Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro de Filosofia e Ciências Humanas - CFCH
Departamento de Ciências Geográficas - DCG
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento em Meio Ambiente - PRODEMA

JANE MIRANDA VENTURA

QUALIDADE DOS SOLOS DA BACIA DO RIO NATUBA, PERNAMBUCO

RECIFE
2013

JANE MIRANDA VENTURA

QUALIDADE DOS SOLOS DA BACIA DO RIO NATUBA, PERNAMBUCO

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Profª. Dra. Maria do Socorro Bezerra de Araújo
Co-orientador: José Coelho de Araújo Filho

Recife

2013

Catalogação na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

V468q Ventura, Jane Miranda.
Qualidade dos solos da Bacia do Rio Natuba, Pernambuco / Jane Miranda Ventura. – Recife: O autor, 2013.
60 f. : il., ; 30cm.

Orientadora: Profª. Drª. Maria do Socorro Bezerra de Araújo.
Coorientador: José Coelho de Araújo Filho
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós–Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2013.
Inclui referências e anexos.

1. Gestão ambiental. 2. Solos – testes. 3. Latossolos. 4. Argissolos. 5. Rio Natuba – Pernambuco. I. Araújo, Maria do Socorro Bezerra de (Orientadora). II. Araújo Filho, José Coelho de (Coorientador). III. Título.

363.7 CDD (22.ed.) UFPE (BCFCH2013-125)

JANE MIRANDA VENTURA

QUALIDADE DOS SOLOS DA BACIA DO RIO NATUBA, PERNAMBUCO

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Profª. Dra. Maria do Socorro Bezerra de Araújo

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Brivaldo Gomes de Almeida

Prof. Dr. Edivan Rodrigues de Souza

Prof. Dr. Ricardo Augusto Pessoa Braga

Recife, 31 de maio de 2013.

DEDICATÓRIA

À Gorette M., que iniciou a jornada;

À Paulo E., que mostrou um caminho;

À Fabiano E., que mudou o rumo;

À Socorro B., que fez um convite;

À Óscar E., que lançou um desafio.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe por ter incansavelmente insistido em minha educação e ao meu irmão por ser meu confidente nas horas mais difíceis. Ao meu marido lhe digo: um sincero obrigada, por tudo! Às minhas filhas por serem a preocupação maior na minha vida.

Aos professores: Gilberto Gonçalves Rodrigues, Vanice Santiago Fragoso Selva e Marlene Maria da Silva, pela oportunidade de participação no PRODEMA; Edvânia Torres Aguiar Gomes, por ter proporcionado uma catarse política; Vitória Régia Fernandes Gehlen, pelo profissionalismo marcante; Marcelo Luiz Pelizzoli, por ter apresentado o que é essencial; Ricardo Augusto Pessoa Braga, pelos momentos de discussão. Agradeço em especial: à Maria do Socorro Bezerra de Araújo e José Coelho de Araújo Filho, que me lançaram um desafio chamado "solo", que sempre pude contar no desenvolvimento deste trabalho e que disponibilizaram todo o aparato técnico e científico para a elaboração desta pesquisa.

Aos colegas do mestrado: Zaine Cibele Lyra Mendonça, por ter me acompanhado nos momentos de maior ansiedade e pelas horas de estudo incansáveis; João Paulo Gomes de Vasconcelos Aragão e Celso Cardoso Gomes, por compartilharem seus conhecimentos; Maria de Lourdes de Carvalho Fragoso, por ser uma inspiração pela sua delicadeza e competência; Mário Jarbas de Lima Júnior, que me acompanhou em discussões intermináveis junto ao grupo de estudos. Em especial agradeço à Óscar Emerson Zúñiga Mosquera, que provocou constantemente, em mim, catarses políticas e éticas, que passeou comigo pela Grécia antiga me apresentando Sócrates, que teve e tem uma linha reta entre o que fala e o que faz, que me ensinou política, filosofia, economia, geografia, pedagogia, método, ciência, trabalho, história! Óscar, obrigada por ter compartilhado seu tão precioso conhecimento, tão precioso tempo e por ter investido na minha educação!

Aos colegas do IFPE: Diego Henrique Paixão de Oliveira, Fernando Jun-ho Peixoto Kim e Everaldo Nunes de Farias, por terem possibilitado que o mestrado fosse feito com uma certa tranquilidade.

Aos colegas do laboratório de Física dos Solos, da UFRPE: Evanilson Paulino da Silva, Diego Vandeval Maranhão de Melo e especialmente Laércio Santos Silva, este último por ser quem é e por ter me auxiliado em todas as etapas deste trabalho. Laércio, eu tenho uma dívida eterna com você! Em especial agradeço ao professor Brivaldo Gomes de Almeida, agradeço pelas inúmeras lições e por ter disponibilizado o laboratório para a parte experimental desta dissertação.

A todos, um muito obrigada!

RESUMO

Os estudos físicos dos solos objetivam entender a funcionalidade dos solos e o seu comportamento para propostas de uso e manejo apropriado dos solos, pois os fatores físicos afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento dos cultivos, e por consequência, a renda e as condições sociais e econômicas dos pequenos agricultores locais. A área deste estudo é a sub-bacia do rio Natuba, que está inserida na bacia do rio Capibaribe, no Estado de Pernambuco, Brasil e localizada em dois municípios, Vitória de Santo Antão e Pombos. O objetivo principal deste trabalho foi elaborar a caracterização da qualidade física dos solos mais representativos da sub-bacia do Natuba, visando futuras indicações de manejos agrícolas mais apropriados. Para atingir tal objetivo foram feitas coletas de solo em campo e em laboratório foram analisados parâmetros físicos dos solos por meio de dados sobre a: porosidade total; condutividade hidráulica saturada do solo; resistência do solo à penetração, e; estabilidade de agregados. Foram coletadas e analisadas amostras de solos em quatro perfis: LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico em área de mata/vegetação secundária em regeneração; ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico sob pastagem natural; ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico sob policultura, e; ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico sob pastagem com presença de fruteiras. A análise da estabilidade dos agregados das classes de solo em diferentes sistemas de uso avaliados neste trabalho permite constatar que: Os principais fatores responsáveis pela estabilidade dos agregados foram: o carbono e matéria orgânica, composição textural e manejo do solo. De um modo geral os resultados de Ksat no horizonte superficial pode ser justificado pela textura mais arenosa nos primeiros horizontes, teor de argila e matéria orgânica. O teor de matéria orgânica também teve papel importante no volume total de poros dos solos e na resistência à penetração de raízes.

Palavras-chave: Porosidade total; Condutividade hidráulica; Resistência à penetração; Estabilidade de agregados; Latossolos; Argissolos.

ABSTRACT

Soil physical studies aim to understand the function of soil and its behavior to proposed use and proper management. Soil physical factors directly affect the growth and development of crops, and therefore the income and social and economic conditions of small farmers. This study was conducted in the sub-basin of Natuba River (which is embedded in the Capibaribe basin) in two counties of Pernambuco State, Brazil, Vitória de Santo Antão and Pombos. The aim of this study was to characterize the physical quality of the most representative soils of sub-basin of Natuba River, aiming future directions of appropriate agricultural management. Soil samples were collected and analyzed for: total porosity, saturated hydraulic conductivity, resistance to water penetration and aggregate stability. Four soil types were analyzed: YELLOW LATOSOIL, dystrophic, found in forest/ secondary vegetation in regeneration; YELLOW ARGISOIL. dystrophic, endoaquico under natural pasture; RED ARGISOIL, dystrophic, under typical polyculture and YELLOW-RED ARGISOIL, dystrophic, epiaquico under pasture and fruit trees. The analysis of aggregate stability of soil classes in different systems evaluated reveals that the main factors responsible for the stability of the aggregates were: carbon and organic matter, composition, texture and soil management. The results of Ksat in the surface horizon can be explained by the lower clay in the upper horizons, clay and organic matter. The content of organic matter also played an important role in the total pore volume of the soil and root penetration resistance.

Keywords: Total porosity; Hydraulic conductivity; Resistance penetration; aggregate; Stability and aggregate; Latosoil; Argisoil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização dos perfis de solos selecionados na bacia do rio Natuba, Estado do Pernambuco, Brasil.....20

Figura 2. LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico: (a) Localização do perfil na área de mata secundária em regeneração; (b) Trincheira aberta; (c) Horizontes do solo identificados; (d) Coleta do horizonte em campo; (e)Acondicionamento do bloco de solo para transporte.....22

Figura 3. ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico: (a) Área de pastagem e plantio de cana; (b) Horizontes do solo identificados; (c) Coleta do horizonte em campo; (d) Acondicionamento do bloco de solo destacado do perfil.....23

Figura 4. ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico: (a) Horizontes do solo identificados em perfil, aberto em área de poicultura; (b) Coleta do horizonte do solo em campo; (c) Acondicionamento do bloco de solo destacado do perfil.....24

Figura 5. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico: (a) Área de pastagem com presença de fruteiras; (a) Horizontes do solo identificados.....24

Figura 6. Amostragem de solos em anéis: (a) Bloco em laboratório; (b) Bloco engessado, saturado e durante o processo de indrodução dos anéis volumétricos; (c) Distribuição espacial dos anéis introduzidos no bloco de solo.....25

Figura 7. Mesa de Tensão: (a) Amostras de solos em mesa de tensão; (b) Detalhe dos anéis sobre a mesa.....29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição da massa dos agregados estáveis em água, nas classes de solos e horizontes estudados.....32

Tabela 2. Diâmetro Médio Ponderado (DMP), Diâmetro Médio Geométrico e Índice de Estabilidade de Agregados (IEA) das quatro classes de solos pesquisados.....33

Tabela 3. Estatística descritiva referente ao Ksat (cm h^{-1}): LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico em área de mata secundária em regeneração.....37

Tabela 4. Porosidade total, macro, meso e microporosidade dos horizontes das classes de solo.....39

Tabela 5. Resistência do solo à penetração das classes de solos analisadas.....42

SUMÁRIO

Resumo 7
Abstract 8
Lista de figuras 9
Lista de tabelas 10
1. Introdução 12
2. Revisão da Literatura 13
3. Objetivos 18
3.1. Objetivo Geral.....18
3.2. Objetivos Específicos.....18
4. Metodologia 19
4.1. Localização da Área de Estudo 19
4.2. Coleta de Solos em Campo 19
4.3. Análise de Solos em Laboratório 25
4.3.1. Estabilidade de Agregados 26
4.3.2. Condutividade Hidráulica de Solos Saturados 27
4.3.3. Macroporosidade, Mesoporosidade, Microporosidade, Porosidade Total e Densidade.....28
4.3.4. Resistência do Solo à Penetração de Raízes.....30
4.3.5. Análise Estatística.....31
5. Resultados e Discussão.....31
5.1. Estabilidade de Agregados.....31
5.1.1. Distribuição dos agregados do solo por tamanho.....31
5.1.2. Diâmetro médio ponderado, diâmetro médio geométrico e índices de estabilidade dos agregados do solo.....33
5.2. Condutividade Hidráulica do Solo Saturado.....36
5.3. Macroporosidade, Mesoporosidade, Microporosidade e Porosidade..... 38
5.4. Resistência do Solo à Penetração de Raízes..... 41
6. Conclusões 43
7. Referências 44
8. Anexos.....51

1. Introdução

Este trabalho analisou a qualidade física de quatro classes de solos presentes na bacia do rio Natuba em Pernambuco. Tal bacia foi escolhida, pois já haviam sido feitos estudos de caracterização desta área, facilitando a aquisição de dados já levantados e colaborando para uma análise integrada de resultados diversos.

Silva (2006) ressaltou que a região apresenta características importantes como, fertilidade das terras, adequada pluviosidade e um período de chuvas onde ocorrem em média 70% da precipitação anual, tudo isso favorecendo a principal atividade econômica local: a produção de hortaliças. Estas características constituem-se em oportunidade para o desenvolvimento local, porém, segundo o autor, trazem elementos de pressão e risco de degradação ambiental.

Ressaltamos, neste trabalho, que propriedades do solo podem ser afetadas por numerosas fontes de variabilidade, geralmente associadas a fatores espaciais e temporais e relacionadas com o manejo agrícola. Os solos submetidos ao seu uso intenso podem ter aumento da resistência mecânica do solo à penetração das raízes (PEREZ FILHO et al., 1993), na redução da aeração, e principalmente alterações na disponibilidade e fluxo de água no perfil que podem contribuir para: i) menor disponibilidade de água no solo; ii) redução da produtividade de espécies vegetais; iii) aumento da necessidade de irrigação; iv) maior demanda por água superficial, (Silva & Ribeiro, 1997) e; iv) degradação ambiental.

Avaliando-se os benefícios advindos do uso da terra mais apropriado à sua aptidão, pode-se dizer que estudos que correlacionem a qualidade física dos solos podem colaborar com políticas de gestão relacionadas às bacias hidrográficas. Tal apreciação é vista, neste trabalho, pois legalmente as Bacias Hidrográficas são consideradas como áreas com finalidade de Gestão dos Recursos Hídricos e utilizadas como guia para a construção de diversos planos de gestão sobre as bacias em todo o território brasileiro adequando-se aos fatores físicos e aos aspectos sociais que interagem com a bacia.

2. Revisão da Literatura

A comunidade científica considera como sendo cinco os fatores no processo de formação e diferenciação dos solos: o material de origem; o clima; o tempo; os organismos, e; o relevo (Dokuchaiev, 1893; Jenny, 1941; Soil Survey Staff, 1951). Estes fatores atuam sobre o material de origem, a rocha, causando seu desgaste físico ou químico e transformando-a em uma estrutura porosa, o solo. O solo termina por ser constituído por partes sólida, líquida e gasosa (Wolt, 1994), sendo que os líquidos e gases se distribuem entre os poros desse solo. Por influência de uma maior temperatura e pelos organismos encontrados nas regiões tropicais, a formação de solos nestas regiões é reconhecidamente mais acelerada quando comparadas a outras regiões do planeta.

No início do século XX o solo foi considerado, pela ciência do solo, apenas como meio de desenvolvimento de plantas, citamos como exemplo, Hilgard (1918, p.xxiii) que definiu o solo como sendo "[...] o material mais ou menos friável no qual as plantas, por meio de suas raízes, podem encontrar ou encontram sustentação e nutrientes, assim como outras condições para crescimento". Já no final desse século, o solo já é reconhecido por uma gama de outras relações, porém já em um âmbito ecossistêmico como: a capacidade de regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente, estocar e promover a ciclagem de elementos importantes para o desenvolvimento das plantas e animais e atuar como um tampão ambiental, ou seja, ter a capacidade de não deixar elementos ou substâncias tóxicas entrarem na cadeia alimentar.

Doran & Parkin (1994) e Doran (1997) conceituaram a qualidade do solo como sendo " *a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens*". A qualidade do solo pode ser avaliada de duas maneiras, comparando o estado atual de alguns atributos do solo com: 1) o mesmo solo em estado natural, preservado ou conservado, e; ii) valores destes atributos que são considerados ideias (Doran; Parkin, 1994). Desta maneira Índices de Qualidade do Solo, baseados em áreas de mata preservada, são propostos como ideais e utilizados em avaliações de qualidade do solo (Islam & Weil, 2000) Os atributos do solo utilizados como indicativos de qualidade devem ser sensíveis às atividades de manejo (Doran; Parkin, 1994).

Segundo Letey (1985) esses atributos físicos do solo podem ser divididos em: i) diretamente relacionados com o desenvolvimento de plantas, como temperatura, oxigênio,

disponibilidade de água e resistência do solo à penetração, e; ii) indiretamente relacionadas com o desenvolvimento de plantas, como densidade do solo, textura , agregação e porosidade do solo.

Pesquisando ainda, em banco de dados internacionais[1], sobre o tema da gestão dos recursos hídricos, identificamos que desde o ano 1966 até a presente data: 36,6% das pesquisas foram feitas dentro da área dos estudos ambientais; 15,7% nas engenharias; 14,9% nas ciências da terra e o planeta; 10,3% nas ciências biológicas e agricultura; enquanto apenas 0,15% se encontram dentro da área da interdisciplinaridade. O tema da gestão dos recursos hídricos também pode ser encontrado associado às pesquisas relacionadas aos solos, também com predominância na área dos estudos ambientais e com reduzida expressão na área da interdisciplinaridade, 38% e 0,6% respectivamente; 19,8% nas ciências biológicas e agricultura; 15,6% nas ciências da terra e o planeta, e; 9,8% em engenharia.

Nessa pesquisa identificamos que o tema da gestão dos recursos hídricos foi proposto, a princípio, alavancado pela preocupação de futura demanda por água e pela necessidade tanto de ferramentas tecnológicas como de uma política específica voltada para disponibilizá-la. Como exemplo dessa preocupação trazemos Falkenmark e Lindh (1974), que apresentaram a necessidade de dispositivos técnicos e científicos que resolvessem a demanda da água para os 8 bilhões de pessoas estimadas para o ano 2015.

Quanto ao tema da gestão dos recursos hídricos associado às pesquisas sobre o solo, temos que já no ano de 1978 os estudos de Karr e Schlosser chamavam atenção sobre a necessidade, por parte tanto dos tomadores de decisão quanto dos responsáveis pelo planejamento territorial, de reconhecerem a importância da interface solo-água na regulação da qualidade da água em bacias hidrográficas agrícolas. Estes autores também apontaram como fator importante a incorporação de diversas disciplinas para uma maior complexidade teórica na avaliação e na administração dos recursos hídricos, apontamento este que, 35 anos depois, não é verificado como destaque, pois como já dito, apenas 0,6% destas pesquisas foram encontradas e consideradas dentro do campo da interdisciplinaridade. Como ferramentas voltadas para o planejamento do recurso hídrico correlacionado à temática dos solos foram apresentadas, a priori, várias tecnologias computacionais (Koch, Paul D., Gates, William E., Males, Richard M.; Polcyn, F.C., Wagner, T.W.), como exemplo dessas tecnologias destacamos o uso de sensoriamento remoto como ferramenta para a obtenção de uma grande quantidade de informação como foi proposto por Ward (1974).

[1] A banco de dados consultado nesta pesquisa foi o scopus, em junho de 2013.

Matson et al (1997) propuseram o uso da de estratégias de gestão para reduzir o impacto da demanda crescente por alimentos, produzidos principalmente pela agricultura de alto rendimento, sobre a sustentabilidade da produção agrícola e dos ecossistemas. De Silva (2002) privilegiou em suas pesquisas sobre recursos hídricos subterrâneos, a dificuldade crescente para os pequenos agricultores obterem água na sua produção, assim o objetivo no seu estudo foi elaborar diretrizes para o uso eficiente das fontes superficiais e subterrâneas, para isso o estudo, dentre várias avaliações, analisou o balanço hídrico das culturas e informações relativas ao solo. Foley et al (2005) analisaram o impacto do uso do solo na quantidade e qualidade do recurso hídrico, segundo os autores a agricultura intensiva seria responsável pelo aumento da erosão e deslocamento de sedimentos e agrotóxicos. Ainda que sendo parte de uma estratégia de gestão da paisagem, estes autores concordam que o solo assume um papel chave. O estudo conclui que o

> Desenvolvimento e implementação de estratégias regionais de uso da terra que reconhecem a curto e longo prazo as necessidades, equilibrar um portfólio completo de serviços ecossistêmicos, e aumentar a resistência das paisagens gerenciados vai exigir muito mais pesquisas interdisciplinares sobre os ecossistemas dominados pelo homem. No entanto, também se beneficiarão de uma colaboração mais estreita entre os cientistas e [...] ecologistas e planejadores de uso da terra, hidrólogos e agricultores, climatologistas e arquitetos, e entomologistas e médicos. Uma ampla gama de habilidades serão necessárias para melhor gerir as paisagens do nosso planeta e equilibrar as necessidades humanas, a integridade da infra-estrutura ecológica, o fluxo contínuo dos serviços dos ecossistemas e da saúde a longo prazo de pessoas e da biosfera. (FOLEY et al., 2005).

Buscando os trabalhos que efetivamente buscaram estudos sobre parâmetros encontrados no solo e a gestão dos recursos hídricos como ferramenta para uma gestão sustentável dos recursos, temos que o estudo de Basaran et al. (2006) nos apresenta pressupostos que nos interessam para a pesquisa, pois tal trabalho parte de uma caracterização da variabilidade espacial de algumas propriedades do solo considerando que isso seria uma ferramenta poderosa para a tomada de decisões voltada à gestão de áreas naturais. Entre as propriedades estudadas estavam: o conteúdo de matéria orgânica, densidade, textura, pH e condutividade hidráulica, assim como a erodibilidade do solo. Asadi et al. (2008) desenvolveram um índice de qualidade do solo como ferramenta para alguns dos problemas que a agricultura vem ocasionando nos reservatórios de água próximos a áreas de culturas. O índice foi construído a partir de medição de parâmetros físico-químicos. Ao final os parâmetros e o índice foram disponibilizados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG)

criando assim uma classificação dos tipos de solo que vai desde excelente até a sua incapacidade na produção agrícola. Os autores consideram que o SIG é uma ferramenta poderosa para a gestão dos recursos naturais. Um estudo similar foi realizado por Vittala et al.(2008) na bacia de Pennar, Índia, que apresenta problemas como seca, vegetação escassa e solo com poucos nutrientes, associados a uma exploração irracional do recurso hídrico. Os parâmetros naturais avaliados foram feitos através de imagens de satélite, segundo três grupos: hídrico, solo e socioeconômico. Foram construídos mapas temáticos para cada um desses parâmetros classificados em três categorias (alta, média e baixa prioridade). Os autores consideraram que a informação levantada pode colaborar no desenvolvimento de planos de gestão de conservação do solo e água de forma sustentável.

No Brasil, numerosos estudos sobre o solo e sua relação com a gestão dos recursos hídricos vem sendo realizados na última década e essa interface se apresenta em formas variadas. Como exemplo mencionamos o estudo do solo e os recursos hídricos ancorados no planejamento e zoneamento ambiental (Ross; Del Frete, 2011; Risso, 2012; Tomhas, 2011); a qualidade do solo, seja por salinização, seja por turbidez (Palacio et al. 2011; Ewerling, 2012); o risco à vulnerabilidade que produzem a má qualidade da água (Silva, 2012); como fundamento para a medição do Índice da Vegetação por Diferença. Normalizada – NDVI (Ewerton; Linhares; Bezerra, 2012) e os estudos sobre modelagem fundamentados nesta relação solo-água (Lopes et al., 2012; Viola et al., 2009).

As pesquisas desenvolvidas no mundo acadêmico tem sua importância no fato de ser o fundamento científico para a elaboração de ações estatais que ordenem o uso de recursos naturais. Dentro das ações que competem ao governo está a de elaborar leis que normatizem o uso equilibrado dos recursos, as quais se desenvolveram em outras ações como planos e projetos. O PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO do estado de Pernambuco a ser aplicado dentro dos próximos 8 a 12 anos se apresenta como um exemplo concreto dessa vinculação entre conhecimento acadêmico e ações estatais. Neste caso as pesquisas relacionadas à gestão do recurso hídrico fundamentaram leis chaves para a elaboração do Plano, como a RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 onde se "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências". Em relação ao solo de uso agrícola o estudo de suas características contribui para a elaboração de planos que permitam controlar a carga poluidora que é lançada aos corpos de água doce alterando assim sua qualidade. Um dos elementos da atividade agrícola que maior contaminação causa ao recurso hídrico é o nitrogênio, cujos valores

máximos se encontram regulados pela RESOLUÇÃO Nº 357. A mobilidade dentro do solo desse e outros elementos (ainda mais contaminantes), com sua posterior regulação ou restrição de seu uso, é conseguida graças ao conhecimento científico das propriedades físicas do mesmo, obtendo assim ferramentas poderosas para a sustentabilidade dos ecossistemas.

As pesquisas sobre o conhecimento científico do solo, como elemento na consolidação da gestão do recurso hídrico, são feitas dentro de um espaço geográfico delimitado e as bacias hidrográficas são muitas vezes utilizadas como esse recorte, já que existe efetivamente uma corelação entre os solos e a configuração da bacia hidrográfica em que estão localizados. Dunne e Leopold (1978) conceituaram Bacia Hidrográfica como sendo: "uma determinada área de terreno que drena água, partículas de solo e material dissolvido para um ponto de saída comum, situado ao longo de um rio, riacho ou ribeirão". Dessa definição podemos extrair que uma bacia é composta por: i) uma rede hidrográfica; ii) sobre uma área de terra e iii) limitada pelo relevo, considerando-se como divisores de águas seus pontos mais elevados. O relevo interfere na hidrografia e na direção para a qual os rios correm, quanto mais acidentado for o relevo maior será a concentração de córregos e rios na bacia. A precipitação e sua distribuição no curso da bacia determinam a vazão da água, pois as maiores vazões são vistas nos períodos de maior precipitação. A textura dos solos interfere na quantidade de água retida no solo e consequentemente na disponibilidade de água para as plantas se desenvolverem. O relevo interfere na precipitação, pois normalmente ocorrem mais chuvas em maiores altitudes e os dois associados ao clima interferem nos solos que podem ter sua fertilidade e disponibilidade de água alteradas no processo. Podemos dizer que estudos que correlacionem a qualidade física dos solos podem colaborar com políticas de gestão relacionadas às bacias hidrográficas. Tal apreciação é vista, neste trabalho, pois legalmente as Bacias Hidrográficas são consideradas como áreas com finalidade de Gestão dos Recursos Hídricos e utilizadas como guia para a construção de diversos planos de gestão sobre as bacias em todo o território brasileiro adequando-se aos fatores físicos e aos aspectos sociais que interagem com a bacia

Em nossa pesquisa escolhemos como área a bacia do rio Natuba que faz parte da bacia do rio Tapacurá, que por sua vez está inserida na bacia do rio Capipabiribe, no Estado de Pernambuco, Brasil. Silva (2006) calculou que a sub-bacia do Natuba possui uma área de drenagem de aproximadamente 39 km² (3.874,08 ha), correspondendo a 8,23% do território da bacia do rio Tapacurá. Segundo Braga et al. (1998), a área da bacia do rio Natuba era coberta pela floresta tropical úmida atlântica, substituída em grande parte pelo plantio da cana-de-açúcar. Em meados do século XX iniciaram-se os arrendamentos de pequenas glebas

por trabalhadores de cana-de-açúcar e na década do ano de 1990 ocorreu uma mudança na atividade produtiva, pela crise do setor sucroalcooleiro.

Silva (2006) ressaltou que a região apresenta características importantes como, fertilidade das terras, adequada pluviosidade e um período de chuvas onde ocorrem em média 70% da precipitação anual, tudo isso favorecendo a principal atividade econômica local: a produção de hortaliças. Estas características constituem-se em oportunidade para o desenvolvimento local, porém, segundo o autor, trazem elementos de pressão e risco de degradação ambiental. Barbosa Neto et al. (2011) identificaram onze classes de usos da terra predominantes com uma grande heterogeneidade na forma de utilização das terras da bacia do Natuba. Isso indica que ocorreu uma grande mudança na forma de uso das terras na área. Atualmente constata-se uma grande predominância da classe de uso com policultura e uma da área bastante reduzida plantada com cana-de-açúcar. Para a execução da nossa pesquisa foi de suma importância o trabalho de onde estes autores também identificaram, classificaram e mapearam os solos da bacia em semi-detalhe (escala 1:25.000) e os principais tipos de solos ocorrentes foram os Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho, Argissolo Acinzentado, Gleissolo Háplico, Neossolo Flúvico e Neossolo Litólico.

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Caracterizar os atributos físicos de quatro classes de solos representativos da bacia do rio Natuba, visando um manejo agrícola mais adequado à geração de renda da comunidade local.

3.2 Objetivos Específicos

i. Caracterizar a Estabilidade de Agregados;

ii. Caracterizar a Condutividade Hidráulica dos Solos Saturados;

iii. Caracterizar a Macroporosidade, Mesoporosidade, Microporosidade e Porosidade;

iv. Caracterizar a Resistência do Solo à Penetração.

4. Metodologia

4.1. Localização da Área de Estudo

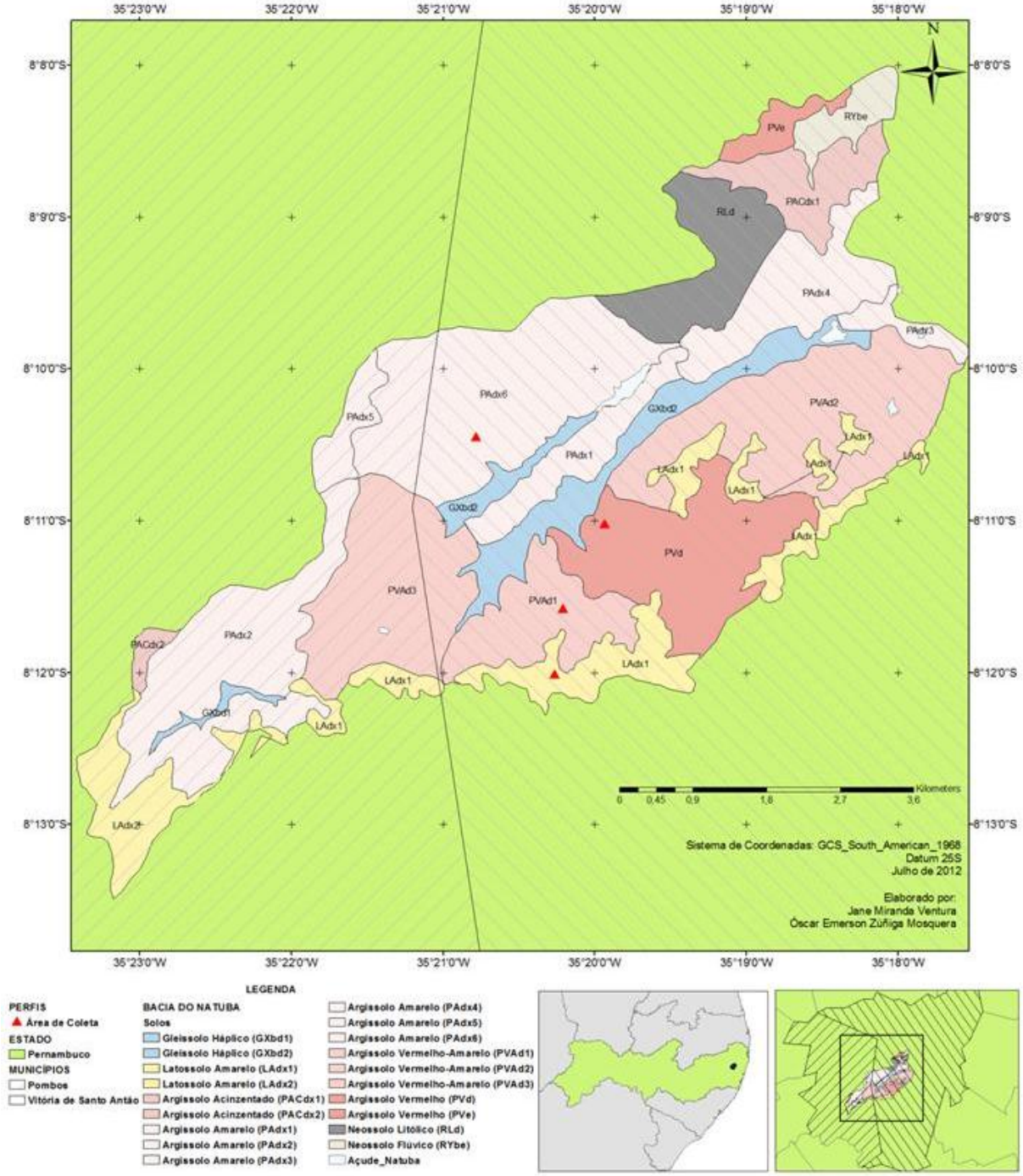
A área de estudo é a sub-bacia do rio Natuba, que faz parte da bacia do rio Tapacurá, que por sua vez está inserida na bacia do rio Capipabiribe, no Estado de Pernambuco, Brasil. A sub-bacia do Natuba é uma área inserida em dois municípios, Vitória de Santo Antão e Pombos (Anexo 1). Os solos onde foram realizadas as amostragens estão localizados no município de Vitória de Santo Antão, a 53 km da capital Recife, Estado de Pernambuco.

O clima da região é o tropical com chuvas antecipadas de outono, tipo As´, segundo a classificação de Köppen. Denominado como Tropical chuvoso com [...] temperatura média anual de 23,8ºC, variando entre a mínima de 19,3ºC e a máxima de 30,9ºC (Silva, 2007). De acordo com os dados pluviométricos dos postos de Vitória de Santo Antão e Engenho Serra Grande a área apresenta uma precipitação média anual entre 1.008mm e 1395mm com o período chuvoso entre os meses de março a julho, concentrando-se nessa estação em torno de 70% da precipitação média anual (Braga et al.,1998). Ainda segundo os dados da Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária a média pluviométrica histórica registrada para o município de Vitória de Santo Antão é de 814,22mm, enquanto Pombos registra 702,67mm (Anexo 2).

4.2. Coleta de Solos em Campo

As amostras de solo foram coletadas de perfis já abertos e descritos no projeto "Gestão Integrada das Microbacias do rio Natuba –PE". Foram selecionados quatro perfis de classes de solos representativos na área: LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico; ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico; ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, e; ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico, (Figura 1), todos eles localizados no município de Vitória de Santo Antão, Pernambuco. As amostras foram retiradas não deformadas, na forma de blocos, 40cm x 40cm x 15cm, (Figura 2d) sendo coletados preferencialmente os quatro primeiros horizontes de cada perfil. Os blocos foram acondicionados (Figura 2e) e transportados para o Laboratório de Física dos Solos da Universidade Federal de Pernambuco.

Figura 1. Mapa de localização dos perfis de solos selecionados na bacia do rio Natuba, Estado do Pernambuco, Brasil



Fonte: Barbosa Neto, et al. (2011). **Adaptado por:** Zúñiga (2012),

O LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico (Ponto GPS: 671/ 0242436/9092819) se encontra a 410m de altitude, sob o clima megatérmico com chuvas de outono-inverno, em situação de topo, com relevo local suave ondulado e com erosão não aparente. A vegetação

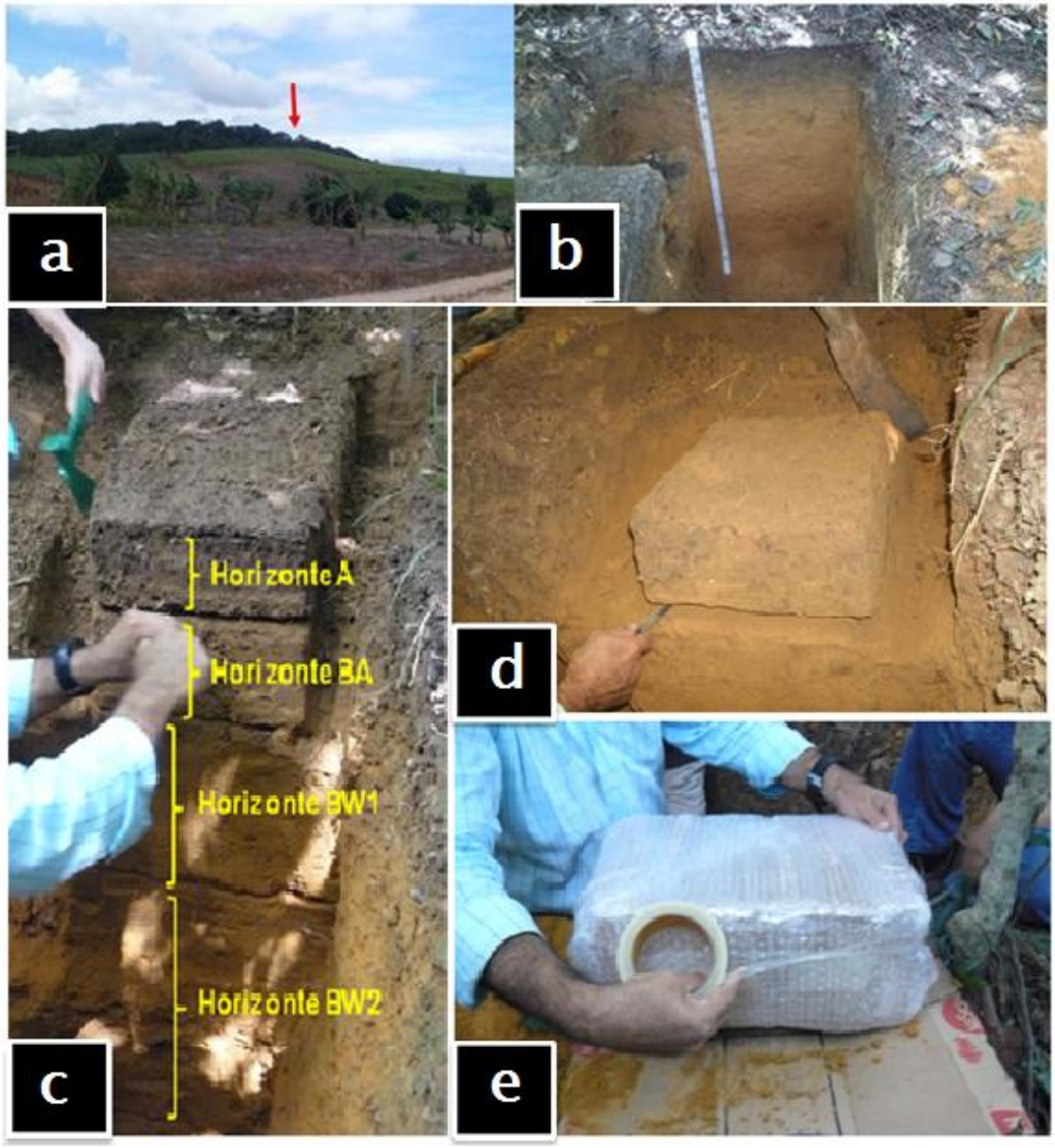
primária da região era constituída pela floresta subperenifólia e o uso atual é uma mata secundária em regeneração (Figura 2a). Para a coleta de solo em campo, foi utilizada uma trincheira que já estava aberta na área (Figura 2b) e utilizando a ficha de descrição do perfil, foram identificados cada um dos horizontes do perfil (Figura 2c). Foram coletados quatro horizontes: A, BA, BW1 e BW2.

O ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico (Ponto GPS: 761 / 0242533/9093615) se encontra a 351m de altitude, sob o clima megatérmico com chuvas de outono-inverno, no terço médio à superior da encosta, com relevo local ondulado e com erosão laminar ligeira. A vegetação primária é a floresta subperenifolia e o uso atual é pastagem natural (Figura 3a). Para a coleta de solo em campo, foi utilizado um corte de estrada que já estava aberto na área e utilizando a ficha de descrição do perfil, foram identificados cada um dos horizontes do perfil (Figura 3b). Foram coletados (figura 3c) quatro horizontes: Ap, BA, Bt2 e BC. O horizonte Bt1 não foi coletado por apresentar estrutura fraca, e sua transição topográfica ondulada aliados a baixa umidade, não favoreceram tal processo.

O ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico (Ponto GPS: 762 / 0243034/9094653) se encontra a 335m de altitude, sob o clima megatérmico com chuvas de outono-inverno, localizado no terço médio da encosta, com relevo local ondulado e com erosão laminar ligeira. A vegetação primária é a floresta subperenifolia e o uso atual com policultura: hortaliças, banana, milho e fruteiras (Figura 4b). Para a coleta de solo em campo, foi utilizado um perfil que já estava aberto na área e utilizando a ficha de descrição do perfil, foram identificados cada um dos horizontes do perfil (Figura 4a). Foram coletados (Figura 4c) quatro horizontes: Ap, AB, BA e Bt1.

O ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico (Ponto GPS: 785/ 0241470/9095696) se encontra a 454m de altitude, sob o clima megatérmico com chuvas de outono-inverno, no terço superior da encosta, com relevo local ondulado e com erosão laminar ligeira. A vegetação primária é floresta subperenifolia / subcaducifólia e o uso atual tem predomínio de pastagem com presença de fruteiras (Figura 5a). Para a coleta de solo em campo, foi utilizado um perfil que já estava aberto na área e utilizando a ficha de descrição do perfil, foram identificados cada um dos horizontes do perfil (Figura 5b). Foram coletados três horizontes: Ap, BA e Bt1.

Figura 2. LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico: (a) Localização do perfil na área de mata secundária em regeneração; (b) Trincheira aberta; (c) Horizontes do solo identificados; (d) Coleta do horizonte em campo; (e) Acondicionamento do bloco de solo para transporte



A seta em vermelho indica o ponto de coleta do perfil do solo.

Figura 3. ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico: (a) Área de pastagem e plantio de cana; (b) Horizontes do solo identificados; (c) Coleta do horizonte em campo; (d) Acondicionamento do bloco de solo destacado do perfil

Figura 4. ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico: (a) Horizontes do solo identificados em perfil, aberto em área de poicultura; (b) Coleta do horizonte do solo em campo; (c) Acondicionamento do bloco de solo destacado do perfil

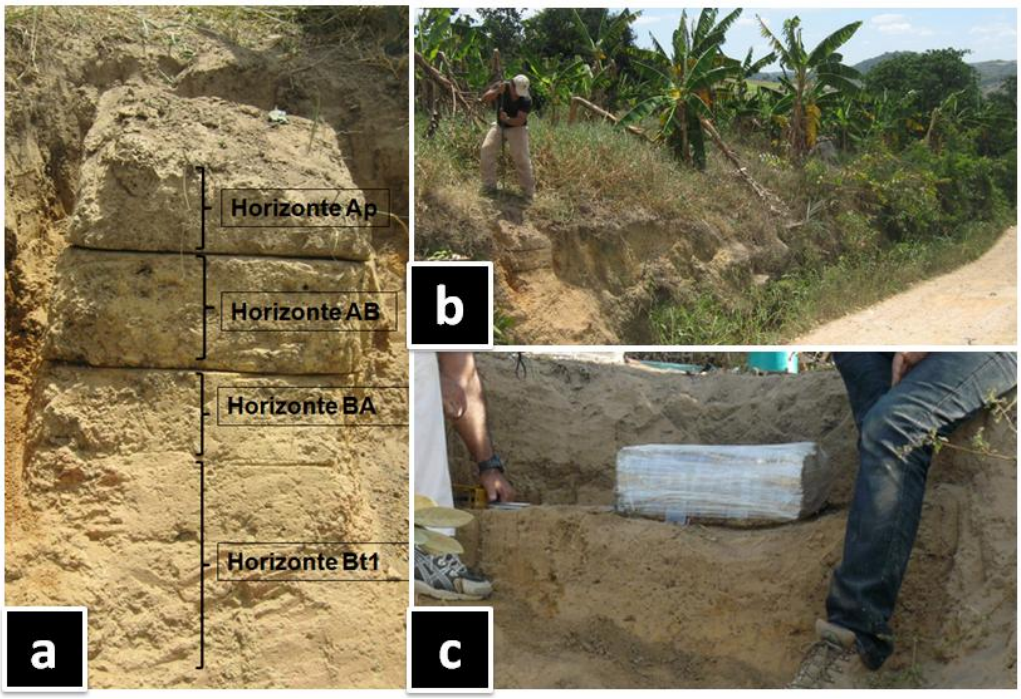
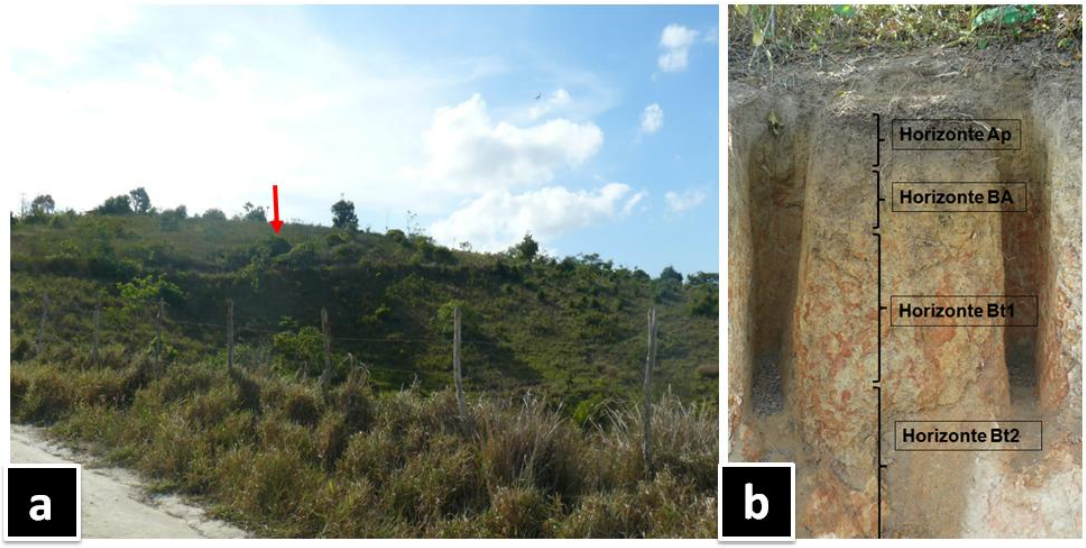


Figura 5. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico: (a) Área de pastagem com presença de fruteiras; (a) Horizontes do solo identificados



A seta em vermelho indica o ponto de coleta do perfil do solo

4.3. Análise dos Solos em Laboratório

Subamostras dos solos foram retiradas dos blocos não deformados coletados em campo. Antes da retirada das subamostras foi necessário o acondicionamento do bloco de solo coletado em campo, evitando desta maneira a sua deformação durante o processo de introdução de anéis volumétricos. Para isso foi feito o engessamento da lateral dos blocos de solo utilizando uma pasta feita com mistura de gesso em pó e água. Tal pasta foi utilizada para o embebimento de faixas de tecido em algodão que envolveram toda a lateral do bloco de solo. Após esperado o tempo de secagem do gesso, o bloco foi colocado em bandeja onde foi adicionada água para promover a saturação, por capilaridade, do solo.

Após observada a saturação dos blocos, foram distribuídos e introduzidos anéis volumétricos (Figura 6b) de maneira lenta e evitando choques mecânicos que poderiam romper a estrutura do solo. Os anéis foram introduzidos de maneira a se distanciarem no mínimo por 2,0 cm das bordas do bloco, evitando dessa maneira um possível efeito borda que tenha sido causado durante o transporte ou manuseio do mesmo (Figura 6c). Cada um dos anéis tiveram mensurados seus peso e volume. Para a medida de volume foi calculada, para cada anel, a média de 6 medidas tomadas referentes ao diâmetro interno e à altura, utilizando um paquímetro digital. O peso foi obtido em balança de precisão digital.

Figura 6. Amostragem de solos em anéis: (a) Bloco em laboratório; (b) Bloco engessado, saturado e durante o processo de indrodução dos anéis volumétricos; (c) Distribuição espacial dos anéis introduzidos no bloco de solo

Amostragem do horizonte Bw2 de um LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico, realizada no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Agronomia da UFRPE
Foto: Ventura, Jane Miranda.

Os anéis foram removidos dos blocos e passaram por um processo de *toalete*, de modo a equipararem o volume do solo ao volume do anel. Por meio deles, foram calculados os seguintes dados sobre a qualidade física dos solos: Condutividade hidráulica saturada do solo; Porosidade; Densidade do solo, e; Resistência do solo à penetração. Dados sobre a estabilidade de agregados foram obtidas a partir dos blocos coletados.

4.3.1. Estabilidade de Agregados

A estabilidade de agregados foi obtida por meio do peneiramento a úmido, pelo método de Yoder (1936), com algumas modificações, comentadas a seguir.

Para o ensaio foram utilizados agregados, com diâmetro médio de 5,90 mm, que passaram pela peneira de 7,1 mm e ficavam retidos na peneira 4,70 mm, os quais foram secos ao ar. Três repetições por amostra de solo, com aproximadamente 25 g de agregados, foram pesados e pré umedecidos lentamente por capilaridade, em papel filtro, por um período de 10 minutos e transferidos para o topo de um conjunto de peneiras com aberturas de malhas com 2,00 mm, 1,00 mm, 0,50 mm, 0,25 mm e 0,125 mm, sendo estas levadas para um aparelho de oscilação vertical, graduado para uma amplitude de 5 cm de altura e uma frequência de 32 oscilações por minuto e submetidas à peneiramento durante 10 minutos (EMBRAPA, 1997).

Quantificou-se os solos retidos em cada peneira transferindo-o para recipientes de alumínio e os secando em estufa a 105° C por 24 horas e pesando-os, para posteriores cálculos de diâmetro médio ponderado (DMP), o diâmetro médio geométrico (DMG) e o índice de estabilidade de agregados (IEA)**.** Os agregados foram separados em seis classes de tamanho (> 2,00; 2,00 - 1,00; 1,00 - 0,50; 0,50 - 0,25; 0,25 - 0,125, e; < 0,125 mm).

O DMP e o DMG foram obtidos segundo equações propostas por Castro Filho et al. (1998), e o IEA foi calculado conforme metodologia descrita por Embrapa (1997). As equações utilizadas foram as seguintes:

$$DMP = \sum_{1}^{n}(\mathrm{ai} + \mathrm{wi}) \quad (1)$$

sendo que: ai = diâmetro médio das classes (mm); wi = proporção em massa de cada classe em relação ao total.

$$DMG = e^{\sum_{i=1}^{n} \text{wp.ln ai} / \sum_{i=1}^{n} \text{wp}} \quad (2)$$

sendo que: : n, agregados estáveis em cada classe (%); wp = massa dos agregados de cada classe (g)

$$\text{IEA} = 100\ [(a - wp0{,}25 - \text{areia}) \div (a - \text{areia})] \quad (3)$$

sendo que: a = massa do agregado a 105 ºC (g); wp0,25 = massa dos agregados da classe < 0,25 mm (g).

Não foi descontada a areia nos cálculos do DMP e do DMG, uma vez que essas partículas participam do processo de agregação do solo (CASTRO FILHO et al., 1998).

4.3.2. Condutividade Hidráulica de Solos Saturados

Neste ensaio a condutividade hidráulica do solo saturado (K_o) foi determinada por meio do método do permeâmetro de carga constante.

As amostras de solo contidas nos anéis volumétricos, após o trabalho de toalete, foram protegidas na extremidade inferior por um disco de tecido permeável retido por liga de borracha e na extremidade superior foi acoplado um segundo anel de igual diâmetro, ajustado e fixado com fita adesiva impermeável.

O conjunto foi levado para saturação por um período mínimo de 12 horas e levados para um permeâmetro de carga constante segundo (Youngs, 1991).

No permeâmetro a altura da lâmina de água sobre o topo do anel contendo a amostra foi ajustada para uma altura de 1/3 do valor da altura do anel. Foram feitas leituras de volume de água passante pelas amostras do solo, até observação da estabilização do fluxo.

A condutividade hidráulica saturada foi calculada por meio da equação de Darcy, considerando-se apenas os dois ou três últimos pontos estáveis de avaliação de volume de água passante pela amostra (EMBRAPA, 1997).

Assim, K_{sat} foi calculada pela seguinte expressão:

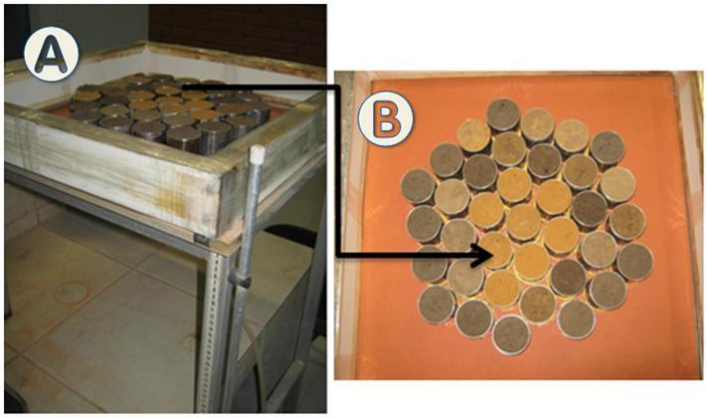
$$K_{sat} = \frac{Va \cdot L}{A \cdot t \cdot (h + L)} \quad (4)$$

sendo: K_{sat} a condutividade hidráulica saturada (cm h^{-1}); V_a o volume de água coletado (cm^3); L, a altura de coluna de solo (cm); A, a área da secção transversal (cm^2); h, a lâmina de água acima da superfície do solo (cm); e t ,o tempo de coleta (h).

4.3.3. Macroporosidade, Mesoporosidade, Microporosidade, Porosidade Total e Densidade

Uma mesa de tensão foi preparada e, com os anéis volumétricos protegidos pelo disco de tecido permeável, as amostras foram saturadas, em bandeja com água até a metade da altura do anel, durante um período mínimo de 12 horas e na seguinte sequencia as amostras foram: pesadas individualmente e colocadas imediatamente sobre a mesa de tensão (Figura 7). O nível de sucção da mesa foi colocado a uma altura correspondente a 10 cm de altura de coluna d'água e deixado por 24 horas para atingir a estabilidade. A massa individual das amostras foi anotada para tomada de informação referente à macroporosidade e novamente os anéis retornaram para a mesa de tensão onde o nível de sucção foi baixado para a altura de 60 cm de altura de coluna d'água, por um tempo necessário para atingir a estabilidade. A massa dos anéis foram novamente tomadas para a informação referente à mesoporosidade. Os anéis foram dispostos pela última vez sobre a mesa de tensão, que teve seu nível abaixado para a altura de 100 cm de altura de coluna d'água e assim permaneceu até o tempo necessário para atingir a estabilidade. Os anéis foram pesados para tomada de informação referente à capacidade de campo. Os anéis tiveram suas ligas de borracha retiradas e foram levados à estufa a 105ºC, por 24 horas. Com os pesos, procedeu-se com os cálculos, obtendo-se a macroporosidade ($cm^3.cm^3$), mesoporosidade ($cm^3.cm^3$), microporosidade ($cm^3.cm^3$) e densidade do solo ($g.cm^3$) das amostras.

Figura 7. Mesa de Tensão: (a) Amostras de solos em mesa de tensão; (b) Detalhe dos anéis sobre a mesa



A porosidade total assim foi obtida:

$$\text{Porosidade} = (e - f) / c \quad (5)$$

sendo que: e = massa da amostra saturada; f = massa da amostra após 24 horas em estufa a 105ºC; c = volume do anel (cm^3).

Como macroporosidade, considerou-se a diferença entre a massa da amostra saturada e a massa da amostra após a tensão de 10 cm de altura de coluna d'água. Assim foi obtido o valor da macroporosidade:

$$\text{Macroporosidade} = b \div c \quad (6)$$

sendo que: b = volume de macroporos (cm^3), obtido pela massa da amostra saturada e subtraindo pela massa da amostra após a tensão de 10 cm na mesa de tensão ; c = volume do anel (cm^3).

A mesoporosidade foi obtida da seguinte maneira:

$$\text{Mesoporosidade} = d \div c \quad (7)$$

sendo que: d = volume de mesoporos (cm^3), obtido pela massa da amostra após a tensão de 10 cm na mesa de tensão subtraindo pela massa da amostra após a tensão de 60 cm na mesa; c = volume do anel (cm^3).

Como microporosidade, considerou-se a umidade volumétrica contida na amostra após a retirada da mesa de tensão. Para a microporosidade foram feitos os seguintes cálculos:

$$\text{Microporosidade} = g - (h + i) \quad (8)$$

sendo que: g = porosidade ($cm^3.cm^3$); h = macroporosidade ($cm^3.cm^3$); i = mesoporosidade ($cm^3.cm^3$).

A densidade real (Dr), também denominada de densidade das partículas, é a relação entre a massa do solo e o volume de sólidos do solo, excluindo-se os espaços vazios. Assim, a Dr do solo foi determinada após secagem das amostras a 105 ºC, levando-se em consideração o volume de cada anel. Para a densidade do solo foram feitos os cálculos:

$$Dr = [f - (j+k)] / c \quad (9)$$

sendo que: Dr = Densidade real; f = massa do anel após secagem das amostras a 105 ºC (em g); j = massa do anel (em g); k = somatória do peso do pano e da liga de borracha (g); c = volume do anel (cm^3).

4.3.4. Resistência do Solo à Penetração de Raízes

Para o ensaio de resistência do solo à penetração, após as amostras não deformadas em anéis volumétricos terem atingido o equilíbrio na mesa de tensão, elas foram pesadas e na sequência levadas para o penetrômetro de bancada marca Marconi® modelo MA-933, com célula de carga de capacidade máxima para 20Kg, e analisadas por meio do software Penetrógrafo fornecido pelo fabricante do equipamento que gera arquivo texto para cada amostra. Neste ensaio uma haste com diâmetro da ponta de 4 mm e ângulo do cone de 30° deslocou-se verticalmente a uma velocidade de 1 cm min-1, onde os valores dos resultados obtidos foram dados em MPa.

Em seguida, as amostras não deformadas foram colocadas em estufa a 105 °C por 48 h, para obtenção da massa de solo seco e posterior determinação da umidade gravimétrica (Embrapa, 1997) e da densidade do solo (Ds) (Blake & Hartge, 1986).

4.3.5. Análise Estatística

Para análise estatística os dados foram avaliados através do teste de normalidade (Lilliefors). A média em cada horizonte do perfil estudado foi obtida a partir da média aritmética onde foi aplicado o teste ANOVA, complementado com Teste de Tukey ($\alpha = 5\%$). Os dados de condutividade hidráulica saturada (Ksat) apresentaram resultados que fizeram necessária a correção dos dados para Log10 (Logsdon & Jaynes, 1996).

Na avaliação da massa dos agregados encontrados distribuídos em cada uma das classes de diâmetro, foi feita uma avaliação da análise de variância (ANOVA) complementado com teste tukey.

5. Resultados e Discussão

5.1. Estabilidade de Agregados

5.1.1. Distribuição dos agregados do solo por tamanho

Observando a distribuição da massa dos agregados estáveis em água (Tabela 1) percebemos que todos os horizontes, das classes de solos estudos, apresentaram mais de 50% de seus agregados nas classes de diâmetro superior a 1,00mm, exceto os horizontes Bw2 do Latossolo e BA do Argissolo Amarelo com 48,18% e 33,72%, respectivamente, sendo estes resultados os mais baixos encontrados quando comparados com os demais horizontes. Nessa distribuição na classe de agregados maiores do que 1,00 mm, destacamos o LATOSSOLO sob mata, seguindo-se o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, depois o ARGISSOLO VERMELHO e, por último, o ARGISSOLO AMARELO.

O LATOSSOLO, em seus horizontes A e Bw1, apresentou 90,09% e 80,47% respectivamente, da massa de seus agregados retidos na classe de diâmetro acima de 2,00mm, estes foram os dois maiores resultados para esta classe de diâmetro quando comparados todos os horizontes das demais classes de solos. Não houve diferença estatística significativa entre a massa de agregados encontradas nas demais classes de diâmetro desses dois horizontes. Este solo encontra-se em área de mata em regeneração.

O LATOSSOLO, como já dito, apresentou dois dos mais altos e um dos mais baixos resultados para os agregados retidos na classe de diâmetro acima de 2,00mm. Para esta

mesma classe de diâmetro, este solo também apresentou a maior redução na massa de agregados na passagem de um horizonte para o seu adjacente, horizontes Bw1 para Bw2.

Para os ARGISSOLOS, observamos que o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO apresentou o horizonte superficial com o maior valor de massa, 80,07%, de seus agregados retidos na classe de 2,00 mm.

Já o ARGISSOLO AMARELO foi o que apresentou os mais baixos valores de massa de agregados na classe de 2,00mm, com todos os seus horizontes apresentando valores menores de 50% e, com os horizonte Ap e BA, apresentando os maiores valores para agregados menores de 0,125mm.

Tabela 1. Distribuição da massa dos agregados estáveis em água, nas classes de solos e horizontes estudados

Horizonte	Distribuição em % por classe de diâmetro*					
	4,71 - 2,00	2,00 - 1,00	1,00 - 0,50	0,50 - 0,25	0,25 - 0,125	< 0,125
	mm					
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso Típico - mata						
A	90,09A	3,90B	2,77B	1,38B	0,63B	1,23B
BA	73,65A	14,32B	6,24BC	3,33C	1,43C	1,03C
Bw1	80,47A	8,60B	5,39B	2,82B	1,09B	1,63B
Bw2	26,18A	22,00A	21,18AB	14,96BC	8,11CD	7,56D
ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico - pastagem						
Ap	42,11AB	9,15C	9,85C	9,96C	5,40C	23,52BC
BA	18,20AB	15,52AB	20,52A	19,93AB	9,63B	16,20AB
Bt1	40,76A	24,35AB	16,63AC	9,34BC	4,02BC	4,89BC
Bt2	29,72A	23,24A	22,83A	14,71AB	6,07BC	3,43BC
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico - policultura						
Ap	57,60A	4,75B	7,27B	9,00B	5,74B	15,63B
AB	55,76A	6,65B	8,53B	8,72B	5,36B	14,98B
BA	31,27A	20,07BC	24,06AC	14,11B	4,51D	5,98D
Bt1	50,21A	18,29B	14,24B	9,30BC	3,96C	4,00C
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico						
Ap	80,07A	5,14B	5,07B	3,86B	2,16B	3,70B
BA	42,79A	16,24B	15,98B	12,11B	5,38B	7,50B
Bt1	38,96A	27,14B	17,81C	8,95CD	3,74D	3,40D

*A análise de variância foi elaborada a partir dos dados do Wi (massa de agregados retidos em cada classe em relação à massa total). Foram excluídos os valores referentes à fração inerte encontrada em cada amostra.

5.1.2. Diâmetro médio ponderado, diâmetro médio geométrico e índices de estabilidade dos agregados do solo

Os resultados das médias do diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e índice de estabilidade de agregados (IEA) para cada um dos horizontes em cada uma das classes de solos analisados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Diâmetro Médio Ponderado (DMP), Diâmetro Médio Geométrico e Índice de Estabilidade de Agregados (IEA) das quatro classes de solos pesquisados

Horizonte	DMP	DMG	IEA
	mm		%
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico			
A	1,63	2,86	98,77
BA	1,39	2,36	98,97
Bw1	1,60	2,50	98,37
Bw2	0,78	0,91	92,44
ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico			
Ap	0,66	0,94	76,48
BA	0,38	0,63	83,80
Bt2	1,31	1,39	95,11
BC	1,17	1,11	96,57
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico			
Ap	0,79	1,23	84,37
AB	0,82	1,23	85,02
BA	0,88	1,06	94,02
Bt1	1,58	1.51	96,00
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico			
Ap	1,25	2,28	96,30
BA	0,96	1,20	92,50
Bt1	1,20	1,37	96,60

Os resultados encontrados do DMP, na sequencia dos quatro horizontes: A, BA, Bw1 e Bw2, pesquisados do LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico, foram de 1,63, 1,39, 1,60 e 0,78 (mm); Os resultados do DMG foram de 2,86, 2,36, 2,50 e 0,91 (mm), e quanto ao IEA obtivemos os resultados de 98,77, 98,97, 98,37 e 92,44 (%) [Tabela X]. O perfil está situado em área de mata secundária em regeneração e há um declínio tanto na presença de matéria orgânica 33,62 > 18,27 > 8,10 > 4,65 quanto na presença do carbono 19,5 > 10,6 > 4,7 > 2,7 conforme a profundidade dos horizontes (Anexo X).

ALVARENGA et al. (1986) e CASTRO FILHO et al. (1998) consideram que quanto maior for a distribuição dos agregados com diâmetro superior a 2,00 mm, maior serão os valores do DMP e DMG e, sendo considerada tal classe de diâmetro, como forma de se expressar rapidamente o estado de agregação do solo. Confluindo para esta relação entre a classe de diâmetro superior a 2,00mm, DMP e DMG obtivemos os resultados dos horizontes A > Bw1 > BA > Bw2.

Como o solo está presente em área de mata secundária, em regeneração, era esperado que as camadas superficiais tivessem maior DMP e DMG, pois VASCONCELOS et al. (2010) apresentaram, para essa mesma classe de solo, também em área de mata nativa, maiores resultados relacionados ao DMP dos agregados em seu horizonte superficial, concluindo que a estabilidade de agregados na superfície deste solo estava diretamente relacionada ao teor de matéria orgânica do solo. Os resultados de DMP podem ser ligados a uma probabilidade de maior resistência à erosão por parte dos três primeiros horizontes deste solo, pois quanto maior for o tamanho do agregado maior será o espaço entre estes, o que consequentemente aumenta a possibilidade de infiltração e reduz a de erosão.

Consideramos que a menor agregação no horizonte Bw2 do solo pode ser atribuída tanto pelos menores valores de matéria orgânica e carbono quanto pela menor distribuição de raízes neste horizonte.

Em relação aos resultados do IEA, CASTRO FILHO et al. (1998) consideram que quanto maior a quantidade de agregados < 0,25 mm, menor será o IEA, o que explica o resultado de menor índice de estabilidade no horizonte Bw2, visto que ele se destaca em comparação aos demais horizontes por apresentar 15,67% de seus agregados com diâmetro inferior a 0,25 mm.

Quanto ao DMP e DMG do ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico tivemos os resultados dos horizontes BA < Ap < BC < Bt2, e; O IEA aumentou na medida em que aumentou a profundidade. Diferentemente do LATOSSOLO AMARELO, os resultados de DMP, DMG, e de IEA foram menores nos dois primeiros horizontes analisados quando comparados aos mais profundos, apesar de maior concentração da matéria orgânica e do C-orgânico quanto mais superficial o horizonte (Anexo X). Entendemos com estes resultados que a matéria orgânica não foi um fator condicionante na estabilidade aos agregados deste perfil, diferentemente dos resultados encontrados por OLIVEIRA et al. (2010) em uma mesma classe de solo.

Assim como no LATOSSOLO, a relação entre a porcentagem de agregados distribuídos na classe inferior a 0,25 mm teve relação com o IEA, porém o mesmo não foi

verificado entre a classe superior a 2,00 mm e os resultados do DMP e DMG. Resultados próximos referentes ao DMP e IEA foram encontrados por PAIVA et al. (2000) em um ARGISSOLO AMARELO também com horizontes coesos, porém nossos resultados de distribuição de agregados por classe são diferentes quando comparados com esses autores.

Tais resultados de DMP evidenciam uma maior susceptibilidade à erosão nos dois primeiros horizontes quando comparados aos horizontes Bt2 e BC. A composição textural do solo pode ter sido o principal fator de influência sobre o DMP, DMG e IEA, pois houve uma diminuição de areia grossa e fina e aumento no quantitativo de silte e argila conforme aumento na profundidade do perfil (Anexo X). Este solo é encontrado no terço superior de encosta, com pastagem natural e com algum plantio de cana sobre ele, como maneira de aumentar a estabilidade destes agregados nestes horizontes superficiais sugerimos que este solo receba um aporte de resíduos orgânicos

Os ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico está situado em área de policultura, há uma maior concentração da matéria orgânica e do C-orgânico conforme mais superficial o horizonte (Anexo X), porém observamos um aumento do DMP e IEA conforme aumento da profundidade do perfil analisado (Tabela X); Quanto ao Diâmetro Médio Geométrico (DMG) tivemos os horizontes BA < Ap = AB < Bt1. Os resultados do DMP podem evidenciar uma maior susceptibilidade à erosão quanto mais superficial for o horizonte, principalmente quando comparados os três primeiros horizontes com o horizonte Bt1. Assim como no ARGISSOLO AMARELO a composição textural do solo pode ter sido o fator de influência sobre o DMP, DMG e IEA, pois também houve uma diminuição de areia grossa e fina e aumento no quantitativo de silte e argila conforme aumento na profundidade do perfil (Anexo X).

Tanto o ARGISSOLO VERMELHO quanto o ARGISSOLO AMARELO foram solos com maior uso sendo que esse primeiro foi o que apresentou maior revolvimento nos dois primeiros horizontes. O uso intenso pode justificar os menores valores do DMP, baixa distribuição de agregados na classe superior a 2,00 mm e maior distribuição na classe inferior a 0,25 mm encontrados nestas duas classes.

Os resultados do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico mostram que quanto ao DMP o horizonte BA < Bt1 < Ap; quanto ao DMG e IEA tivemos os resultados dos horizontes BA < Ap < Bt1 (Tabela X). Há uma maior concentração da matéria orgânica e do C-orgânico conforme mais superficial o horizonte, observando-se uma tendência à diminuição do DMP e DMG conforme aumento da profundidade do perfil analisado (Anexo X). Além do carbono e matéria orgânica, a textura auxilia na análise dos

resultados, pois há uma diminuição de areia grossa entre os horizontes Ap e BA e posteriormente acréscimo entre BA e Bt1, de maneira inversa há aumento e depois diminuição do silte e redução contínua de areia fina conforme aumento na profundidade do perfil analisado, mostrando que também há relação da textura com os resultados encontrados de DMP, DMG e IEA (Anexo X).

Tais resultados evidenciam uma menor susceptibilidade à erosão do horizonte superficial, seja pela distribuição dos seus agregados na classe de diâmetro de 2,00 mm seja pelos resultados encontrados do DMP.

Hickmann et al. (2012) analisaram os atributos físico-hídricos de um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e concluíram que após 23 anos de diferentes manejos "os efeitos do manejo nos atributos físicos e carbono orgânico do solo são mais significativos na camada superficial, local onde as operações de manejo e preparo para a semeadura são mais intensas", logo partindo destes autores, consideramos que os resultados encontrados no horizonte Ap desta classe podem ser consequência direta do manejo local, visto que de todos os argissolos coletados este era o único que estava sob pousio.

5.2. Condutividade Hidráulica do Solo Saturado

Os resultados da análise do Ksat, podem ser vistos na (Tabela 3). O LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico evidenciou que os horizontes A e BA foram os que apresentaram maior média aritmética da Ksat: 16,70cmh^{-1} e 10,52cmh^{-1}, enquanto os horizontes Bw1 e Bw2 apresentaram 2,74cmh^{-1} e 4,49cmh^{-1}, respectivamente, apenas houve diferença estatística entre os dois primeiros horizontes quando comparados com os dois últimos. Os dados de Ksat do ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico apresentam diminuição nos resultados de Ksat conforme o aumento da profundidade do perfil. O horizonte Ap, BA, Bt2 e BC apresentaram, respectivamente as seguintes médias aritméticas na condutividade: 9,53cm h^{-1}; 3,23cm h^{-1}; 2,36cm h^{-1}, e; 0,18cm h^{-1}, sendo que os horizontes BA e Bt1 não apresentaram diferença estatística significativa entre eles. Os resultados do ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico apresentam uma diminuição nos resultados de Ksat conforme o aumento da profundidade do perfil. Os horizontes Ap, BA, Bt2 e BC apresentaram, respectivamente as seguintes médias aritméticas na condutividade: 10,67cm h^{-1}; 9,05cm h^{-1}; 7,31cm h^{-1}, e; 0,51cm h^{-1}, sendo que os três primeiros horizontes não apresentaram diferença estatística significativa entre eles. Os resultados do ARGISSOLO

VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico apresentam uma diminuição nos resultados de Ksat conforme o aumento da profundidade do perfil. O horizonte Ap e o BA apresentaram, respectivamente, as seguintes médias aritméticas na condutividade: 14,56cm h^{-1} e 6,78cm h^{-1}, havendo diferença estatística significativa entre eles.

Tabela 3. Estatística descritiva referente ao Ksat (cm h^{-1}): LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico em área de mata secundária em regeneração

				Ksat (cm h^{-1})					
Horizonte	n	min	max	Md	$\bar{x}$	s^2	s	EPM	CV(%)
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico em área de mata secundária em regeneração									
A	13	10,00	30,69	13,74	16,70a	54,02	7,35	2,04	44.01
BA	11	5,62	19,80	9,76	10,52a	21,14	4,60	1,39	43.70
Bw1	11	0,87	4,64	2,97	2,74b	1,35	1,16	0,35	42.52
Bw2	12	1,18	12,76	3,97	4,49b	8,71	2,95	0,85	65,70
ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico									
Ap	13	0,90	25,77	8,34	9,53a*	51,46	7,17	1,99	75.29
BA	12	0,25	13,22	1,62	3,23b	15,34	3,92	1,13	121.09
Bt2	9	0,09	15,27	0,97	2,36b	23,55	4,85	1,62	205.39
BC	10	0,04	0,44	0,10	0,18c	0,02	0,13	0,04	73.75
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico									
Ap	12	7,38	16,48	9,42	10,67a*	9,62	3,10	0,90	29.07
AB	12	2,58	16,67	7,59	9,05a	27,78	5,27	1,52	58.27
BA	12	0,71	12,41	7,82	7,31a	17,72	4,21	1,22	57.60
Bt1	12	0,02	2,93	0,09	0,51b	0,78	0,88	0,25	174.55
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico									
Ap	12	2,55	33,59	15,14a	14,56a	72,28	8,50	2,45	58.39
BA	12	3,84	10,43	6,29b	6,78b	3,69	1,92	0,55	28.33

n = Tamanho da Amostra; min = Mínimo; max = Máximo; Md = Mediana; $\bar{x}$ = Média Aritmética; s^2 = Variância; s = Desvio Padrão Médio; EPM = Erro Padrão Médio; CV = Coeficiente de Variação. *Letras diferentes diferem significativamente da média para cada parâmetro utilizando o teste ANOVA, complementado com Teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Todas as classes de solo avaliadas tiveram maior condutividade hidráulica na superfície com diminuição desta condutividade conforme a profundidade do perfil, exceto o LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico, pois este manifestou redução na Ksat até o horizonte Bw1 e, aumentando novamente no horizonte Bw2. A característica de coesão se expressa nos horizontes de três das classes de solos analisadas: BA e Bw1 do LATOSSOLO; BA e Bt2 do ARGISSOLO AMARELO; BA do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO. SANTANA et al. (2006) e LIMA NETO et al. (2009), analisando solos nos estados da Bahia

e Alagoas, respectivamente, encontraram um comportamento de redução da Ksat em horizontes coesos tal comportamento fica em evidência com nossos resultados encontrados no LATOSSOLO. O horizonte BC, do ARGISSOLO AMARELO apresentou-se com a menor Ksat de todos os horizontes analisados (0,18cm h-1), seguido do horizonte Bt1 do ARGISSOLO VERMELHO (0,51cm h-1). O ARGISSOLO AMARELO apresenta mosqueados no horizonte Bt2 e variegado no horizonte BC, já o ARGISSOLO VERMELHO também apresenta mosqueados nos horizontes BA e Bt1. Segundo ARAÚJO (2008), tais características são evidencias de restrição de drenagem interna durante a formação e de flutuações do lençol freático.

O caráter epiáquico se manifesta em solos que possuem restrição à percolação interna da água em alguns horizontes, apresentando lençol freático superficial temporário, resultado dessa má condutividade hidráulica. A presença de variegado e/ou mosqueado, no mínimo comuns e distintos, auxilia na identificação deste caráter, pois são padrões de cores associados à estagnação de água na parte superficial do solo e evidenciam os processos de redução e oxidação (SiBCS, 2006). Como consequência dessa má condutividade, citamos a menor aeração dos horizontes devido a longos períodos de umidade na superfície do perfil, que afeta o desenvolvimento das culturas. Segundo NIERO (2009), a presença deste caráter é considerada importante para a classificação da qualidade do solo.

5.3. Macroporosidade, Mesoporosidade, Microporosidade e Porosidade

Os resultados referentes à porosidade podem ser encontrados na tabela 4. O LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico apontam o horizonte A como o de maior macroporosidade, mesoporosidade, microporosidade e porosidade, respectivamente 0,09, 0,10, 0,38 e 0,57 cm^3 cm^3. Os horizontes BA, Bw1 e Bw2 apresentam semelhança estatística entre eles com maior proximidade entre os horizontes BA e Bw2. O horizonte Bw1 foi o que mais se diferenciou, com tendência de índices mais baixos dentre todos os horizontes do perfil. A sequência na ordem crescente da porosidade total dos horizontes do Latossolo amarelo foi Bw1<Bw2<BA<A com valores de 0,47; 0,49; 0,49; 0,57 cm^3 cm^{-3} respectivamente, em que o horizonte A (superficial) apresentou melhor distribuição de poros por tamanho, apesar da sua textura mais grossa em relação aos horizontes subsuperfiais. Diante dos resultados supracitados, pode-se inferir a respeito da importância dos teores de carbono orgânico na estruturação e, consequentemente, no arranjo e distribuição dos poros.

Como a maior acumulação de matéria orgânica ocorre em superfície, principalmente tratando-se de uma área de mata, onde não há o revolvimento do solo (na qual o perfil está situado), o horizonte A apresentou maior teor de carbono (19,50 g kg^{-1}) o que justifica os valores de porosidade obtidos. O horizonte A apresentou o valor médio de macro+mesoporos de 0,19 cm^3 cm^{-3}, sendo superior entre os horizontes, aliado a este resultado está a textura mais grossa e o efeito agregante da matéria orgânica que permitiu, também, o maior volume de microporos (0,38 cm^3 cm^{-3}), apesar da maior qualidade estrutural que, normalmente, está associada aos horizontes latossólicos. Viana et al. (2011), avaliaram as modificações impostas por diferentes sistemas de uso e manejo nos teores de carbono orgânico e nos atributos físicos de um Latossolo vermelho e observaram que a mata nativa apresentou maior teor de carbono orgânico sendo seguida pelo pasto e detectaram uma correlação negativa entre os teor de carbono e a densidade do solo, o que deixa claro a influência da matéria orgânica na distribuição de poros no solo. A redução na porosidade entre os horizontes A e BA, em área de mata, pode ser consequência do preenchimento de poros com argila iluvial (Silva, 1996)

Tabela 4. Porosidade total, macro, meso e microporosidade dos horizontes das classes de solo

Horizonte	Macroporosidade	Mesoporosidade	Microporosidade	Porosidade Total
	——————————cm^3 cm^{-3}——————————			
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico				
A	0,09a	0,10a	0,38a	0,57a
BA	0,06b	0,09ab	0,35a	0,49b
Bw1	0,04b	0,07b	0,36a	0,47b
Bw2	0,06b	0,08ab	0,35a	0,49b
ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico				
Ap	0,08a	0,08a	0,22a	0,38abc
BA	0,05a	0,06a	0,25ab	0,36c
Bt1	0,07a	0,07a	0,30b	0,44abc
BC	0,04b	0,02b	0,39c	0,45a
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico				
Ap	0,08a	0,09a	0,25a	0,42a
AB	0,03b	0,06b	0,27a	0,36b
BA	0,07a	0,06b	0,30b	0,43a
Bt1	0,04b	0,03b	0,41c	0,48c
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico				
Ap	0,06a	0,06a	0,29b	0,41c
BA	0,05a	0,05a	0,30b	0,40c

Os resultados encontrados no LATOSSOLO AMARELO evidenciam que o horizonte A se destaca com maiores valores de porosidade, menores de densidade do solo e maiores de teor de carbono (19,50 g kg^{-1}), seja quando comparado aos demais horizontes do mesmo perfil ou com os outros perfis analisados. Diante desses resultados, pode-se inferir a respeito da importância dos teores de carbono orgânico na estruturação e, consequentemente, no arranjo e distribuição dos poros. Como a maior acumulação de matéria orgânica ocorre em superfície, principalmente tratando-se de uma área de mata, onde não há o revolvimento do solo. Os horizontes coesos do LATOSSOLO apresentaram maior densidade do solo, LIMA NETO et al. (2009) encontraram na mesma classe de solo, também em área de mata, porém nos tabuleiros costeiros de Alagoas, maiores resultados da densidade do solo nos horizontes coesos (com maior densidade no horizonte BA) e consideram que estes valores são importantes como indicador para avaliar a presença de coesão. Assim como nos nossos resultados, estes autores também encontraram neste solo menores valores de porosidade nos horizontes coesos em relação aos demais horizontes, concluindo que o "horizonte coeso reduz a infiltração da água no solo causando restrição de aeração e promovendo o acúmulo de água em depressões, e o aumento do escoamento superficial da água da chuva ou irrigação".

Os resultados encontrados no ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico apontam o horizonte Ap como o de maior macroporosidade mesoporosidade e o de menor microporosidade. Quanto à microporosidade ela é tanto maior quanto mais profundo o perfil. O horizonte BC se destacou como sendo de menor microporosidade e mesoporosidade e maior microporosidade e porosidade. Para o ARGISSOLO AMARELO, o horizonte BC (mais profundo) apresentou o maior volume de poros com valor médio de 0,455 cm^3 cm^{-3}, o que representa, aproximadamente, 24% a mais que o horizonte BA, este com 0,367 cm^3 cm^{-3} de porosidade. Os valores de porosidade total deste perfil foram influenciados, principalmente, pelo volume de microporos, onde foi encontrado maiores variações entre os horizontes. O perfil está situado em área de pastagem, na qual, o pisoteio dos animais é responsável pela perda da estruturação dos horizontes superficiais refletindo na distribuição de poros e na porosidade total. Apesar de superficial, estando mais expostos ao pastejo, o horizonte Ap apresentou maior volume de macro+mesoporos (0,16 cm^3 cm^{-3}) em relação ao horizonte subjacente BA. Porém, segundo Figueiredo et al. (2009), as áreas sob pastagem bem manejadas também se apresentam como alternativa importante na melhoria das condições físico-hídricas dos solos.

Os resultados encontrados no ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico evidenciam o horizonte A como o de maior macroporosidade e mesoporosidade e menor microporosidade

e de maneira inversa tivemos os resultados do horizonte Bt1. O gradiente de argila do ARGISSOLO VERMELHO influenciou diretamente o volume de poros dos horizontes avaliados, em que com o aumento dos teores de argila maior foi a porosidade total. O horizonte Bt1 foi o que apresentou o maior volume de poros com média de 0,478 cm^3 cm^{-3}, sendo seguido pelo horizonte BA com 0,427 cm^3 cm^{-3}. Os horizontes Ap e AB, além da textura mais grossa, também foram influenciados pelo manejo, pois estão situados em área de policultivo e o intenso e contínuo revolvimento do solo afetam a estruturação, além de acelerar a degradação da matéria orgânica, os valores médios de porosidade para estes horizontes foram de 0,418 e 0,358 cm^3 cm^{-3}, respectivamente. Segundo Tisdall & Oades (1982), o intenso cultivo do solo causa várias alterações nas suas propriedades físicas que resulta na degradação estrutural. Os sistemas de manejo de preparo convencional provocam modificações nas propriedades físicas, principalmente a agregação do solo (Castro Filho, 1998). Neste perfil, o horizonte Bt1 também superou os outros horizontes no volume de microporos com valor médio de 0,41 cm3 cm-3, sendo seguido, novamente, pelo horizonte BA (0,30 cm^3 cm^{-3}). Oliveira et al. (1995) detectaram variações significavas nas propriedades físicas de horizontes superficiais do solo submetidos a cultivo prolongado de cana-de-açúcar, sendo esta variação função do tempo e do cultivo. Além disso, os autores constataram que o maior efeito sobre a porosidade foi relacionado à área submetida a 16 anos de cultivo em função do uso de um alto grau de mecanização.

Não obtivemos diferença estatística alguma com relação à macroporosidade, mesoporosidade, microporosidade e porosidade encontradas no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso típico. Da mesma forma dos resultados dos horizontes anteriores, o teor de matéria orgânica teve papel importante no volume total de poros do Argissolo vermelho-amarelo. A porosidade do horizonte Ap foi pouco superior a do horizonte BA com médias de 0,415 e 0,396 cm^3 cm^{-3}, respectivamente. Porém o horizonte BA apresentou maior microporosidade, uma vez que possui maior teor de argila com média de 0,30 cm^3 cm^{-3}. Este perfil apresentou uma mínima variação no volume de macro+mesoporos.

5.4. Resistência do Solo à Penetração de Raízes

A análise do LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico apresentou que os horizontes com maior resistência são na sequência: Bw1> BA> A> Bw2 com respectivas médias aritméticas, em Megapascal, 1,89 > 1,56 > 0,87 > 0,79 (Tabela 5). Apesar de não

haver diferença estatística entre o horizonte A e BA, houve um acréscimo de 79% na RP entre estes horizontes, essa tal característica pode ser explicada pelo caráter coeso mais evidente que existe entre os horizontes BA e Bw1, porém como foi dito o perfil encontra-se em área de mata, o que proporciona mais umidade no solo e por consequência menor resistência ao crescimento radicular nestes horizontes coesos.

Tabela 5. Resistência do solo à penetração das classes de solos analisadas

Horizonte	N	min	max	Md	$\bar{x}$	s^2	s	EPM	CV (%)
					RP (MPa)				
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico									
A	4	0,74	0,93	0,90	0,87ac	0,01	0,09	0,04	10,33
BA	4	0,80	2,29	1,58	1,56ab	0,38	0,61	0,31	39,23
Bw1	4	1,49	2,04	2,01	1,89b	0,07	0,27	0,13	14,12
Bw2	4	0,37	1,05	0,87	0,79c	0,09	0,30	0,15	37,65
ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico									
Ap	4	1,49	7,74	3,16	3,89ab*	7,96	2,82	1,41	72,64
BA	4	1,24	3,41	2,14	2,23a	0,83	0,91	0,45	40,80
Bt1	4	0,50	4,02	2,23	2,24a	3,42	1,85	0,92	82,46
BC	4	5,08	8,41	5,88	6,31b	2,46	1,57	0,78	24,86
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico									
Ap	4	0,43	1,11	0,65	0,71a*	0,10	0,31	0,16	43,84
AB	4	1,55	2,72	2,17	2,15ab	0,35	0,60	0,30	27,70
BA	4	1,61	8,17	2,54	3,71ab	9,23	3,04	1,52	81,82
Bt1	4	3,41	7,12	4,74	5,00b	2,44	1,56	0,78	31,23
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico									
Ap	4	2,60	4,58	2,87	3,23a	0,85	0,92	0,46	28,51
BA	4	1,92	2,85	2,60	2,49a	0,20	0,45	0,22	18,00

n = Tamanho da Amostra; min = Mínimo; max = Máximo; Md = Mediana; $\bar{x}$ = Média Aritmética; s^2 = Variância; s = Desvio Padrão Média; EPM = Erro Padrão Média; CV = Coeficiente de Variação. *Letras diferentes diferem significativamente da média para cada parâmetro utilizando o teste ANOVA, complementado com Teste de Tukey (α = 5%).

Os dados de RP do ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso apresentaram que os horizontes com maior resistência são na sequência: BC> Ap> Bt1> BA com respectivas médias (MPa) de 6,31 > 3,89 > 2,24 > 2,23. Os resultados de resistência do solo a penetração apontam o último horizonte como sendo de resistência muito alta e os demais horizontes como alta resistência (SOIL SURVEY STAFF, 1993).

Os resultados referentes à RP do ARGISSOLO ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico apresentaram que os horizontes com maior resistência são na sequência: Bt1> BA> AB> Ap com respectivas médias de 5,00 > 3,71 > 2,15 > 0,71 (MPa), onde houve

acréscimo progressivo na RP conforme a profundidade do solo. Segundo o SOIL SURVEY STAFF, 1993 tais resultados de RP nos leva a considerar a resistência deste solo como baixa no horizonte Ap, alta nos horizontes AB e BA e muito alta resistência no horizonte Bt1.

Os resultados da RP do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico apresentaram que os horizontes com maior resistência são na sequência: Ap> BA com respectivas médias de 3,23 > 2,49 (MPa), onde houve diminuição na RP conforme a profundidade do solo (Tabela 24). Este perfil apresentou uma mínima variação no volume de macro+mesoporos. Segundo o SOIL SURVEY STAFF, 1993 tais resultados de RP nos leva a considerar a resistência deste solo como alta nos dois horizontes avaliados.

6. Conclusões

A análise da estabilidade dos agregados das classes de solo em diferentes sistemas de uso avaliados neste trabalho permite constatar que: Considerando os dois primeiros horizontes, em ordem decrescente de resistência à erosão hídrica, dos solos analisados são assim ordenados: LATOSSOLO AMARELO em área de mata em regeneração, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO em área de pastagem com presença de fruteiras, ARGISSOLO VERMELHO em área de policultura e ARGISSOLO AMARELO em área de pastagem com algum plantio de cana-de-açúcar. Tal sequencia coincide com a distribuição na classe de agregados maiores do que 1,00 mm. Os principais fatores responsáveis pela estabilidade dos agregados foram: o carbono e matéria orgânica, composição textural e manejo do solo.

De um modo geral os resultados de Ksat no horizonte superficial pode ser justificado pela pela textura mais arenosa nos primeiros horizontes, teor de argila e matéria orgânica. Os maiores valores de Ksat normalmente estão associados aos maiores valores de porosidade (Mesquita; Moraes, 2004), tal correspondência só foi observada no LATOSSOLO AMARELO e no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, provavelmente pela situação de pouca ação antrópica compartilhada por estes dois solos quando comparados aos demais.

Tanto para os resultados de porosidade quanto para os de resistência a penetração das raízes, tivemos o LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico apresentando os melhores resultados seguido do ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico e ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico. Da mesma forma dos resultados anteriores, o teor de matéria orgânica teve papel importante no volume total de poros dos solos analisados.

7. Referências

ALBUQUERQUE, J.A. et al. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Santa Maria, v. 27, p. 799-806, 2003, Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000500004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ALVARENGA, R.C.; FERNANDES, B.; SILVA, T.C.A.; RESENDE, M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo e de manejo da palhada do milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Santa Maria, v.10, p. 273-277, 1986.

ARAÚJO, E. A. de. Qualidade do solo em ecossistemas de mata nativa e pastagens na Região Leste do Acre, Amazônia Ocidental. 2008. 233 f. Tese - Universidade Federal de Viçosa, 2008.

ASADI, S. S.; AZEEM, S.; PRASAD, A. V. S.; ANJI REDDY, M. Analysis and mapping of soil quality in khandaleru catchment area using remote sensing and GIS. Current Science, v. 95, n. 3, p. 391-396. 2008. Disponível em: <http://www.currentscience.ac.in/Downloads/article_id_095_03_0391_0396_0.pdf>. Acesso em: 28 set. 2013.

BARBOSA, N. M. V. Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Natuba, Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 4, n. 5, p. 961-973, nov. 2011. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/260/221>. Acesso em: 28 set. 2013.

BASARAN, M.; OZCAN, A. U.; ERPUL, G.; CANGA, M. R. Spatial variability of organic matter and some soil properties of mineral topsoil in cankiri indagi blackpine (pinus nigra) plantation region. Journal of Applied Sciences, v. 6, n. 2, p. 445-452. 2006. Disponível em: <http://scialert.net/abstract/?doi=jas.2006.445.452 >. Acesso em: 28 set. 2013.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A., Methods of soil analysis - physical and mineralogical methods. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986.

BOOLTINK, H. W. G.; BOUMA, J. Steady flow soil column method. In: DANE, J. H.; TOPP, G. C. Methods of Soil Analysis. Part 4: Physical Methods. Soil Science Society of American Book Series. n. 5, 2002.

BRAGA R. A. P.; SILVA C. E. M. Adequação ambiental de assentamentos rurais na bacia do rio Natuba-PE. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande: ABRH, 2009. 18 p.

BRAGA, R. A. P. et al. Subsídios para o Gerenciamento Ambiental da Bacia 77 Hidrográfica do Tapacurá. In: IV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 1998, Campina Grande. Anais do IV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Campina Grande: UFPB, 1998. p. 01-10.

BRASIL. Lei 9.433/97. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dez. 1989. DOU09/01/1997.

CAMPOS, B. C. et al. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, v. 19, p. 121-126, 1995. Disponível em: <http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.quoos.com.br/downloads/Producao_Artigos/82.pdf>. Acesso em: 28 set. 2013.

CARVALHO, S. M. E. Vulnerabilidade hídrica na bacia sergipana do rio Vaza Barris. RA'E GA, Curitiba, v. 25, p. 186-217, jul. 2012. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/28011>. Acesso em: 28 set. 2013.

CASTRO, F. C.; LOGAN, T. J. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. Soil Scienc Society American Jornal, v. 55, p. 1407-1413, 1991.

CASTRO, F. C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico em um Latossolo Roxo Distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 22, p.527-538, 1998.

DE SILVA, C. S. Sustainable groundwater resource management in the thirappane tank cascade system. Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka, Colombo, v. 30, n. 3-4, p. 97-108, set. 2002. Disponível em: < http://www.sljol.info/index.php/JNSFSL/article/view/2499>. Acesso em: 28 set. 2013.

DEXTER, A. R.; KROESBERGEN, B. Methodology for determination of tensile strength of soil aggregates. Jornal Agricult Eng. Res., v. 31, p. 139-147, 1985.

DEXTER, A. R.; WATTS, C. W. Tensile strength and friability. In: SMITH, K. A.; MULLINS, C. E. (Org), Soil and environmental analysis. Physical methods. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2000.

DOKUCHAIEV, V. V. The Russian Steppes and Study of the Soil in Russia, its Past and Present. St. Petersburg: Department of Agriculture, Ministry of Crown Domains, 1893.

DORAN, J. W. Soil quality and sustainability. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro: Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROM.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.). Defining soil quality for a sustainable environment. Wisconsin: Soil Science Society American, 1994. p. 3-21.

DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. Water in Environmental Planning. San Francisco: W. H. Freeman Co, 1978.

EL-SWAIFY, S. A.; DANGLER, E. W. Erodibilities of selected tropical soils in relation to structural and hydrologic parameters. In:. Soil erosion prediction and control. Ankeny, Soil Conservation Society of America, 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1997.

EWERLING L. ET AL. Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do Rio Taquaral, São Mateus Do Sul-PR. RA'E GA, Curitiba, v. 24, p. 290-310, mar. 2012. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs-2.2.4/index.php/raega/article/view/26264>. Acesso em: 28 set. 2013.

FALKENMARK, M.; LINDH, G. How Can We Cope with the Water Resources Situation by the Year 2015? Ambio, Suécia, v. 3, n. 3-4, p. 114-122. 1974. Disponível em: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/4312063?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=21102680588551>. Acesso em: 28 set. 2013.

FIGUEIREDO, C. C. et al. 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.

FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S. R.; SNYDER, P. K. Global consequences of land use. Science, v. 309, n. 5734, p. 570-574, jul. 2005. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/content/309/5734/570.full >. Acesso em: 28 set. 2013.

FOTH, H. D; TURK, L. M. Fundamentals of soil science. 5.ed. S.l.: John Wiley, 1972.

GLINKA, K. D. Treatise of soil science. 4ª. ed. Jerusalem: Editora Israel Program for Scientific Translation Ltd., 1963.

GOMES, H. A.; SANTOS, E. J. (org). Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco. Recife: CPRM, 2001.

GUÉRIF, J. Factors influencing compaction-induced increases in soil strength. Soil Till. Res, v. 16, p. 167-178, 1990.

HANS, J. Factors of soil formation: A system of quantitative pedology. New York: McGraw Hill Book Company, 1941.

HICKMANN, C. et al. Atributos físico-hidricos e carbono orgânico de um Argissolo após 23 anos de diferentes manejos. Revista Caatinga, v. 25, n.1, p.128-136. 2012. Disponível em <http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2114>. Acesso em: 11 jun. 2013.

HILGARD, E. W. Soils: Their formation, properties, composition, and relations to climate and plant growth in the humid and arid regions. 7ª. ed. New York: editora the macmillan company, 1918.

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual Técnico de Pedologia. 2.ed. Rio de Janeiro, 2007a. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Soil quality indicators properties in Mid-Atlantic soils as influenced by conservation management. Journal of Soil and Water Conservation, v. 55, p. 69-78, 2000.

KARR, J. R.; SCHLOSSER, I. J. Water resources and the land-water interface. Water resources in agricultural watersheds can be improved by effective multidisciplinary planning. Science, v. 201, n. 4352, p. 229-234. 1978. Disponível em: < http://www.sciencemag.org/content/201/4352/229.refs>. Acesso em: 28 set. 2013.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. Advances in Soil Science, v.1, p.277-294, 1985.

LETICIA, T. B. Proposta de zoneamento ambiental para o Municipio de Arroio do Meio—RS. RA'E GA, Curitiba, v. 24, p.199, mar, 2012. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs-2.2.4/index.php/raega/article/view/26215>. Acesso em: 28 set. 2013.

LIMA NETO, J. A. et al. Caracterização e gênese do caráter coeso em latossolos amarelos e argissolos dos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 4, p.1001-1011, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000400024&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 jun. 2013.

LOGSDON, S. D.; JAYNES, D. B. Spatial variability of hydraulic conductivity in a cultivated field at different times. Soil Science Society of America Journal, v. 60, p. 703-709, 1996.

MACEDO, F. L. et al. Modelagem da produção de sedimentos na sub-bacia hidrográfica do Riacho Jacaré- SE. RA'E GA, Curitiba, v. 24, p. 272-289, mar. 2012. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/26263>. Acesso em: 28 set. 2013.

MARBUT, C, F. Soils of the United States. Atlas of American Agriculture. Washington: U.S. Government Priting Office, 1936.

MATSON, P. A. et al. Agricultural intensification and ecosystem properties. Science, Washington, DC, v. 277, n. 5325, p. 504-509, jul. 1997. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/content/277/5325/504.abstract>. Acesso em: 28 set. 2013.

MEDINA, H. P. Constituição física. In: MONIZ, A. C. Elementos de pedologia. São Paulo: EDUSP, 1972.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para analise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateus-CE. RA'E GA, Curitiba, v. 23, p. 520-533, 2011. Disponível em: < http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/24919/16717>. Acesso em: 28 set. 2013.

MESQUITA, M. G. B. F.; MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. Ciência Rural, v. 34, n. 3, p. 963-969, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000300052&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 17 jun. 2013.

NIERO, L. A. C. Avaliações visuais do solo como índice de qualidade de um latossolo vermelho em oito usos e manejos e sua validação por análises físicas e químicas. 2009. 111 f. Dissertação. Campinas, 2009.

OLIVEIRA, J. C. M.; VAZ, C. M. P.; REICHARDT, K. Efeito do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Escuro. Scientia Agricola, v. 52, n. 1, p. 50-55, 1995.

OLIVEIRA, V. S. et al. Distribuição de agregados e carbono orgânico em um Argissolo Amarelo distrocoeso em diferentes manejos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 907-913, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000900001&lng=en&nrm=iso>. Acesso: em 11 jun. 2013.

PAIVA, A. Q. et al. Propriedades físico-hídricas de solos de uma toposseqüência de tabuleiro no Estado da Bahia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2295-2302, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000001100023&lang=pt>. Acesso: em 11 jun. 2013.

PALACIO, H. A. Q.; ARAUJO N. J. R.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; SANTOS, J. C. N.; CHAVES, L. C. G. Similaridade e fatores determinantes na salinidade das águas superficiais do Ceara, por técnicas multivariadas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.15, n. 4, abr, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662011000400011&script=sci_arttext>. Acesso em: 28 set. 2013.

PEREZ FILHO, A.; TESTEZLAF, R. & TERESO, M. J. de A. Efeito da irrigação na compactação de latossolos argilosos submetidos ao uso agrícola intenso. Eng. Agrí., Campinas, v. 13, p 39-55, 1993.

RISSO, L. C. Zoneamento do parque ecológico de Ourinhos SP. RA'E GA, Curitiba, v. 23, p. 489, out. 2011. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/24918/16715>. Acesso em: 28 set. 2013.

ROSS, J. L. S.; DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. Revista do Departamento de Geografia, v. 12, p. 89-121, 1998, Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/165/145>. Acesso em: 28 set. 2013.

ROZA, F. A. Alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da água em plantas de Jatropha curcas L. submetidas à deficiência hídrica. 2010. 67 f. Dissertação Mestrado - Ilhéus: UESC..

SANTANA, M. B. et al. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de Tabuleiros Costeiros do Estado da Bahia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 30, n.1, p. 1-12. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832006000100001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 jun. 2013.

SEMA-RS. Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=54>. Acesso em: jan. 2012.

SILVA, A. J. N. Caracterização de Latossolos Amarelos sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas. 1996. 133 f. Dissertação - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 21, p. 677-684, 1997.

SILVA, C. E. M. Uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Natuba, afluente do Tapacurá – PE. 2007. 65 f. Monografia - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. Soil survey manual. Washington, D.C.: USDA, 1993.

TISDALL, J. M., OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science, v. 33, p. 141–163. 1982

TSYTOVICH, N. A. Soil mechanics. Moscow: Mir Publishers, 1976.

USDA (United States Department of Agriculture). Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting

Soil Surveys. Washington D. C.: USDA. Agric. Handbk. No. 436. U.S. Government Printing Office,1975.

VASCONCELOS, R. F. B. et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p. 309-316, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000200004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 jun. 2013.

VIANA, E. T. et al. Atributos físicos e carbono orgânico em latossolo vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, n. 6, p. 2105-2114. 2011.

VIEIRA, L. S. Manual da Ciência do Solo: com ênfase aos solos tropicais. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1975.

VIOLA, M. R. et al. Modelagem hidrológica na bacia hidrográfica do Rio Aiuruoca, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 581-590, set.-out. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n5/v13n05a11.pdf>. Acesso em: 28 set. 2013.

VITTALA, S. S.; GOVINDAIAH, S.; GOWDA, H. H. Prioritization of sub-watersheds for sustainable development and management of natural resources: An integrated approach using remote sensing, GIS and socio-economic data. Current Science, v. 95, n. 3, p. 345-354. 2008. Disponível em: <http://www.currentscience.ac.in/Downloads/article_id_095_03_0391_0396_0.pdf>. Acesso em: 28 set. 2013.

WAGNER, T. W. et al. Framework and technique for considering land use and water resource planning and management. Skylab data and water resources management. American astronautical society, scientific technology, series 3 , p. 187-205, 1974.

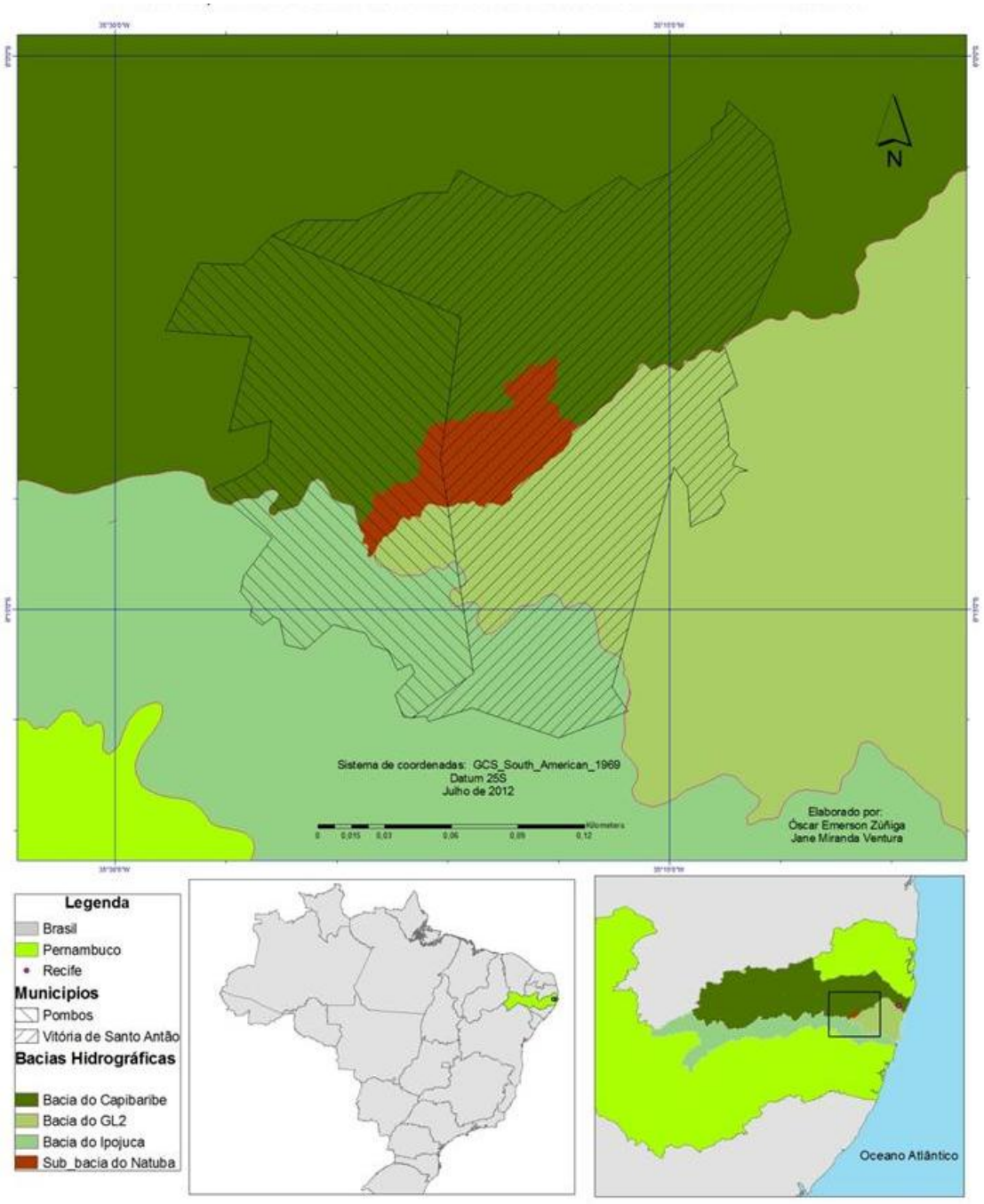
WARD, R.C. Routine surveillance alternatives for water quality management. Journal of the water pollution control federation, Estados Unidos da América, v. 46, n. 12, dez. 1974. Disponível em: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/25038325?uid=3737664&uid=2134&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21102680588551>. Acesso em: 28 set. 2013.

WATTS, C. W. & DEXTER, A. R. Soil friability: theory, measurement and the effects of management and organic carbon content. Europ. J. Soil Sci., v. 49, p. 73-78, 1998.

YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. Journal American Society of Agronomy, v. 28, p. 337-351, 1936.

YOUNGS, E. G. Hydraulic conductivity of saturated soils. In: SMITH, K.A.; MULLINS, C.E. (Org). Soil analysis: physical methods. New York: Marcel Dekker, 1991. Cap. 4, p. 161-207.

Anexo A - Mapa de localização da bacia do rio Natuba, nos municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Estado do Pernambuco, Brasil



Fonte: Barbosa Neto, Manuella Vieira, 2011. **Adaptado de:** Ventura, Jane Miranda, 2012.

Anexo B - Precipitação Pluviométrica nos municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Pernambuco, Brasil. Período entre os anos 1992 e 2007

Precipitação Pluviométrica Vitória de Santo Antão - Período 1992- 2007*

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total anual
1992	90	73	225	67	31	155	154	48	121	14	29	-	1.007,00
1993	5	7	47	45	23	46	108	20	8	9	12	-	330
1994	31	55	68	41	323	307	144	59	44	19	10	-	1.101,00
1995	20	70	28	91	122	161	197	31	3	2	-	-	725
1996	36	44	27	188	44	87	137	92	61	20	80	-	816
1997	-	169	41	307	187	52	85	39	12	-	-	-	892
1998	15	14	17	51	35	33	44	59	7	16	-	-	291
1999	62	58	62	26	70	43	123	37	28	19	2	-	530
2000	112	20	13	111	72	181	-	6	113	4	-	-	632
Media histórica	41,22	56,7	58,67	103	100,8	118,3	110,2	43,44	44,1	11,4	14,8	-	702,67

Precipitação Pluviométrica Vitória de Pombos - Período 1992- 2007*

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total anual
1992	90	73	225	67	31	155	154	48	121	14	29	-	1.007,00
1993	5	7	47	45	23	46	108	20	8	9	12	-	330
1994	31	55	68	41	323	307	144	59	44	19	10	-	1.101,00
1995	20	70	28	91	122	161	197	31	3	2	-	-	725
1996	36	44	27	188	44	87	137	92	61	20	80	-	816
1997	-	169	41	307	187	52	85	39	12	-	-	-	892
1998	15	14	17	51	35	33	44	59	7	16	-	-	291
1999	62	58	62	26	70	43	123	37	28	19	2	-	530
2000	112	20	13	111	72	181	-	6	113	4	-	-	632
Media histórica	41,22	56,7	58,67	103	100,8	118,3	110,2	43,44	44,1	11,4	14,8	-	702,67

* Eliminados os anos de 2001 a 2007

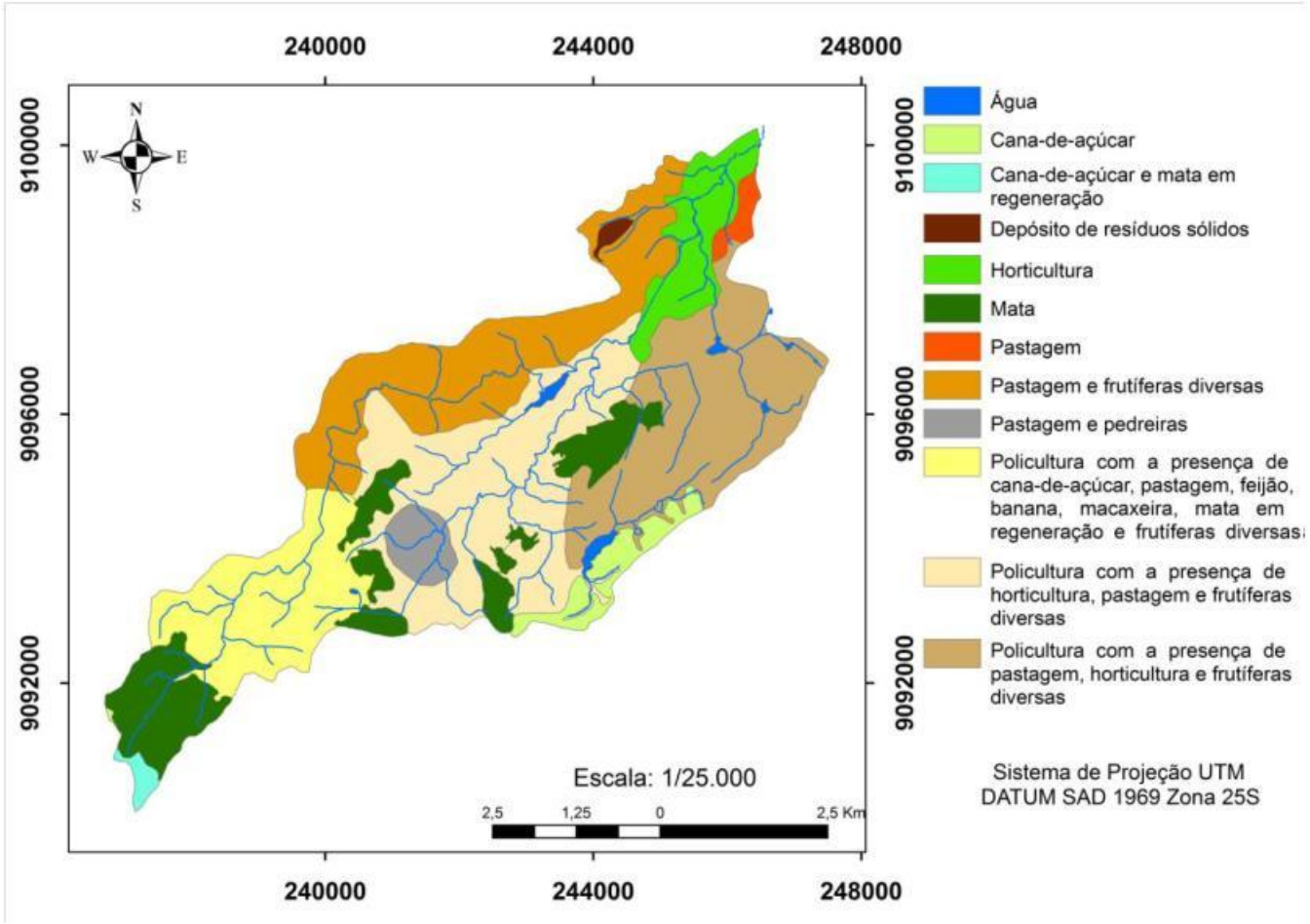
Fonte: Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária.

Anexo C - Classes de usos da terra da sub-bacia do rio Natuba, nos municípios de Pombos e Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brasil. ANEXOS

Classes de usos da terra da bacia do rio Natuba – PE*	**Área (Km)**	**Área (%)**
Cana-de-açúcar	1,33	3,41
Cana-de-açúcar e mata em regeneração	0,24	0,62
Depósito de resíduos sólidos	0,15	0,4
Horticultura	2,41	6,2
Mata	4,61	11,85
Pastagem	0,39	1,01
Pastagem e frutíferas diversas	6,97	17,91
Pastagem e Pedreiras	1,07	2,75
Policultura (cana-de-açúcar, pastagem, feijão, banana, macaxeira, mata em regeneração e frutíferas diversas)	5,25	13,5
Policultura (horticultura, pastagem e frutíferas diversas)	8,84	22,72
Policultura (pastagem, horticultura e frutíferas diversas)	7,63	19,62
Total	38,89	100

*em 2011 na escala 1:25.000. Fonte: Barbosa Neto et al. (2011). Adaptado.

Anexo D - Mapa dos usos da terra da sub-bacia do rio Natuba, nos municípios de Pombos e Vitória de Santo Antão, Zona da Mata Centro de Pernambuco



Fonte: Barbosa Neto et al. (2011).

Anexo E - Resultados da Estabilidade de Agregados, Condutividade Hidráulica, Porosidade e Resistência à Penetração

Hor	EA			Ksat	Porosidade				RP
	DMP	DMG	IEA		Macro	Meso	Micro	Por	
	-----mm-----		---%---	--cm h^{-1}--	----------cm^3 cm^{-3}----------				-----MPa-----
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico									
A	1,63a	2,86a	98,77a	16.70a	0,09a	0,10a	0,38a	0,57a	0.87ad
BA	1,39a	2,36a	98,97a	10.52a	0,06b	0,09ab	0,35a	0,49b	1.56ac
Bw1	1,60a	2,50a	98,37a	2.74b	0,04b	0,07b	0,36a	0,47b	1.89c
Bw2	0,78b	0,91b	92,44b	4.49b	0,06b	0,08ab	0,35a	0,49b	0.79d
ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico									
Ap	0,66ab	0,94a	76,48a	9.53a	0,08a	0,08a	0,22a	0,38abc	3.89ab
BA	0,38a	0,63a	83,80ab	3.23b	0,05a	0,06a	0,25ab	0,36c	2.23a
Bt2	1,31b	1,39a	95,11bc	2.36b	0,07a	0,07a	0,30b	0,44abc	2.24a
BC	1,17b	1,11a	96,57c	0.18c	0,04a	0,02a	0,39c	0,45a	6.31b
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico									
Ap	0,79a	1,23a	84,37a	10.67a	0,08a	0,09a	0,25a	0,42a	0.71a
AB	0,82a	1,23a	85,02a	9.05a	0,03b	0,06b	0,27a	0,36b	2.15ab
BA	0,88a	1,06a	94,02b	7.31a	0,07a	0,06b	0,30b	0,43a	3.71ab
Bt1	1,58b	1.51a	96,00b	0.51b	0,04b	0,03b	0,41c	0,48c	5.00b
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico									
Ap	1,25a	2,28a	96,30a	14.56a	0,06a	0,06a	0,29b	0,41c	3.23a
BA	0,96b	1,20b	92,50b	6.78b	0,05a	0,05a	0,30b	0,40c	2.49a
Bt1	1,20ab	1,37b	96,60a	-	-	-	-	-	-

Anexo F - Características morfológicas do LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico

Prof. (m)	Hor.	Textura	Cor úmida	Estrutura			Consistência			Raízes	Transição	
				Tipo	Classe	Grau	Seca	Úmida	Molhada		Topográfica	Nitidez
P04 – Ladx1 - LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico – Mata/vegetação secundária em regeneração – Topo												
0,00 – 0,13	A	FAGAR	10YR 3/3	BS / G	MP a P / P a M	F a Mod	x	Fr	Pl Peg	MaF e MoF / RM e G	Plana	Clara
0,13 – 0,28	BA	AGAR	10YR4/6	BS	MP a P	F	x	Fr a Fi	Pl Peg	RF e MoF e M	Plana	Gradual
0,28 – 0,60	Bw1	AGAR	10YR 6/8	BS	MP a P	F	x	Fr a Fi	Mt Pl Peg	RF e MoF e M	Plana	Difusa
0,60 – 1,30	Bw2	AGAR	7,5YR 7/8	BS.	MP a P.	F	x	Fr	Mt Pl Peg	RF e MoF e M	Plana	Difusa
1,30 – 1,90+	Bw3	MAG	7,5YR 5/8	BS	MP a P	F	x	Fr	Mt Pl Peg	RF e MoF e M	Plana	x

(FAGAR) – Franco Argilo Arenoso; (AGAR) – Argila Arenosa; (MAG) – Muito Argiloso; (BS) - Bloco Subangular; (G) – Granular; (MP) – Muito Pequena; (P) – Pequena; (M) – Média; (F) – Fraca; (Mod) Moderada; (Fr) – Friável; (Fi) – Firme; (Mt) – Muito; (Pl) – Plástico; (Peg.) – Pegajoso; (MaF) – Muitas Finas; (MoF) – Muito Finas; (RM) – Raras Médias; (RF) – Raras Finas; (G) – Grossas

Análise química do LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico

Prof. (m)	Hor.	pH	C	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	m	V
		H_2O	------- g kg-1-------		-- mg.kg^{-1}--	---------- cmol(+)$_c$ kg^{-1} ----------								-------- % --------	
0,00 – 0,13	A	3,9	19,5	33,62	7,0	0,07	0,19	0,4	19,5	2,16		1,1	9,2	66,9	12
0,13 – 0,28	BA	4,3	10,6	18,27	2,0	0,03	0,06	0,3	10,6	1,50		0,60	6,10	71,43	10
0,28 – 0,60	Bw1	4,6	4,7	8,10	2,0	0,01	0,06	0,3	4,7	1,20		0,48	5,32	71,43	9
0,60 – 1,30	Bw2	4,7	2,7	4,65	2,0	0,00	0,00	0,3	2,7	1,14		0,51	4,25	69,09	12
1,30 – 1,90^{+}	Bw3	4,6	2,6	4,48	1,0	0,00	0,00	0,3		1,16		0,61	4,79	65,54	13

MO – Matéria Orgânica; T – capacidade de troca de cátions ($S+H^{+}+Al^{3+}$); m – Saturação por Alumínio ($Al^{3+}/S+H^{+}$).100; V – Saturação por Bases (100.S/T)

Anexo G - Características morfológicas do ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico

Prof. (m)	Hor.	Textura	Cor úmida	Estrutura			Consistência			Raízes	Transição	
				Tipo	Classe	Grau	Seca	Úmida	Molhada		Topográfica	Nitidez
P07 – PVAd1 - ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico – Pastagem natural – Terço médio à superior de encosta												
0,00 – 0,15	Ap	Franco-arenosa+	10YR 4/3	BS	P a M	F	x	Fr	Lig Pl e Lig Peg	c. finas e RM	Plana	Clara
0,15 – 0,30	BA	Franco-argila-arenosa	10YR 6/4	BS	P a M	F	x	Fr	Pl e Lig Peg	c. finas e RM	Plana	Clara
0,30 – 0,55	Bt1	Franco-argila-arenosa+	7,5YR 6/6	BS	P a M	F	x	Fr	Pl Peg.	c. finas e RM	Ondulada (50-60)	Clara
0,55 – 0,80	Bt2	Argila	7,5YR 5/6	BA e BS	MP a P	F a Mod	x	Fr a Fi	Mt Pl Peg	RF	Plana	Gradual
0,80 – 1,50+	BC	Argila		BA e BS	P a M	F a Mod	x	Fr a Fi	x	RF		

(FAGAR) – Franco Argilo Arenoso; (AGAR) – Argila Arenosa; (MAG) – Muito Argiloso; (BA) – Bloco Angular; (BS) - Bloco Subangular; (MP) – Muito Pequena; (P) – Pequena; (M) – Média; (F) – Fraca; (Mod) Moderada; (Fr) – Friável; (Fi) – Firme; (Lig)- Ligeiramente; (Mt) – Muito; (Pl) – Plástico; (Peg.) – Pegajoso; (RM) – Raras Médias; (RF) – Raras Finas.

Análise química do ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico

Prof. (m)	Hor.	pH	C	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	m	V
		H_2O	------- g kg-1-------		-- $mg.kg^{-1}$--	---------- $cmol(+)_c$ kg^{-1} ----------								--------- % ---------	
0,00 – 0,15	Ap	5,1	8,10	13,96	10	0,10	0,00	0,81	0,40	0,31		1,31	5,60	19,14	23
0,15 – 0,30	BA	5,0	4,00	6,90	3	0,07	0,13	0,40	0,30	0,70		0,91	4,32	43,48	21
0,30 – 0,55	Bt1	4,9	3,80	6,55	2	0,06	0,06	0,61	0,51	0,88		1,23	4,53	41,71	27
0,55 – 0,80	Bt2	4,7	2,70	4,65	3	0,07	0,13	0,81	0,81	1,70		1,82	6,22	48,30	29
0,80 – 1,50+	BC	4,4	0,60	1,03	4	0,06	0,13	0,71	1,01	2,20		1,90	6,52	53,66	29

MO – Matéria Orgânica; T – capacidade de troca de cátions ($S+H^{+}+Al^{3+}$); m – Saturação por Alumínio ($Al^{3+}/S+H^{+}$).100; V – Saturação por Bases (100.S/T)

Anexo H - Características morfológicas do ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico

Prof. (m)	Hor.	Textura	Cor úmida	Estrutura			Consistência			Raízes	Transição	
				Tipo	Classe	Grau	Seca	Úmida	Molhada		Topográfica	Nitidez
P08 – ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico – Policultura – Terço médio de encosta												
0,00 – 0,16	Ap	F-A-Ar-	10YR 4/3	BS	P a M	F	x	Fr	Pl e Peg	PaF e RM	Plana	Gradual
0,16 – 0,33	AB	F-A-Ar+	10YR 4/3	BS	P a M	F	x	Fr	Pl e Peg	PaF e RM	Plana	Clara
0,33 – 0,55	BA	A+	7,5YR 5/6	BA e BS	MP a M	F a Mod	x	Fr a Fi	Mt Pl e Peg	RF	Plana	Gradual
0,55 – 1,00	Bt1	MAG	2,5YR 4/8	BA e BS	MP a M	F a Mod	x	Fr a Fi	Mt Pl e Peg	RF	Plana	Difusa
1,00 – 1,60	Bt2	MAG	2,5YR 5/6	BA e BS	MP a M	F a Mod	x	Fr a Fi	Mt Pl e Peg	RF	Plana	Difusa
1,60 – 200+	C/Cr	F-Ag	2,5YR 4/8	BS	P a M	Ma e partes F	x	Fr	Mt Pl e Peg	RF	x	X

(FAGAR) – Franco Argilo Arenoso; (AGAR) – Argila Arenosa; (MAG) – Muito Argiloso; (BA) – Bloco Angular; (BS) - Bloco Subangular; (MP) – Muito Pequena; (P) – Pequena; (M) – Média; (F) – Fraca; (Mod) Moderada; (Fr) – Friável; (Fi) – Firme; (Mt) – Muito; (Pl) – Plástico; (Peg.) – Pegajoso; (PaF) – Poucas Finas; (RM) – Raras Médias; (RF) – Raras Finas.

Análise química do ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico

Prof. (m)	Hor.	pH	C	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	m	V
		H_2O	------- g kg-1-------		-- $mg.kg^{-1}$--	---------- cmol(+)$_c$ kg^{-1} ----------								-------- % --------	
0,00 – 0,16	Ap	4,7	11,20	19,31	101	0,17	0,06	0,81	0,91	0,30	2,97	1,96	4,93	13,27	40
0,16 – 0,33	AB	4,3	8,40	14,48	46	0,11	0,00	0,40	0,30	1,20	3,63	0,82	4,45	59,41	18
0,33 – 0,55	BA	4,3	2,00	3,45	32	0,16	0,06	0,51	0,61	1,20	5,17	1,33	6,50	47,43	21
0,55 – 1,00	Bt1	4,7	1,80	3,10	7	0,20	0,25	0,51	0,61	0,29	2,86	1,57	4,43	15,59	35
1,00 – 1,60	Bt2	4,6	1,90	3,28	7	0,17	0,19	0,61	0,40	0,71	2,86	1,38	4,24	33,97	32
1,60 – 200+	C/Cr	4,7	1,40	2,41	5	0,16	0,13	0,81	0,71	0,71	2,53	1,80	4,33	28,29	42

SB – Soma de Bases; MO – Matéria Orgânica; T – capacidade de troca de cátions ($S+H^{+}+Al^{3+}$); m – Saturação por Alumínio ($Al^{3+}/S+H^{+}$).100; V – Saturação por Bases (100.S/T)

Anexo I - Características morfológicas do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico

Prof. (m)	Hor.	Textura	Cor úmida	Estrutura			Consistência			Raízes	Transição	
				Tipo	Classe	Grau	Seca	Úmida	Molhada		Topográfica	Nitidez
P15 – PAdx6 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico – Pastagem com presença de fruteiras – Terço superior de encosta												
0,00 – 0,15	Ap	Franco-arenosa+	10YR 4/3	BS	P a M	F	x	Fr	Pl e Lig Peg	CF	Plana	Clara
0,15 – 0,38	BA	AGAR	10YR 4/6	BS	MP a M	F	x	Fr	Pl Peg	CF	Plana	Clara
0,38 – 0,80	Bt1	MAG	Coloração variegada (5YR 5/8 e 10YR 6/4)	BS e BA	MP a M	F	x	Fr a Fi	Mt Pl Peg	RF	Plana	Gradual
0,80 – 1,40	Bt2	MAG	2,5YR 5/8	BS e BA	MP a M	F	x	Fr a Fi	Mt Pl Peg	RF	Plana	Gradual
1,40 – 2,00+	BC	AG	2,5YR 5/8	BS e BA e Partes Maciças	MP a M	F	x	Fr a Fi	Mt Pl Peg	RF	x	x

(AG) – Argilosa; (AGAR) – Argila Arenosa; (MAG) – Muito Argiloso; (BA) – Bloco Angular; (BS) - Bloco Subangular; (MP) – Muito Pequena; (P) – Pequena; (M) – Média; (F) – Fraca; (Fr) – Friável; (Fi) – Firme; (Lig)- Ligeiramente; (Mt) – Muito; (Pl) – Plástico; (Peg.) – Pegajoso; (CF) – Comuns Finas; (RF) – Raras Finas.

Análise química do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico

Prof. (m)	Hor.	pH	C	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	m	V
		H_2O	------- g kg-1-------		-- $mg.kg^{-1}$--	---------- $cmol(+)_c$ kg^{-1} ----------								--------- % ---------	
0,00 – 0,15	Ap	5,4	7,70	13,27	2	0,14	0,13	0,51	0,51	0,30		1,28	3,81	18,99	34
0,15 – 0,38	BA	4,8	4,50	7,76	1	0,22	0,19	0,30	0,61	1,30		1,32	3,96	49,62	33
0,38 – 0,80	Bt1	4,7	1,80	3,10	0	0,22	0,19	0,30	0,81	1,35		1,52	3,94	47,04	39
0,80 – 1,40	Bt2	4,6	1,70	2,93	0	0,16	0,19	0,40	0,71	1,46		1,46	3,99	50,00	37
1,40 – 2,00+	BC	4,5	0,60	1,03	0	0,17	0,19	0,30	0,71	1,60		1,38	3,80	53,69	36

MO – Matéria Orgânica; T – capacidade de troca de cátions ($S+H^{+}+Al^{3+}$); m – Saturação por Alumínio ($Al^{3+}/S+H^{+}$).100; V – Saturação por Bases (100.S/T)

Anexo J - Distribuição granulométrica nos horizontes dos perfis da Bacia do Natuba-PE.

Profundidade	Horizonte	Densidade Aparente	Areia			Silte	Argila	Argila Natural	Grau de Floculação	Silte/Argila	Umidade 1,5 MPa	Umidade 0,03 Mpa	Água Útil	CAD
			Grossa	Fina	Total									
m		g/cm3	g kg-1			g kg-1		g kg-1	% (m/m)		% (m/m)			L/m2
Ladx1 - Latossolo Amarelo Distrocoeso típico – Mata/vegetação secundária em regeneração – Topo														
0,00 – 0,13	A	1,17	327	148	475	275	250	80	68	1,10	19,50	28,50	9,00	13,70
0,13 – 0,28	BA	1,20	302	133	435	295	270	40	85	1,09	22,10	30,10	8,00	14,40
0,28 – 0,60	Bw1	1,19	271	136	407	303	290	40	86	1,04	19,30	28,90	9,60	36,60
0,60 – 1,30	Bw2	1,20	302	146	448	242	310	0	100	0,78	22,40	31,90	9,50	79,80
1,30 – 1,90+	Bw3	1,22	227	127	354	296	350	0	100	0,85	22,80	31,70	8,90	65,10
PVAd1 -ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso endoáquico – Pastagem natural – Terço médio à superior de encosta														
0,00 – 0,15	Ap	1,48	408	296	704	146	150	0	100	0,97	8,00	11,80	3,80	8,40
0,15 – 0,30	BA	1,49	355	271	626	184	190	0	100	0,97	10,40	15,50	5,10	11,40
0,30 – 0,55	Bt1	1,40	351	206	557	213	230	20	91	0,93	12,00	18,60	6,60	23,10
0,55 – 0,80	Bt2	1,28	186	110	296	294	410	20	95	0,72	28,90	43,00	14,10	45,10
0,80 – 1,50+	BC	1,23	173	57	230	280	490	0	100	0,57	31,40	46,20	14,80	127,40
PVd -ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico – Policultura – Terço médio de encosta														
0,00 – 0,16	Ap	1,45	432	215	647	183	170	0	100	1,08	10,80	14,90	4,10	9,50
0,16 – 0,33	AB	1,42	360	193	553	237	210	0	100	1,13	14,30	21,20	6,90	16,70
0,33 – 0,55	BA	1,25	277	125	402	268	330	0	100	0,81	21,50	32,20	10,70	29,40
0,55 – 1,00	Bt1	1,29	168	82	250	340	410	0	100	0,83	27,70	41,50	13,80	80,10
1,00 – 1,60	Bt2	1,31	204	135	339	331	330	0	100	1,00	21,10	32,20	11,10	87,20
1,60 – 2,00	C-Cr	1,28	247	176	423	307	270	0	100	1,14	21,40	30,00	8,60	44,00
PAdx6 -ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso epiáquico – Pastagem com presença de fruteiras – Terço superior de encosta														
0,00 – 0,15	Ap	1,43	453	195	648	182	170	0	100	1,07	9,50	14,00	4,50	9,70
0,15 – 0,38	BA	1,28	323	112	435	255	310	0	100	0,82	20,30	28,00	7,70	22,70
0,38 – 0,80	Bt1	1,26	264	97	361	249	390	0	100	0,64	23,50	33,70	10,20	54,00
0,80 – 1,40	Bt2	1,22	270	106	376	254	370	0	100	0,69	23,00	32,00	9,00	65,90
1,40 – 2,00+	BC	1,23	268	132	400	290	310	0	100	0,94	20,70	28,80	8,10	59,80

Areia grossa: 2 - 0,2 mm; Areia fina: 0,2 - 0,05 mm; Silte: 0,05 - 0,002mm; Argila: < 0,002

Granulometria (Dispersa com (NaPO3)n)

Metodologia: Densidade global - proveta; Granulometria - densímetro; Umidades - extratores de Richards; Calcio e magnésio - complexometria com EDTA; Sódio e potássio - Fotometria de chama; Carbono orgânico - oxidação via úmida com dicromato de potássio; Nitrogênio - Kjeldahl destilação a vapor; Fósforo: Mehlich (Manual de Método de Análises de Solo da Embrapa, 1997).