.L.F., MATAIX-SOLERA, J. Soil hydro-physical changes in natural grassland of southern Brazil subjected to burning management. **Soil Research** 50, 2012, 465–472.

VOGELMANN, E.S., REICHERT, J.M., REINERT, D.J., MENTGES, M.I., VIEIRA, D.A., DE BARROS, C.A.P., FASINMIRIN, J.T. Water repellency in soils of humid subtropical climate of Rio Grande do Sul, Brazil. **Soil and Tillage Research** 110, 2010, 126–133.

XU, X.; KIELY, G.; LEWIS, C. Estimation and analysis of soil hydraulic properties through infiltration experiments: comparison of BEST and DL fitting methods. **Soil Use and Management**, v. 25 p. 354–361, 2009.

ZAVALA, L. M.; CELIS, R. de; JORDÁN, A. How wildfires affect soil properties a brief review. *Cuadernos de investigación geográfica*. v. 40(2), pp 311-331, 2014.

ZHANG, X.; WU, X.; ZHANG, S.; XING, Y.; WANG, R.; LIANG, W. Organic amendment effects on aggregate-associated organic C, microbial biomass C and glomalin in agricultural soils. **Catena**. v. 123, p. 188–194, 2014.