

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**EVOLUÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-HÍDRICA DE UM LATOSSOLO
VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO EM SUCESSÃO DE USO COM
MATA, MANDIOCA E CACAU**

MARINA APARECIDA COSTA LIMA

CRUZ DAS ALMAS - BA

JULHO DE 2015

**EVOLUÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-HÍDRICA DE UM LATOSSOLO
VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO EM SUCESSÃO DE USO COM MATA,
MANDIOCA E CACAU**

MARINA APARECIDA COSTA LIMA

Engenheira Ambiental

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - 2010

Dissertação submetida ao colegiado de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de concentração: Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. José Fernandes de melo Filho

FICHA CATALOGRÁFICA

Lima, Marina Aparecida Costa.

L732e Evolução da qualidade físico-hídrica de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico em sucessão de uso com mata, mandioca e cacau / Marina Aparecida Costa Lima. – 2015

53 f.

Orientador: Prof. Dr. José Fernandes Melo Filho
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.

1. Sustentabilidade. 2. indicadores de qualidade físico-hídrica. 3. Água no solo. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. II. Melo Filho, José Fernandes. III. Título.

CDD 631.4

DECLARAÇÃO

Eu, Marina Aparecida Costa lima, declaro para os devidos fins que sou única responsável por toda e qualquer informação, citação, revisão e análises apresentadas no meu Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado no PPGEA, ao tempo que isento o Programa de quaisquer responsabilidades decorrentes de eventual má fé acadêmica e profissional, incluindo falta de ética, plágio e manipulação não autorizada de dados. Declaro-me ainda sujeito à impugnação de meu título pelo PPGEA caso verificada, a qualquer tempo, falta de decoro acadêmico.

Assinatura

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MARINA APARECIDA COSTA LIMA

Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
(Orientador)

Dra. Patrícia Santos Nascimento
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Prof. Dr. Luciano da Silva Souza
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

A Deus, por me fazer acreditar e por estar sempre presente em minha vida.

OFEREÇO

À mainha (Mirian), minha avó (Dona Maria) e minha tia (Meire) por toda a dedicação e amor irrestrito.

Aos meus tios, “primos irmãos”, e, em especial, a tio Nuna, mi hermano Lucas e minha princesinha Aninha, por comporem a base sólida da família Costa.

Aos meus amigos, por mergulharem neste universo de alegrias, tristezas, vitórias e derrotas que caracterizam a MINHA VIDA.

DEDICO

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Martin Luther King)

AGRADECIMENTOS

Nada de et al. ou coisa parecida! Enfim, chegamos a melhor parte deste trabalho... o momento em que a autora deixa de lado o rigor das normas técnicas, entra na sua zona de conforto e, finalmente, AGRADECE.

Primeiramente, sou grata a Deus, por acalentar meu sono, tranquilizar minha mente, perdoar meu deslizes, se fazer presente em cada pôr-do-sol, ser a brisa que me refresca no calor cruzalmente ... enfim, por tudo (em tudo que a palavra TUDO possa representar);

À minha mãe, por ser a personificação do amor incondicional, que é generoso, altruísta e infinito;

A toda a minha família: avó, irmão, tias, tios, sobrinha e primos, pelo apoio e dedicação;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa;

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, por me abrir as portas do universo das ciências agrárias;

Ao Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho, pela conversa amistosa, pelos conselhos e pela orientação;

Aos colegas de curso, e eternos mosqueteiros, Mariana, Lenilson, Diego, Emerson e Nilson, pela amizade e companheirismo; pra mim será sempre: um por todos e todos por um!

Às minhas irmãs Denize e Tatyana, pela convivência fraterna e amizade;

Às amigas Leandra e Jaminny, pelo apoio, amizade e momentos de descontração (resenhas);

À Karlinha, colega e amiga, que me ensinou a não ter medo da física do solo;

Ao Prof. Dr. Luciano Souza, por sempre me atender de forma educada e cordata;

Aos amigos Ailton, Terezinha e, em especial, Seu Val, por fazer do meu trabalho no laboratório de física do solo um momento especial e de muito aprendizado;

À Dryelle e toda a sua família, por permitirem livre acesso à área onde foi realizado o estudo que deu origem a esta dissertação;

A toda a galera de Manejo e qualidade de solos, Taíza, Taiano, André, Devison, Raquel e, especialmente, a Magali, Patrícia e Wilma, pelo companheirismo e ajuda prestada para a realização dos trabalhos de campo e laboratório;

Aos amigos Edilson (Boi), Lene (Jaboticaba), Celina e Mairi, que tornaram meus dias no NEAS descontraídos e especiais;

À Dona Lúcia e à Dona Tonha, que me adotaram nesta terra e as quais considero minhas mães de coração;

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Sinceramente,
MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

| | Página |
|---|---------------|
| RESUMO | |
| ABSTRACT | |
| INTRODUÇÃO..... | 1 |
| | |
| Capítulo 1 | |
| QUALIDADE FÍSICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO EM SUCESSÃO DE USO COM MATA, MANDIOCA E CACAU..... | 6 |
| | |
| Capítulo 2 | |
| INFILTRAÇÃO E CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO EM SUCESSÃO DE USO COM MATA, MANDIOCA E CACAU..... | 22 |
| | |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 43 |

EVOLUÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-HÍDRICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO EM SUCESSÃO DE USO COM MATA, MANDIOCA E CACAU

Autora: Marina Aparecida Costa Lima

Orientador: Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho

RESUMO: A percepção e a quantificação do impacto do uso do solo na sua qualidade física são de extrema importância para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de sistemas de uso da terra sobre indicadores físico-hídricos de qualidade do solo. O estudo foi realizado no município de Teolândia, região do Baixo Sul da Bahia, em três áreas: mata nativa, mandioca e cacau. Para tal, amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 - 0,15 m para a avaliação da densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade, curva de retenção de água no solo, determinação do índice S de qualidade física do solo, água disponível e condutividade hidráulica no solo saturado. Também foram realizados testes para avaliação da taxa de infiltração da água no solo. Os resultados mostram que na sucessão avaliada, em relação à mata, o uso do solo com mandioca e cacau alterou sua qualidade física, tendo em vista que houve um aumento na densidade do solo, redução na macroporosidade, porosidade total e no volume de água disponível; sendo estes classificados como pobres com base no valor do índice S. No entanto, o uso com mandioca aumentou a condutividade hidráulica e a infiltração da água no solo.

Palavras-chave: sustentabilidade, indicadores de qualidade físico-hídrica, água no solo.

EVOLUTION OF PHYSICAL AND WATER QUALITY OF A DYSTROPHIC RED YELLOW LATOSOL IN USE OF SUCCESSION WITH NATIVE FOREST, CASSAVA AND COCOA

Author: Marina Aparecida Costa Lima

Advisor: Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho

ABSTRACT: The perception and quantification of the impact of land use in their physical quality are of utmost importance for the development of sustainable agricultural systems. In this context, this study aims to evaluate the effect of land use systems on physical and water indicators of soil quality. The study was conducted in the municipality of Teolândia, the Southern Bahia region in three areas: native forest, cassava and cocoa. For this purpose, soil samples were collected in the 0 - 0.15m for the evaluation of soil bulk density, total porosity, macro and microporosity, water retention curve in the soil, determination of the S index of soil physical quality, water available and hydraulic conductivity in saturated soil. Tests were also conducted to evaluate the rate of water infiltration into the soil. The results show that the succession assessed in relation to forest, land use with cassava and cocoa changed its physical quality, considering that there was an increase in soil density, reduced macroporosity, total porosity and the volume of water available; these being classified as poor based on the index value S. However, the use of cassava with increased hydraulic conductivity and infiltration of water into the soil.

Keywords: sustainability, physical and water quality indicators, water in the soil.

INTRODUÇÃO

O solo é considerado um sistema natural vivo e dinâmico, condicionado por fatores ambientais relacionados ao material de origem, clima, relevo, organismos e tempo de atuação. Trata-se de um componente de extrema importância no ecossistema, visto que é o principal substrato utilizado pelas plantas para seu crescimento e disseminação, além de exercer forte influência na morfologia da paisagem (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007; BECKER, 2007).

Segundo Doran e Parkin (1994), a qualidade do solo pode ser definida como “a capacidade de um dado solo funcionar no ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais”. Os autores propuseram ainda um conjunto básico de indicadores de ordem biológica, física e química: textura, profundidade de solo e de raízes, densidade do solo, infiltração da água no solo, capacidade de armazenamento e retenção de água, conteúdo de água no solo, temperatura do solo, teores de C e N orgânico total, pH, condutividade elétrica, teores de N mineral, P, K, C e N da biomassa microbiana, N potencialmente mineralizável, respiração do solo, C na biomassa em relação ao C orgânico total e respiração microbiana em relação à biomassa.

De acordo com Vezzani e Mielniczuk (2009), a proposta é de que os indicadores supracitados sejam relacionados com cinco funções do solo: capacidade de regular e compartimentalizar o fluxo de água; habilidade de regular e compartimentalizar o fluxo de elementos químicos; promover e sustentar o desenvolvimento de raízes; manter um habitat biológico adequado; e responder ao manejo, resistindo à degradação. Nesse contexto, Aguiar (2008) afirma que o entendimento da qualidade do solo é fundamental, tendo em vista a necessidade de adoção de estratégias para um manejo sustentável dos diversos sistemas de produção.

Segundo Tormena et al. (1998), a capacidade do solo em promover ao sistema radicular condições físicas adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas é designada como qualidade física do solo. Aguiar (2008) afirma que, tendo em vista que a qualidade do solo envolve uma combinação de atributos físicos, químicos e biológicos que fornecem suporte para o funcionamento do solo, o monitoramento adequado da qualidade do solo só poderá ser realizado utilizando-se atributos que reflitam seu funcionamento. A autora esclarece ainda que esses atributos devem representar indicadores capazes de mostrar mudanças ocorridas na qualidade do solo, refletindo alterações da sua condição frente ao uso da terra e sistemas de manejo.

Nesse sentido, Stenberg (1999) enfatiza que nenhum indicador, individualmente, conseguirá descrever e quantificar todos os aspectos de qualidade do solo, pois deve haver relação entre todos os atributos do solo. Stefanoski et al. (2013) afirmaram que o conceito de qualidade física do solo envolve o conhecimento de propriedades e processos relativos à habilidade do solo em manter efetivamente os serviços ambientais ou serviços essenciais à saúde do ecossistema, cujo estudo é realizado por meio de indicadores físicos da qualidade do solo. Os autores afirmaram ainda que, devido à interdependência entre os atributos físicos do solo, os mesmos são classificados, a partir do grau relativo de dificuldade de obtenção de seus valores, em primários: densidade do solo, porosidade total, textura, infiltração, condutividade hidráulica; e secundários: curva de retenção de água no solo e índice S.

A textura do solo é descrita por Ferreira (2010) como uma das características mais estáveis, fato que a torna fundamental na descrição, identificação e classificação do solo. A porosidade e a densidade do solo são amplamente utilizadas como indicadoras de qualidade do solo, por serem considerados indicadores dinâmicos, suscetíveis ao uso e de fácil determinação, estando relacionadas à compactação e a restrição ao crescimento radicular (ARSHAD; LOWERY; GROSSMAN, 1996).

Solos que possuem qualidade física ideal são favoráveis para o crescimento vegetal, tendendo a apresentar balanço adequado de macro e microporos, boa aeração e, sobretudo, boa capacidade de retenção de água (TOFANELLI; SILVA, 2011). Essa última característica expressa o quanto de água um solo pode armazenar, e é avaliada por meio da curva de retenção de água no solo. Essa é um dos principais atributos físicos do solo e descreve a relação entre a energia com que a água é retida e o conteúdo de água no solo, ou seja, com o aumento da tensão, progressivamente, poros maiores e menores perdem água e, por conseguinte, o conteúdo de água no solo diminui (SILVA et al., 2010).

As informações obtidas com a curva de retenção possibilitam calcular valores de outros atributos do solo como, por exemplo, densidade do solo, porosidade total e sua distribuição, saturação efetiva, dentre outros, podendo demonstrar pela sua forma (complexidade/sinuosidade) o estado estrutural do solo, refletindo claramente sua porosidade (STEFANOSKI et al., 2013).

Alves e Cabeda (1999) afirmaram que a infiltração de água é um dos fenômenos que melhor refletem as condições físicas internas do solo, visto que uma boa qualidade estrutural leva a uma distribuição de tamanho de poros favorável ao crescimento de raízes e à capacidade de infiltração de água no solo.

A condutividade hidráulica, apesar de ser um indicador variável, pode também revelar diferenças entre sistemas de manejo (COQUET; VACHIER; LABAT, 2005). Trata-se de um atributo que expressa a facilidade com que a água se movimenta ao longo do perfil de solo e está diretamente relacionada à produção das culturas agrícolas e à preservação do solo e dos recursos hídricos (KLEIN, 2008).

O parâmetro de avaliação da qualidade física do solo denominado índice S, proposto por Dexter (2004), representa a distribuição do tamanho de poros de maior frequência e torna possível a comparação direta de diferentes solos e dos efeitos de diferentes práticas de manejo na qualidade física do solo. Segundo o mesmo autor, este parâmetro é definido como a declividade da curva característica de retenção da água do solo em seu ponto de inflexão.

O índice S tem sido amplamente utilizado para avaliar a qualidade do solo em relação à friabilidade, permeabilidade, estabilidade da estrutura, etc, e, também, para investigar e prover informações sobre o funcionamento físico-hídrico do solo, por estar relacionado à variáveis como textura, densidade do solo, matéria orgânica e crescimento de raízes (SANTOS et al., 2010).

O cultivo do solo promove modificações nos atributos físicos, que podem favorecer o crescimento das culturas, a curto prazo (BEUTLER et al., 2002). Todavia, o cultivo intensivo, durante vários anos, pode degradar os solos, reduzindo a produtividade.

Segundo Dalmago (2004), o solo apresenta um arranjo espaço-temporal variável de seus constituintes, decorrente da ação de fatores pedo-climáticos que atuam na sua formação e da própria evolução temporal, por ser um sistema complexo. O autor afirma ainda que, a interferência antrópica desvia o curso natural dessa evolução e imprime uma nova dinâmica aos processos presentes no solo.

Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de sistemas de uso da terra sobre os indicadores físico-hídricos de qualidade do solo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. I. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. 2008. 91f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ALVES, M. C.; CABEDA, M. S. V. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p.753-761, jun. 1999.
- ARAÚJO, A. S. F. A.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, jul./set. 2007.
- ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J., eds. Methods for assessing soil quality. **Soil Science Society of America**, Madison, p. 123-141. 1996. (SSSA Special publication 49).
- BECKER, E. L. S. Solo e Ensino. **Vidya**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 73-80, jul./dez. 2007.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SOUZA, Z. M.; ANDRIOLI, I.; ROQUE, C. G. Retenção de água em dois tipos de latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 829-834, mai. 2002.
- COQUET, Y.; VACHIER, P.; LABAT, C. Vertical variation of near saturated hydraulic conductivity in three soil profiles. **Geoderma**, Amsterdam, v. 126, n. 3-4, p. 181-191, June 2005.
- DALMAGO, G. A. **Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional**. 2004. 245f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, n. 3-4, p. 201-214, June 2004.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. **Soil Science Society of America**, Madison, p.3-21. 1994. (SSSA Special Publication, 35)
- Ferreira, M. M. Caracterização física do solo. In: Lier, Q. J. van (ed.). **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.1-27.
- KLEIN, V. A. **Física do solo**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2008. 212p.
- SANTOS, G. G. **Impacto de sistemas de integração lavoura-pecuária na qualidade física do solo**. 2010. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SANTOS, G. G.; SILVA, E. M.; MARCHÃO, R. L.; SILVEIRA, P. M.; BRUAND, A.; JAMES, F.; BECQUER, T. Qualidade física do solo a partir da curva de retenção de água: contribuição à teoria do índice S. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; DIAS JÚNIOR, M. S.; IMHOFF, S.; KLEIN, V. A. Indicadores da qualidade física do solo. In: Lier, Q. J. van (ed.). **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 242-281.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p.1301-1309, Ago. 2013.

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: Microbiological indicators. **Soil & Plant Science**, v. 49, n. 1, p.1-24, 1999.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.4, p.573-581, ago.1998.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 4, p.743-755, jul./ago. 2009.

TOFANELLI, M. B. D.; SILVA, T. O. **Manejo Ecológico e Conservação dos Solos e da Água no Estado de Sergipe**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2011. 358 p.

CAPÍTULO I

QUALIDADE FÍSICA EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO EM SUCESSÃO DE USO COM MATA, MANDIOCA E CACAU

QUALIDADE FÍSICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO EM SUCESSÃO DE USO COM MATA, MANDIOCA E CACAU

Autora: Marina Aparecida Costa Lima

Orientador: Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho

RESUMO: O uso do solo para fins agrícolas pode alterar a sua estrutura, interferindo em atributos físicos como densidade do solo e porosidade, além de promover modificações na curva de retenção da água. Este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade física de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, em sucessão de uso com mata, mandioca e cacau na região do Baixo Sul da Bahia, zona rural do município de Teolândia, mais especificamente na Comunidade de Novolândia, onde foram selecionados três sistemas de uso em sucessão: mata nativa, mandioca e cacau. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos, sistemas de uso, e cinco repetições. Coletaram-se amostras, deformadas e indeformadas, na profundidade de 0 - 0,15 m, para determinar a densidade do solo, a porosidade total, macro e microporosidade, curva de retenção de água no solo, água disponível e o índice S de qualidade física do solo. Verificou-se que a sucessão de uso agrícola mata, mandioca e cacau resultou em diminuição do índice S em relação à mata, em decorrência do aumento da densidade do solo, redução da macroporosidade, porosidade total e do volume de água disponível. Na mata a qualidade do solo foi boa, enquanto que na mandioca e no cacau foi pobre.

Palavras-chave: Densidade do solo, porosidade, curva de retenção, índice S.

PHYSICAL QUALITY OF A DYSTROPHIC RED YELLOW LATOSOL IN USE OF SUCCESSION WITH NATIVE FOREST, CASSAVA AND COCOA

Author: Marina Aparecida Costa Lima

Advisor: Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho

ABSTRACT: The use of land for agricultural purposes can change its structure, interfering with physical attributes such as soil density and porosity, and promote changes in the retention curve of water. This study aims to evaluate the physical quality of a dystrophic Oxisol, in succession to use with native forest, cassava and cocoa in the Lower South region of Bahia, rural municipality of Teolândia more specifically the Community of Novolândia where three were selected for use in succession systems: native forest, cassava and cocoa. The experimental design was completely randomized, with three treatments, use systems, and five replications. Samples were collected, disturbed and undisturbed, in the 0 - 0.15 m to determine soil density, total porosity, macro and microporosity, water retention curve in the soil, water availability and quality index S soil physics. It was found that the succession of forest agricultural use, cassava and cocoa resulted in decreased S ratio in relation to forest, due to the increase of bulk density, reduced macroporosity, total porosity and available water flow. In the forest soil quality was good, while cassava and cocoa was poor.

Keywords: Soil bulk density, porosity, retention curve, index S.

1. INTRODUÇÃO

A exploração agrícola resulta em uma série de modificações, positivas e negativas, nos atributos físicos do solo, cujo resultado pode variar da melhoria à degradação de sua condição, dependendo da natureza do solo, da espécie vegetal, do sistema de manejo utilizado e do tempo de exploração agrícola (BEUTLER et al., 2002; PORTUGAL; COSTA; COSTA, 2010; RAMOS et al., 2013). Neste sentido Araújo, Tormena e Silva (2004) observaram significativa redução do volume de poros em relação à mata nativa quando um Latossolo Vermelho Distrófico foi submetido à sistema de manejo convencional alternado com o sistema mínimo. Outro estudo nesta mesma temática, realizado por Portela, Libardi e Jong van Lier (2001), revelou que o uso com citros aumentou a densidade do solo e a retenção da água no solo em relação à mata nativa. No entanto, os mesmos autores verificaram que não houve diferenças entre o uso com mandioca e a mesma mata.

A magnitude das alterações no solo resultantes do uso e manejo podem ser quantificadas de várias formas. Uma delas foi proposta por Dexter (2004), o qual indica o índice S de qualidade física do solo, determinado a partir do ponto de inflexão da curva de retenção de água no solo. Diversos autores aplicaram a metodologia de Dexter. Alguns constataram que este parâmetro é altamente correlacionado com a densidade do solo, porosidade total e macroporosidade, mostrando tratar-se de um indicador adequado da qualidade física de solos (ANDRADE; STONE, 2009; CUNHA et al., 2012). No entanto, outros autores ressaltam a necessidade de estudos em diferentes solos e sistemas de manejo para uma adequada avaliação e validação deste atributo (TORMENA et al., 2008).

A região cacauera da Bahia ainda possui os mais significativos remanescentes da Floresta Atlântica em áreas agricultáveis. Isso se deve ao desenvolvimento de um modo de exploração agrícola com maior grau de diversificação que as demais áreas do Estado da Bahia (NASCIMENTO et al, 2007), representado por vários modelos de associação entre culturas, destacando-se o cacau (*Theobroma cacao* L.), no sistema “cabruca”, o qual é um sistema agrossilvicultural de produção que gera benefícios muito valorizados no desenvolvimento da agricultura sustentável. Diversos registros na literatura reforçam que a substituição da mata nativa para uso agrícola resulta em significativas modificações nos atributos de qualidade do solo. Entretanto, no sistema cacau “cabruca”, observa-se um comportamento distinto em relação aos cultivos convencionais, o qual foi constatado por Fernandes (2008), que, avaliando a qualidade do solo em áreas de cacau “cabruca”, mata e policultivo no Sul da

Bahia, verificou que os índices de qualidade do solo encontrados apresentaram valores superiores para o sistema “cabruca”, superando os demais sistemas.

Nesse sentido, apesar do considerável volume de trabalhos sobre o efeito de diferentes sistemas de uso e manejo do solo, ainda são poucos os estudos realizados na maioria dos importantes biomas brasileiros, sobretudo daqueles que elucidam alterações provocadas pela substituição da mata nativa por culturas, em sistema de sucessão de uso da terra. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade física de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, em área de sucessão de uso com cacau, mandioca e sob mata nativa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

As áreas utilizadas no estudo estão localizadas na zona rural do município de Teolândia, região do Baixo Sul da Bahia (Figura 1), mais especificamente na Comunidade de Novolândia, situada nas coordenadas 13° 35' 25" S e 39° 28' 55" W, cujo clima é do tipo Af, segundo a classificação de Köeppen, sem estação seca, com regime pluvial regular e chuvas abundantes distribuídas durante todo o ano, com médias anuais superiores a 1.350 mm. A umidade relativa média gira em torno de 80% a 90% e as temperaturas médias anuais em torno de 23°C (SEI, 2007), sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, A moderado, de textura argilosa, bem drenado, em relevo ondulado a forte ondulado (EMBRAPA, 2013).

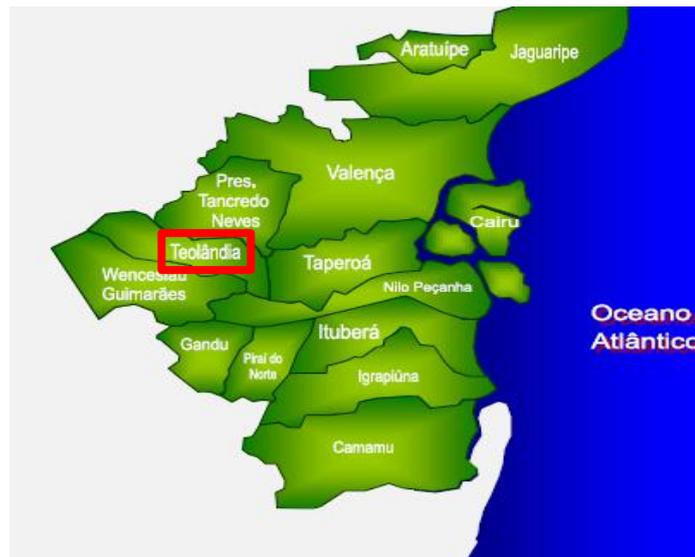


Figura 1. Região do Baixo Sul da Bahia. Fonte: PTDST (2010).

Para a avaliação selecionou-se uma sucessão de uso na seguinte ordem: mata nativa/mandioca/cacau. A primeira área, mata nativa, possui uma extensão de 2,2 ha e está situada em uma zona fisiográfica de topo/meia encosta e constitui-se de um fragmento bem preservado de Mata Atlântica (Figura 2A). Apesar de, ao longo do tempo, ter sofrido interferência antrópica, as florestas úmidas da região do Baixo Sul caracterizam-se por apresentar árvores altas e abundância de epífitas. Seus atributos físico-hídricos foram considerados como referência para comparação com os outros sistemas de uso adotados neste estudo.

A segunda área, em uso com mandioca (Figura 2B), passou pelas seguintes práticas de manejo. No ano de 2005, aproximadamente, 0,5 ha da área de mata nativa foram totalmente desmatados, queimados e preparados para o plantio de banana. Posteriormente, a banana foi substituída pelo plantio da mandioca, que vem sendo cultivada na área desde 2012. Nesta área, o preparo do solo é feito com o arado de disco, morro abaixo, sem correção da acidez do solo e a adubação é feita apenas com o esterco bovino, na cova de plantio, com controle de ervas daninhas realizado apenas com roçagem manual. Após a colheita o solo é preparado para novo plantio sendo, posteriormente, introduzido o cacau.

A terceira área tem uso com cacau (Figura 2C), no sistema “cacau-cabruca”, o qual foi implantado após raleamento drástico, deixando-se poucas árvores em variadas posições, realizando-se, também, o plantio de espécies de interesse para a recomposição do

sombreamento (LOBÃO; SETENTA, 2012). Após o raleamento, plantou-se banana e em seguida o cacau.

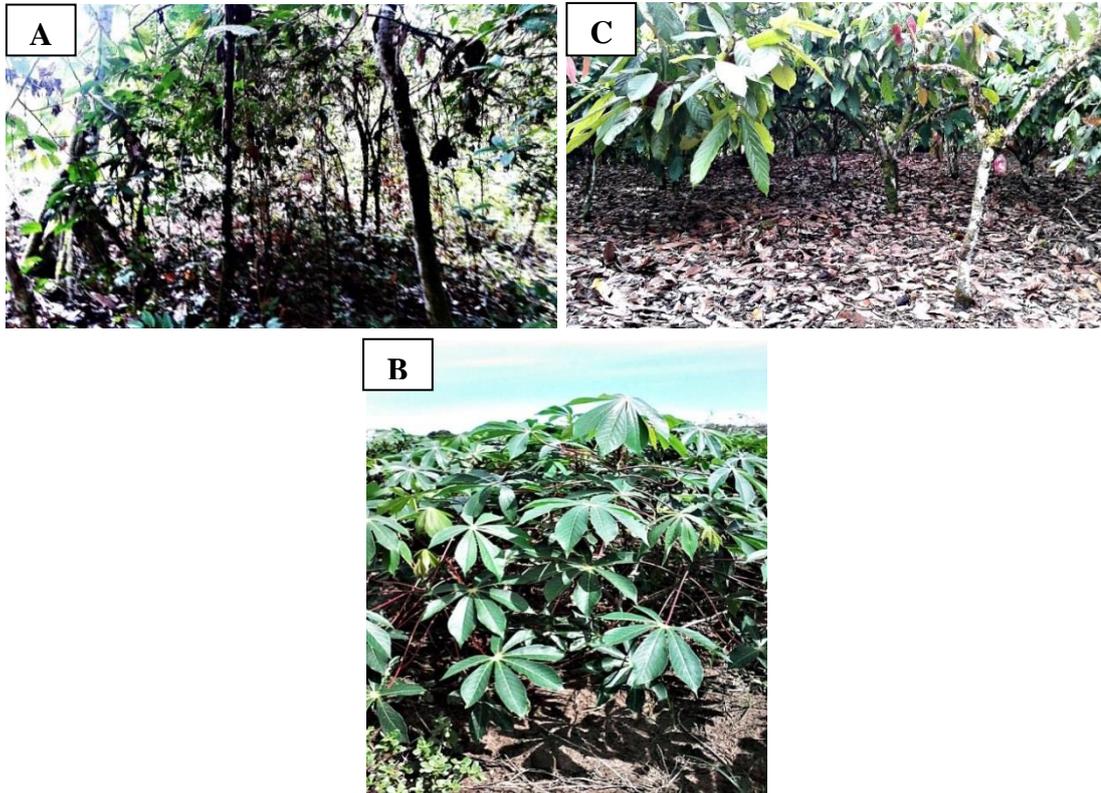


Figura 2. Sistemas de uso da terra selecionados para estudo: mata nativa (A), mandioca (B) e cacau (C).

Na Figura 3 é apresentado um fluxograma com a evolução de uso da terra nas áreas escolhidas para a avaliação.

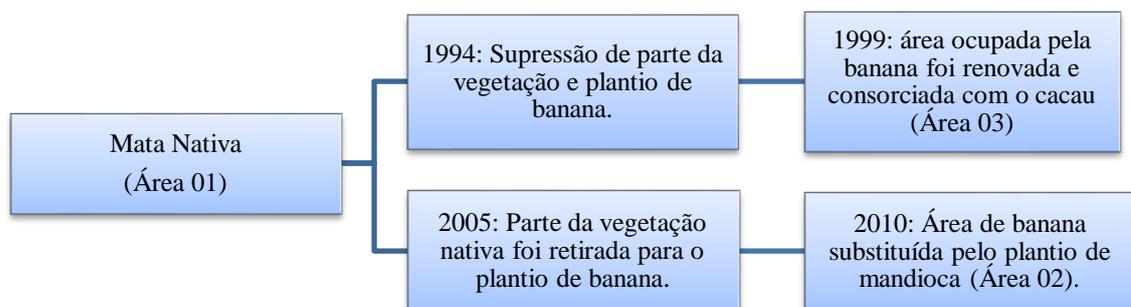


Figura 3. Fluxograma de evolução de uso para as três áreas em avaliação da qualidade do solo.

Amostragem

As amostras foram coletadas em um transecto com 60 m de comprimento e pontos de amostragem espaçados de 12 m, perfazendo um total de cinco repetições por área (Figura 4). Em cada ponto de amostragem coletaram-se amostras indeformadas, com uso de cilindros volumétricos de Uhland e amostras com estrutura deformada, no ponto médio da profundidade de 0-0,15 m.

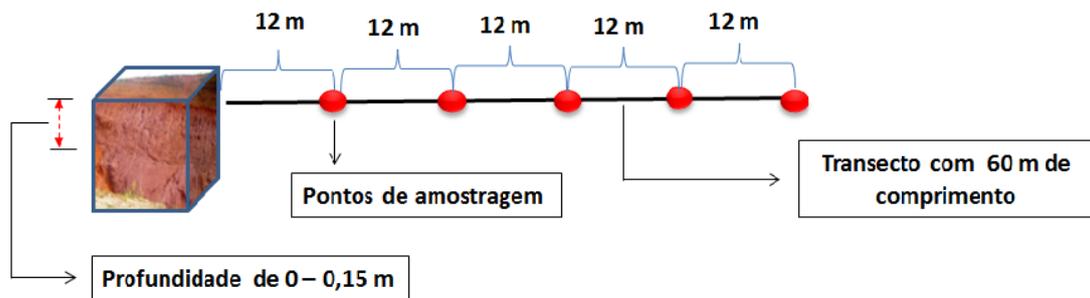


Figura 4. Croqui do sistema de amostragem.

Indicadores e métodos de avaliação

A porosidade, a densidade do solo, a composição textural e a curva de retenção foram determinadas conforme metodologias descritas em Embrapa (2011).

A porosidade total do solo foi obtida pela seguinte equação:

$$P_t = 1 - \left(\frac{D_s}{D_p} \right) \quad (1)$$

em que:

D_s é a densidade do solo (kg dm^{-3});

D_p é a densidade de partículas (kg dm^{-3}), sendo utilizado o valor de $2,65 \text{ kg dm}^{-3}$.

Para a curva de retenção, os conjuntos de pares de dados de umidade *versus* tensão obtidos foram ajustados ao modelo de van Genuchten (1980), dado por:

$$\theta = \theta_{res} + \frac{(\theta_{sat} - \theta_{res})}{[1 + (\alpha \phi_m)^n]^m} \quad (2)$$

em que:

θ , θ_{sat} e θ_{res} – conteúdo de água no solo, conteúdo de água na condição de solo saturado e conteúdo de água no solo na tensão de 1500 kPa, respectivamente, em $m^3 m^{-3}$;

Φ_m – potencial mátrico da água no solo (kPa);

α , m , n – parâmetros empíricos do modelo ($m=1-1/n$).

O ajuste foi realizado com o auxílio do programa Soil Water Retention Curve - SWRC (Dourado Neto et al., 2000). Com base nos parâmetros obtidos no ajuste dos dados à equação de van Genuchten determinou-se o índice S , conforme Dexter (2004), para o qual:

$$S = -n(\theta_{sat} - \theta_{res}) \left[1 + \frac{1}{m} \right]^{-(1+m)} \quad (3)$$

onde:

S - valor da inclinação da curva de retenção de água no solo no seu ponto de inflexão.

Na proposta do índice S , Dexter (2004), sugere categorias descritivas da qualidade física do solo, em termos de valores correspondentes a: muito boa ($S \geq 0,050$), boa ($0,050 > S \geq 0,035$), pobre ($0,035 > S \geq 0,020$) e muito pobre ($0,020 > S$).

A umidade do solo na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP) foi utilizada para calcular a quantidade total de água disponível (AD) no solo, sendo esta determinada pela diferença de umidade obtida no potencial matricial de -10 kPa (CC) e -1500 kPa (PMP). Ressalta-se que utilizou-se o potencial matricial de -10 kPa para a capacidade de campo em virtude da proposição de Reichardt (1988), para o qual em solos de regiões tropicais e úmidas, o critério clássico que fixa o potencial matricial da CC em -33 kPa deve ser alterado para potenciais maiores, da ordem de -10 kPa a -6 kPa.

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (sistemas de uso com mata/mandioca/cacau) e cinco repetições. Os resultados obtidos nas análises realizadas foram submetidos ao teste F da análise de variância, empregando-se o teste de Tukey a 5% de significância para a comparação entre médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As frações texturais e a classificação do solo das áreas de mata nativa, mandioca, cacau estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição granulométrica de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico em uso sucessional com mata, mandioca e cacau.

| Usos | Areia | Silte | Argila | Classe Textural |
|-----------------|--------------------|-------|--------|-----------------|
| | g kg^{-1} | | | |
| Mata | 412 | 118 | 470 | Argiloso |
| Mandioca | 452 | 148 | 400 | Areno-argiloso |
| Cacau | 396 | 125 | 480 | Argiloso |

Pelos resultados da Tabela 1, embora sendo a mesma classe de solo, verifica-se uma pequena diferença na classe textural da área com mandioca, na qual se observou uma redução no teor de argila e aumento do conteúdo de silte e areia. Essa diferença possivelmente decorre das perdas de argila determinadas pela erosão em função da aração e gradagem, e da própria declividade, maior na área onde se localiza a mandioca. Na Tabela 2 são apresentados valores das médias de densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e água disponível na área estudada.

Tabela 2. Atributos físicos para um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico sob sucessão de uso com mata/mandioca/cacau.

| Usos | Ds | MAP | MIP | PT | AD |
|-----------------|---------------------|-----------------------------|--------|---------|--------|
| | kg dm^{-3} | $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ | | | |
| Mata | 1,08 a | 0,21 a | 0,37 a | 0,59 a | 0,11 a |
| Mandioca | 1,18 ab | 0,16 ab | 0,34 a | 0,55 ab | 0,08 b |
| Cacau | 1,26 b | 0,12 b | 0,32 a | 0,52 b | 0,12 a |
| CV(%) | 6,48 | 24,21 | 9,27 | 5,15 | 15,91 |
| DMS | 0,13 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,03 |

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Ds – densidade do solo; MAP - macroporosidade; MIP - microporosidade; PT - porosidade total; AD – água disponível.

Na sucessão mata/mandioca/cacau, verifica-se que o uso do solo provocou o aumento da densidade do solo (Ds), sendo possível observar diferença significativa entre a mata e o cacau, porém, não foi detectada diferença estatística entre a mata e a mandioca. O aumento da densidade determinada pelo uso do solo afetou negativamente a porosidade total (PT) e a macroporosidade (MAP), na qual foi possível observar diferença significativa entre a mata e o cacau, sendo que a mandioca não diferiu estatisticamente da mata e do cacau. Efeito semelhante pôde ser observado para a microporosidade (MIP), verificando-se uma redução no volume de microporos na sequência mata/mandioca/cacau; entretanto, não possível detectar diferenças estatísticas entre os usos na análise deste atributo. Deste modo, o efeito do uso, que resultou no aumento da densidade do solo, foi mais determinante na redução da macroporosidade e da porosidade total.

Observando-se o efeito do uso na água disponível (AD) e considerando-se os aspectos da porosidade, verifica-se que houve diferença significativa entre a mandioca e os demais usos, sendo que o uso com cacau apresentou maior conteúdo de AD, seguido da mata e, por fim, da mandioca. Avaliando-se o percentual de AD, tendo a mata como referência, observa-se que o uso com mandioca reduziu o conteúdo de AD em aproximadamente 27% e, em contrapartida, o uso com cacau provocou o incremento de 9% neste atributo. Essa redução do conteúdo de água disponível na área em uso com mandioca é função da alteração macroporosidade e, também, da predominância da fração areia na textura do solo (Tabela 1).

O incremento no conteúdo de água disponível verificado na área em uso com cacau pode ser decorrente do aumento da densidade do solo causado pelo frequente pisoteio que ocorre na colheita dos frutos, que é feita em solo quase sempre úmido, situação que contribuiu para aumentar o efeito do pisoteio no aumento da densidade.

Na Figura 5 estão apresentadas as curvas de retenção de água no solo para os sistemas de uso com mata, cacau e mandioca, ajustadas à equação de van Genuchten (1980).

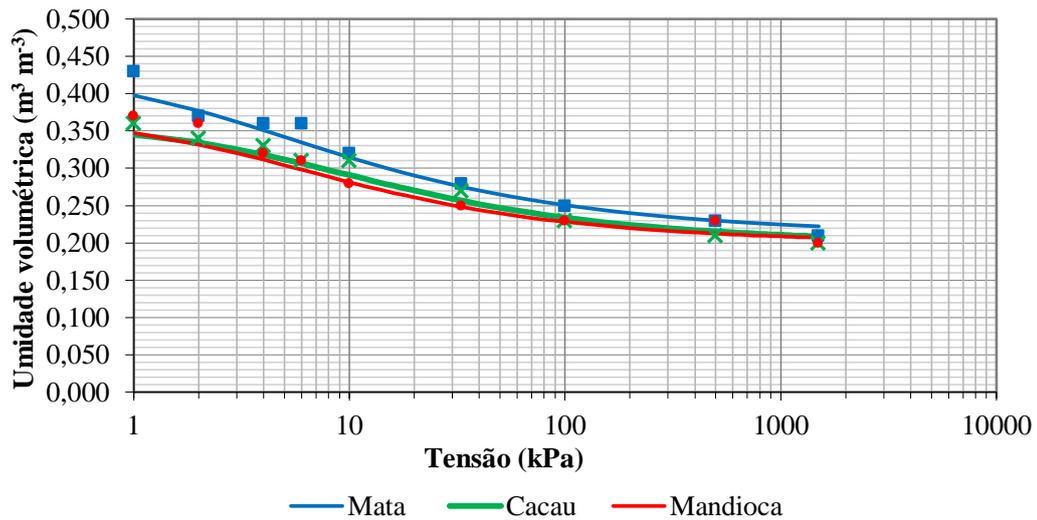


Figura 5. Curva de retenção de água no solo para a camada superficial (0 – 0,15 m) em sistemas de sucessão de uso com mata, cacau e mandioca na região do Baixo Sul da Bahia.

Os usos com cacau e mandioca apresentam valores de umidade volumétrica muito próximos, sendo estes inferiores aos verificados na área de mata nativa, que apresentou umidade volumétrica superior em todas as tensões aplicadas. Tal resultado é reflexo da melhor qualidade física do solo encontrada na mata, determinada pela baixa densidade do solo e pelo maior volume de macro e microporos.

Lobo (2014), avaliando a qualidade do solo nas mesmas áreas, encontrou um teor de matéria orgânica na mata de $103,63 \text{ g kg}^{-1}$, enquanto que nas áreas de mandioca e cacau estes teores foram da ordem de $74,35 \text{ g kg}^{-1}$ e $94,80 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Este resultado permite inferir que o maior teor de matéria orgânica verificado na mata pode, também, ter promovido um efeito positivo na retenção de água no solo. Esses resultados estão em desacordo aos descritos por Beutler et al. (2002) que, avaliando a influência de atributos do solo na retenção de água em Latossolo Vermelho Distrófico e Latossolo Vermelho Eutroférico sob diferentes sistemas de uso e manejo, observaram que na mata, na camada de 0-0,10 m, ocorreu menor retenção de água, em todas as tensões, nos dois solos, quando comparados aos sistemas de cultivo de algodão e cana-de-açúcar. Os autores afirmam que esse resultado está relacionado com a maior densidade do solo nos sistemas de cultivo quando comparados à mata, que promoveu um efeito positivo na retenção de água.

De acordo com Silva et al. (2010), o exame de curvas de retenção de água no solo disponíveis na literatura demonstra que, em geral, a degradação física do solo está atrelada a uma mudança no formato das curvas. Os valores de S obtidos para os sistemas de uso analisados no presente trabalho são apresentados na Figura 6. Observa-se que a mata nativa apresentou o maior valor de S, seguido pela mandioca e pelo cacau.

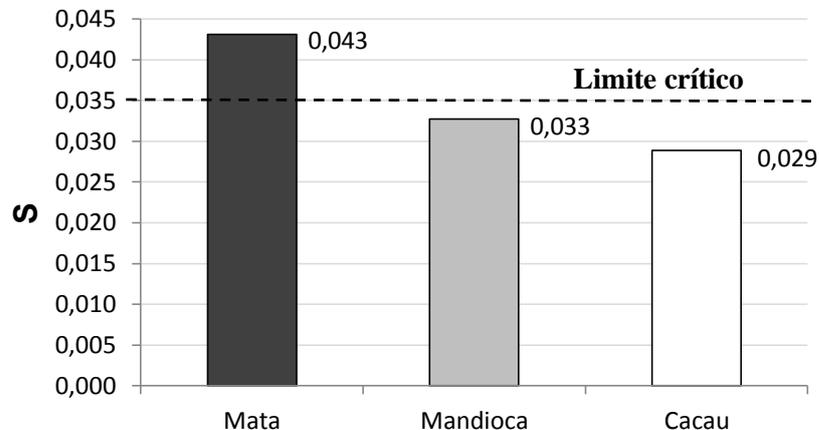


Figura 6. Valores do índice S obtidos na avaliação da sucessão de uso com mata, mandioca e cacau.

De acordo com os critérios propostos por Dexter (2004), pode-se verificar que os sistemas de uso sob o cultivo de mandioca e cacau alteraram a qualidade física do solo em estudo, apresentando valores de S abaixo do limite de 0,035. Segundo o mesmo autor, maiores valores de S (maior inclinação da curva no ponto de inflexão) resultam em melhor distribuição do tamanho de poros, condizente com condições estruturais que garantem um adequado funcionamento físico do solo.

Relacionando a porosidade com o índice S de qualidade física do solo (Figura 7A), é possível constatar que houve uma relação linear e positiva entre esses atributos, em contrapartida, foi verificada uma relação linear e negativa entre o índice S e a densidade do solo (Figura 7B). Com este resultado é possível inferir que este indicador mostrou-se adequado na diferenciação do grau de alteração da qualidade física do solo na sucessão de uso avaliada.

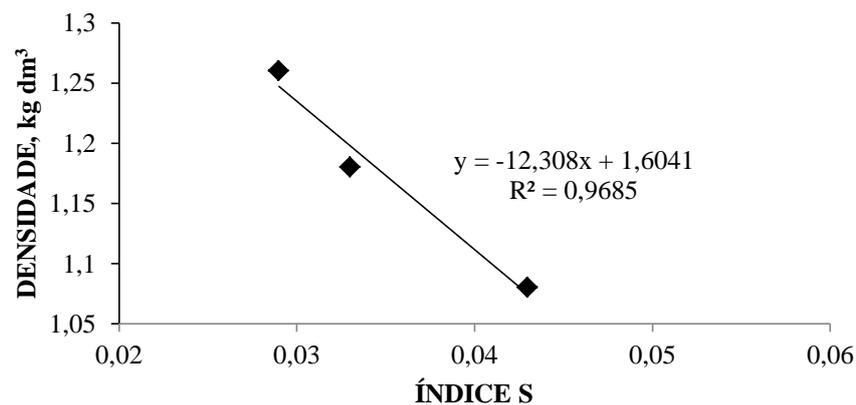
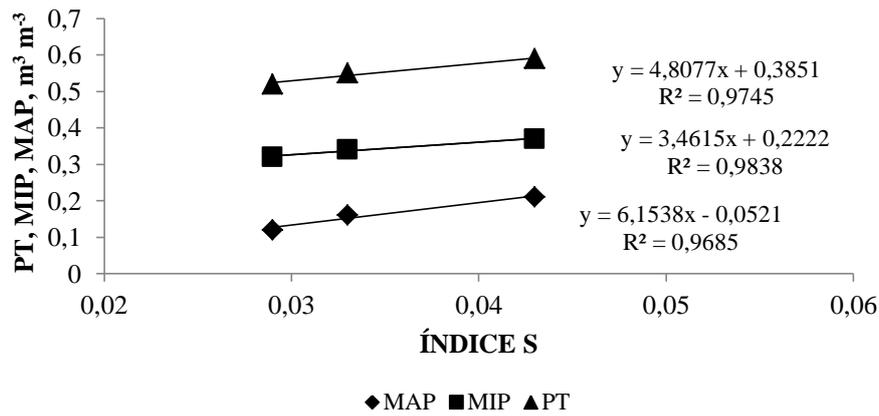


Figura 7. Relação entre o índice S e a porosidade (A), e a densidade do solo (B).

Tal resultado está em desacordo com os obtidos por Ramos et al. (2013), que, avaliando as propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho Distroférico sob três sistemas de manejo (pastagem, cafeicultura e mata nativa), concluíram que os manejos não alteraram a qualidade física do solo.

4. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que na sucessão avaliada, em relação à mata, o cacau aumentou a densidade e diminuiu a macroporosidade do solo, enquanto o uso com mandioca diminuiu o volume de água disponível. Em relação à mata, o solo em uso com mandioca e cacau foram classificados como pobres, segundo o índice S de qualidade física do solo.

5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. S; STONE, L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos do Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 382–388, 2009.
- ARAÚJO, M. A; TORMENA, C. A; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004.
- BEUTLER, N. A; CENTURION, J. F; SOUZA, Z. M; ANDRIOLI, I; ROQUE, C. G. Retenção de água em dois tipos de latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 829-834, 2002.
- CUNHA, E. Q; STONE, L. F; FERREIRA, E. P. B; DIDONET, A. D; MOREIRA, J. A. A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 56–63, 2012.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, n. 3-4, p. 201-214, 2004.
- DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 191-192, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- FERNANDES, C. A. F. **Avaliação da qualidade do solo em áreas de cacau “cabruca”, mata e policultivo no Sul da Bahia**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- LOBÃO, D. E; SETENTA, W. **Conservação produtiva: cacau por mais 250 anos**. 1. ed. Itabuna: Uesc/Ceplac, 2012. 190p.
- LOBO, D. M. **Evolução dos atributos de qualidade do solo em sistemas de uso da terra no Baixo Sul da Bahia**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.
- NASCIMENTO, A.; FISCHER, C. M.; PIERINI, C.; FISCHER, F.; ROCHA, F.; ROCHA, L.; MATOS, L. B.; SANTANA, L.; VINHAES, L.; SANTOS, M. E. P.; BRITO, M. R.; FILHO, N. G. S. **Baixo Sul da Bahia: uma proposta de desenvolvimento territorial**. Salvador: CIAGS/UFBA, 2007. 224p. (Coleção Gestão Social Série Editorial CIAGS)

PORTELA, J. C.; LIBARDI, P. L.; JONG VAN LIER, Q. Retenção da água em solo sob diferentes usos no ecossistema tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 49-54, 2001.

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. V.; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 575-585, 2010.

PLANO TERRITORIAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO TERRITÓRIO–PTDST. **Plano Territorial de Desenvolvimento Sustentável do Baixo Sul** – BA. Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA; Secretaria de Desenvolvimento Territorial - SDT. Bahia, 2010.

RAMOS, B. Z.; PAIS, P. S. M.; FREITAS, W. A.; DIAS JUNIOR, M. S. Avaliação dos atributos físico-hídricos em um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes sistemas de manejo - Lavras/Minas Gerais/Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 3, p. 340-346, 2013.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 13, p. 211-216, 1988.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; DIAS JÚNIOR, M. S.; IMHOFF, S.; KLEIN, V. A. Indicadores da qualidade física do solo. In: Jong van Lier Q. **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2010. p.541-281.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/sumario/anuario_estatistico/sumario_anuario_est_2007.pdf>. Acesso em: 20/03/2015.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S. D.; DEXTER, A. R. Quantification of the soil physical quality of a tropical Oxisol using the S index. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, n. 1, p. 56-60, 2008.

VAN GENUCHTEN, M. TH. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

CAPÍTULO II

INFILTRAÇÃO E CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO EM SUCESSÃO DE USO COM MATA, MANDIOCA E CACAU

INFILTRAÇÃO E CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO EM SUCESSÃO DE USO COM MATA, MANDIOCA E CACAU

Autora: Marina Aparecida Costa Lima

Orientador: Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho

RESUMO: A forma de uso da terra pode resultar em graus diferenciados de alteração dos atributos físico-hídricos do solo. Tais alterações podem produzir diversos efeitos na estrutura do solo, por modificarem a distribuição do tamanho dos poros e, por conseguinte, as propriedades hidráulicas e o transporte de água no solo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da sucessão de uso agrícola mata/mandioca/cacau sobre a infiltração e a condutividade hidráulica em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico na região do Baixo Sul da Bahia, zona rural do município de Teolândia, mais especificamente na Comunidade de Novolândia, onde foram selecionados três sistemas de uso em sucessão: mata nativa, mandioca e cacau. Foram coletadas amostras indeformadas, na profundidade 0 – 0,15m, para avaliação da densidade do solo, porosidade e condutividade hidráulica do solo saturado pelo método do permeâmetro de carga decrescente e testes de infiltração com infiltrômetros cilíndricos. Os resultados mostram que o uso com cacau aumentou a densidade e diminuiu a macroporosidade do solo, enquanto o uso com mandioca aumentou a taxa de infiltração e a infiltração acumulada, assim como a condutividade hidráulica do solo saturado.

Palavras-chave: Propriedades hidráulicas, permeâmetro de carga decrescente, infiltrômetro cilíndrico.

INFILTRATION AND HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF A DYSTROPHIC RED YELLOW LATOSOL IN USE OF SUCCESSION WITH NATIVE FOREST, CASSAVA AND COCOA

Author: Marina Aparecida Costa Lima

Advisor: Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho

ABSTRACT: The form of land use may result in different degrees of alteration of physical water soil attributes. Such changes can produce various effects on soil structure by modifying the distribution of pore size and therefore the hydraulic properties and water transport in the soil. In this sense, the objective of this study was to evaluate the effect of agricultural use succession kills / cassava / cocoa on infiltration and hydraulic conductivity in a dystrophic Oxisol in the Southern Bahia region, rural municipality of Teolândia, more specifically the Community of Novolândia where we selected three use in succession systems: native forest, cassava and cocoa. Undisturbed samples were collected at depth 0 - 0.15 m, for evaluation of soil bulk density, porosity and hydraulic conductivity of saturated soil by decreasing head permeameter method and infiltration tests with cylindrical infiltrometers. The results show that cocoa use with increased density and reduced macroporosity of the soil, while the use to cassava increased infiltration rate and cumulative infiltration, as well as the hydraulic conductivity saturated.

Keywords: hydraulic properties, decreasing head permeameter, cylindrical infiltrometer.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da dinâmica da água no solo é de grande relevância para as atividades agrícolas e florestais, por estar diretamente relacionada à infiltração da água no solo, ao armazenamento, à drenagem, à evaporação e à absorção da mesma pelas plantas; da mesma forma também controla a dinâmica dos elementos químicos que interferem nos processos de formação e evolução dos solos, na disponibilidade de nutrientes para as plantas e suprimento da demanda hídrica, os quais são dependentes das propriedades físico-hídricas do solo (PREVEDELLO, 2012).

Segundo Vieira e Klein (2007), a infiltração é o processo da condução de água no sentido vertical descendente, sendo a quantidade de água que atravessa a unidade da área da superfície do solo por unidade de tempo definida como taxa de infiltração. O autor descreve ainda que, durante o processo de infiltração num perfil de solo homogêneo inicialmente seco, a taxa de infiltração tende a decrescer com o tempo, atingindo um valor final constante, o qual é denominado capacidade de infiltração.

Segundo Guerra (2000), é um dos atributos de maior sensibilidade na detecção de alterações no sistema de cultivo e manejo do solo (VILARINHO et al., 2013). Neste sentido Kertzmann (1996), em trabalho conduzido em um Latossolo Roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo, observou que a taxa constante de infiltração na mata foi de 1396 mm h^{-1} , ao passo que na área cultivada com sistema de plantio direto por 15 anos foi de 63 mm h^{-1} , verificando-se, uma redução de mais de vinte vezes pela mudança de uso. A capacidade de infiltração de água no solo é dominada principalmente pela condutividade hidráulica (ESPIRITO SANTO, 2011), que expressa a facilidade com que a água nele se movimenta, sendo de extrema importância para o uso agrícola e, por conseguinte, para a produção das culturas para a conservação do solo e do ambiente (GONÇALVES; LIBARDI, 2013).

Trabalhando com colunas de areia saturadas com água, o cientista Henry Darcy foi pioneiro na utilização de uma equação para quantificar o movimento da água no solo. Essa equação, denominada desde então como equação de Darcy, estabelece que a quantidade de água que passa por unidade de tempo e de área através de um meio poroso saturado é proporcional ao gradiente de potencial total da água nesse meio (GONÇALVES; LIBARDI, 2013; PREVEDELLO, 2012). A constante de proporcionalidade foi denominada por Darcy de condutividade hidráulica, atualmente conhecida como condutividade hidráulica do solo saturado (K_0). A condutividade hidráulica na condição saturada, para Espírito Santo (2011), descreve a facilidade com que água penetra no solo quando o mesmo encontra-se com todo

seu espaço poroso preenchido por água. Devido à condutividade hidráulica ser dependente da forma e continuidade do sistema poroso, esse parâmetro varia fortemente de um local para outro, apresentando em determinados locais valores extremos, além de revelar distinções entre os diferentes usos do solo (COQUET; VACHIER; LABAT, 2005; SANTOS, 2011). Adicionalmente Queiroz (1995), registra que heterogeneidade textural e estrutural do solo, bem como à presença de raízes de plantas, à atividade microbiana e a rachaduras no solo oriundas das épocas de estiagens também contribuem para a variabilidade da condutividade hidráulica, enquanto Klein (1998) observou que a condutividade hidráulica do solo saturado sofreu grande influência dos sistemas de manejo.

A Região Cacaueira da Bahia ainda possui os mais significativos remanescentes da Floresta Atlântica em áreas agricultáveis. Isso se deve ao desenvolvimento de um modo de exploração agrícola com maior grau de diversificação que as demais áreas do Estado da Bahia (NASCIMENTO et al, 2007), representado por vários modelos de associação entre culturas, destacando-se o cacau (*Thebroma cacao* L.), no sistema “cabruca”, o qual é um sistema agrossilvicultural de produção que gera benefícios muito valorizados no desenvolvimento da agricultura sustentável. No entanto, diversos registros na literatura reforçam que a substituição da mata nativa para uso agrícola resulta em significativas modificações nos atributos de qualidade do solo. Entretanto, no sistema cacau “cabruca”, observa-se um comportamento distinto em relação aos cultivos convencionais, o qual foi constatado por Fernandes (2008), que, avaliando a qualidade do solo em áreas de cacau “cabruca”, mata e policultivo no Sul da Bahia, verificou que os índices de qualidade do solo encontrados apresentaram valores superiores para o sistema “cabruca”, superando os demais.

Nesse sentido, apesar do considerável volume de trabalhos sobre o efeito de diferentes sistemas de uso e manejo do solo, ainda são poucos os estudos realizados na maioria dos importantes biomas brasileiros, sobretudo daqueles que elucidam alterações provocadas pela substituição da mata nativa por culturas, em sistema de sucessão de uso da terra. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da sucessão de uso agrícola mata/mandioca/cacau sobre a infiltração e a condutividade hidráulica em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico na região do Baixo Sul da Bahia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

As áreas utilizadas no estudo estão localizadas na zona rural do município de Teolândia, região do Baixo Sul da Bahia (Figura 1), mais especificamente na Comunidade de Novolândia, situada nas coordenadas 13° 35' 25" S e 39° 28' 55" W, cujo clima é do tipo Af, segundo a classificação de Köeppen, sem estação seca, com regime pluvial regular e chuvas abundantes distribuídas durante todo o ano, com médias anuais superiores a 1.350 mm. A umidade relativa média gira em torno de 80% a 90% e as temperaturas médias anuais em torno de 23°C (SEI, 2007), sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, A moderado, de textura argilosa, bem drenado, em relevo ondulado a forte ondulado (EMBRAPA, 2013).



Figura 5. Região do Baixo Sul da Bahia. Fonte: PTDST (2010).

Para a avaliação selecionou-se uma sucessão de uso na seguinte ordem: mata nativa/mandioca/cacau. A primeira área, mata nativa, possui uma extensão de 2,2 ha e está

situada em uma zona fisiográfica de topo/meia encosta e constitui-se de um fragmento bem preservado de Mata Atlântica (Figura 2A). Apesar de, ao longo do tempo, ter sofrido interferência antrópica, as florestas úmidas da Região do Baixo Sul caracterizam-se por apresentar árvores altas e abundância de epífitas. Seus atributos físico-hídricos foram considerados como referência para comparação com os outros sistemas de uso adotados neste estudo.

A segunda área, em uso com mandioca (Figura 2B), passou pelas seguintes práticas de manejo. No ano de 2005, aproximadamente, 0,5 ha da área de mata nativa foram totalmente desmatados, queimados e preparados para o plantio de banana. Posteriormente, a banana foi substituída pelo plantio da mandioca, que vem sendo cultivada na área desde 2012. Nesta área, o preparo do solo é feito com o arado de disco, morro abaixo, sem correção da acidez do solo e a adubação é feita apenas com o esterco bovino, na cova de plantio, com controle de ervas daninhas realizado apenas com roçagem manual. Após a colheita o solo é preparado para novo plantio sendo, posteriormente, introduzido o cacau.

A terceira área tem uso com cacau (Figura 2C), no sistema “cacau-cabruca”, o qual foi implantado após raleamento drástico, deixando-se poucas árvores em variadas posições, realizando-se, também, o plantio de espécies de interesse para a recomposição do sombreamento (LOBÃO; SETENTA, 2012). Após o raleamento, plantou-se banana e em seguida o cacau.

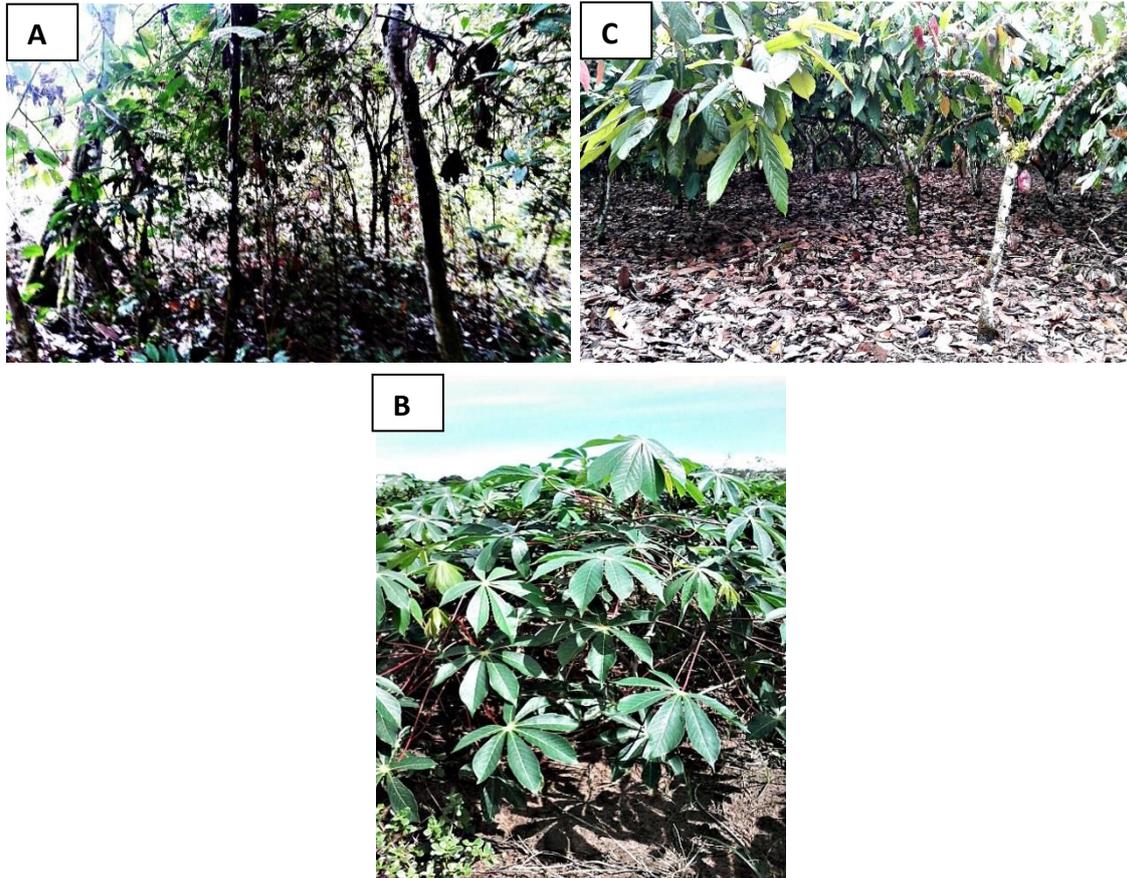


Figura 6. Sistemas de uso da terra selecionados para estudo: mata nativa (A), mandioca (B) e cacau (C).

Na Figura 3 é apresentado um fluxograma com a evolução de uso da terra nas áreas escolhidas para a avaliação.

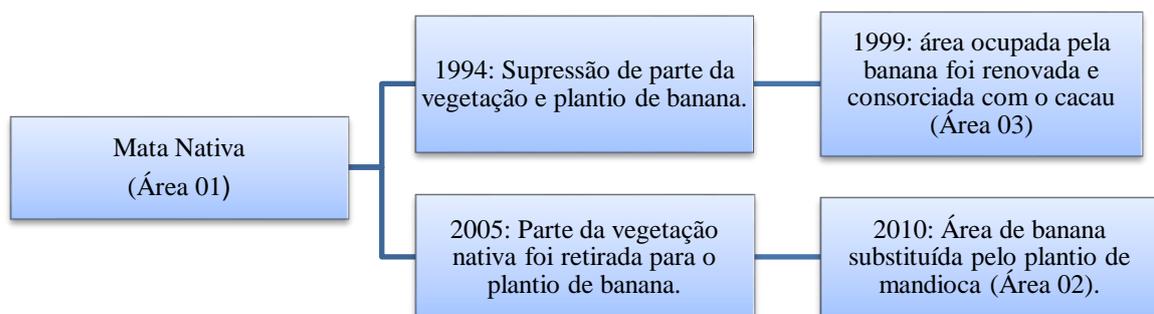


Figura 7. Fluxograma de evolução de uso para as três áreas em avaliação da qualidade do solo.

A classe textural do solo para as áreas de mata nativa, cacau e mandioca estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição granulométrica de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico em uso sucessional com mata, mandioca e cacau.

| Usos | g kg ⁻¹ | | | Classe Textural |
|----------|--------------------|-------|--------|-----------------|
| | Areia | Silte | Argila | |
| Mata | 412 | 118 | 470 | Argiloso |
| Mandioca | 452 | 148 | 400 | Areno-argiloso |
| Cacau | 396 | 125 | 480 | Argiloso |

Amostragem

As amostras foram coletadas em um transecto com 60 m de comprimento e pontos de amostragem espaçados de 12 m, perfazendo um total de cinco repetições por área (Figura 4). Em cada ponto de amostragem foram coletadas amostras indeformadas, com uso de cilindros volumétricos de Uhland e amostras com estrutura deformada, no ponto médio da profundidade de 0-0,15 m.

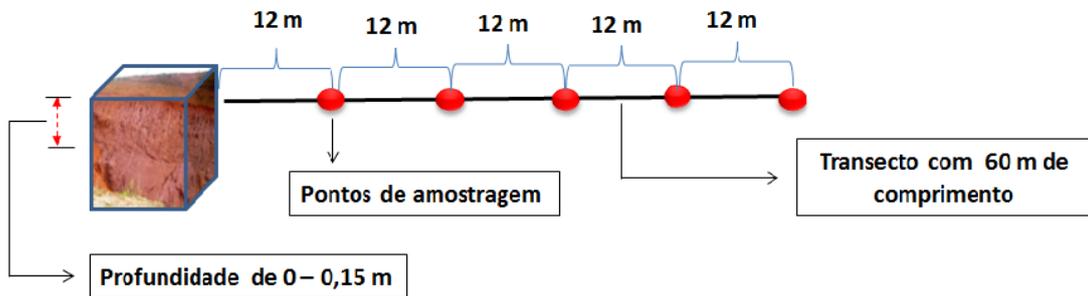


Figura 8. Croqui do sistema de amostragem.

Indicadores e métodos de avaliação

A porosidade e a densidade do solo foram determinadas conforme metodologias descritas em Embrapa (2011).

A porosidade total do solo foi obtida pela seguinte equação:

$$P_t = 1 - \left(\frac{D_s}{D_p} \right) \quad (1)$$

em que:

D_s é a densidade do solo (kg dm^{-3});

D_p é a densidade de partículas (kg dm^{-3}), sendo utilizado o valor de $2,65 \text{ kg dm}^{-3}$.

A metodologia empregada na determinação da condutividade hidráulica do solo saturado foi a do permeâmetro de carga decrescente, descrito por Libardi (2005). Cilindros volumétricos, de alturas e diâmetros conhecidos, foram inseridos em um dispositivo composto por um tubo de acrílico disposto sobre um módulo de encaixe (Figura 5A). Inicialmente, as amostras indeformadas passaram por um processo de beneficiamento, no qual foi retirado o excesso de solo das amostras, de modo que o solo amostrado ocupasse exatamente o volume interno do cilindro. Após o beneficiamento das mesmas, foi colocada uma tela permeável no fundo dos cilindros, no intuito de que a mesma permitisse o fluxo de água/ar, além de impedir a perda de solo. Em seguida, os anéis foram colocados em uma bandeja, para saturação por meio da elevação gradual da carga hidráulica, durante um período de 24h (Figura 5B).

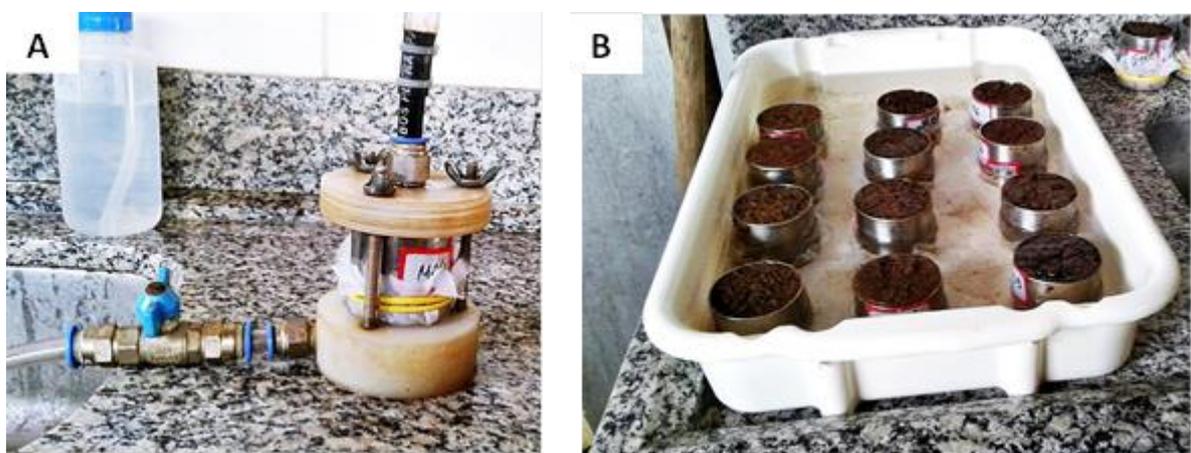


Figura 5. Módulo de encaixe do permeâmetro de carga decrescente (A), saturação das amostras (B).

Antes do início das medidas foram delimitados dois pontos no tubo de acrílico denominados H_1 e H_2 (Figura 6), de modo que fosse possível acompanhar os seus respectivos tempos (t_1 e t_2) por meio da utilização de um cronômetro. A partir do momento em que o nível da água ultrapassou o ponto H_1 , o cronômetro foi acionado, sendo o mesmo pausado quando o nível da água atingiu o ponto H_2 . Dessa forma foi possível determinar o intervalo de tempo gasto para o deslocamento da água ao longo do sistema. Foram utilizadas quinze amostras indeformadas de solo para cada sistema de uso avaliado, num total de quarenta e cinco observações.



Figura 6. Permeômetro de carga decrescente.

A condutividade hidráulica do solo saturado (K_0), em cm h^{-1} , foi calculada a partir da seguinte equação analítica (LIBARDI, 2005):

$$K_0 = \frac{a \times L}{A \times \Delta t} \ln \left(\frac{H_1}{H_2} \right) \quad (2)$$

sendo:

H_1 e H_2 – potencial inicial e final, respectivamente, em cm;

Δt – intervalo de tempo, em h, para o nível da água no tubo de acrílico cair de H_1 para H_2 ;

A – área da seção transversal da amostra do solo, em cm^2 ;

a – área da seção transversal do tubo de acrílico, em cm^2 no qual se mede os potenciais inicial e final;

L – comprimento da amostra de solo, em cm.

Os testes de infiltração foram realizados utilizando-se um infiltrômetro cilíndrico construído com tubos de PVC de 200 mm de diâmetro nominal e, aproximadamente, 192 mm de diâmetro interno, seguindo o modelo proposto por Coelho Netto e Avelar (1996). O equipamento é composto de dois módulos: o de infiltração (Figura 7A) e o abastecedor (Figura 7B), conectados por uma mangueira para controle da vazão que, por conseguinte, está acoplada a um registro (Figura 7C). O módulo de infiltração consiste em um cilindro de 20 cm de altura, sendo a base inferior chanfrada para facilitar a sua penetração no solo. O módulo abastecedor consiste de um cilindro de 45 cm de altura, que funciona com base no princípio do frasco de Mariotte, operando com carga hidráulica constante. Tal mecanismo é conseguido pela introdução de um tubo de 1/2” de diâmetro fixado à base superior por um flange (Figura 7D). Ainda na base superior do módulo supracitado foi colocado outro flange, desta vez com 3/4” de diâmetro, por meio do qual é possível abastecer o mesmo com água.

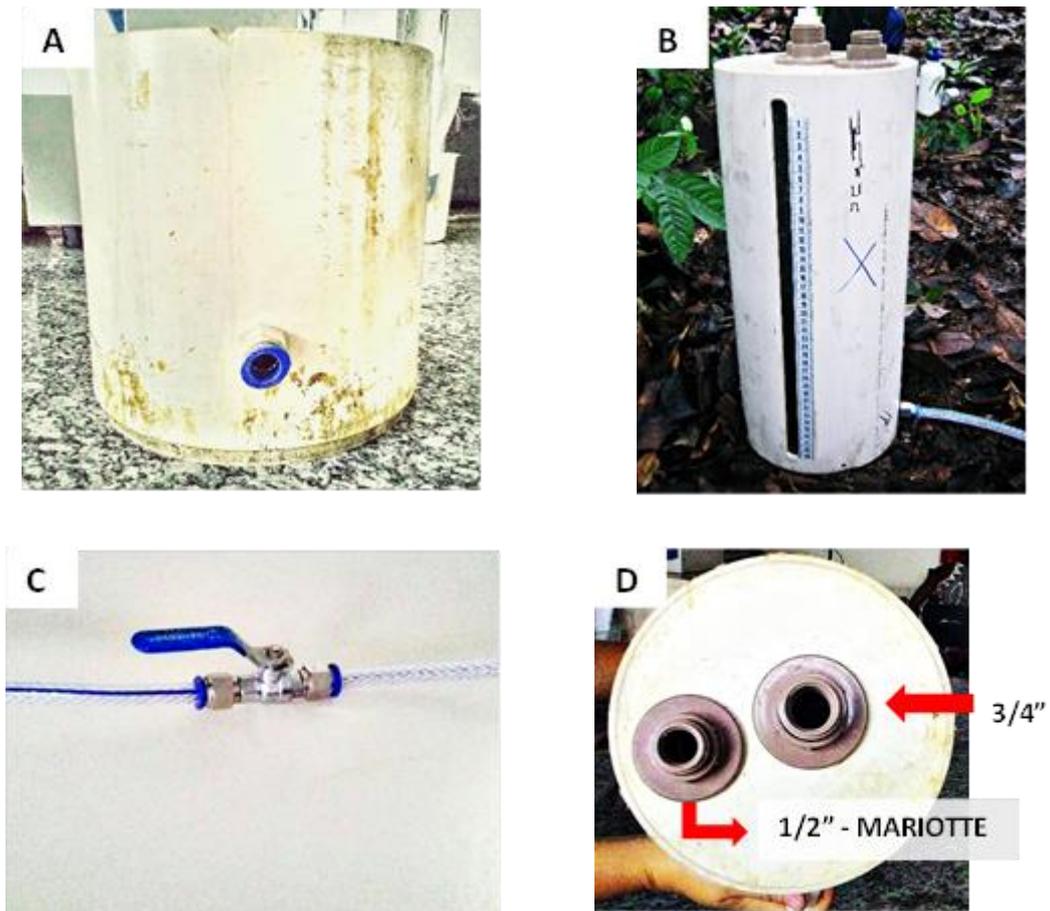


Figura 7. Módulo de infiltração (A), módulo abastecedor (B), mangueiras acopladas ao registro (C) e flanges de 1/2" e 3/4" (D).

Foram realizados quatro testes de infiltração nas áreas em avaliação. Para a realização dos ensaios, inicialmente o solo das áreas foi saturado para evitar fluxo lateral da água. Posteriormente, foi realizada a “limpeza” da área, uma vez que esse instrumental, segundo Coelho Netto (1987), não é apropriado para encostas florestadas, tendo em vista que o escoamento superficial característico dessas áreas ocorre sobre e intra serrapilheira. O módulo de infiltração foi cravado cerca de 4 cm no solo e enchido com água até uma altura de 6 cm (Figura 8), mantida pelo tubo introduzido no módulo abastecedor que permite um escoamento a velocidade constante, apesar da diminuição do nível no mesmo.



Figura 8. Disposição do módulo de infiltração no campo.

O fluxo de entrada de água no solo foi quantificado por meio de uma escala graduada, de 39 cm, fixada próximo a uma abertura, vedada com material transparente, no módulo abastecedor; na qual foi possível obter os dados da variação da coluna de água (L) a cada 1 minuto.

Para a construção das curvas de infiltração acumulada (I) e da taxa de infiltração (TI), foi necessário plotar os dados dos valores médios de I e TI versus o tempo acumulado. A infiltração acumulada foi descrita pela equação tipo potencial (Kostiakov):

$$I = aT^n \quad (3)$$

na qual:

I – infiltração acumulada, em cm;

a – constante dependente do solo;

T – tempo de infiltração, em min;

n – constante dependente do solo, variando entre 0 e 1.

A TI foi determinada pela derivada da infiltração acumulada, ou seja:

$$TI = \frac{dI}{dT} \quad (4)$$

Substituindo a equação 3 em 4 e derivando, obtém-se:

$$TI = a n T^{n-1} \quad (5)$$

sendo a TI representada em cm min^{-1} .

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (sistema de uso com mata, mandioca e cacau) e cinco repetições para a macro, micro, porosidade total e densidade do solo; 15 repetições para a condutividade hidráulica; e quatro repetições para a infiltração. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância, empregando-se o teste de Tukey a 5% de significância, para a comparação de médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 é apresentado o resultado da ANOVA dos dados de condutividade hidráulica. Nesta é possível perceber que houve efeito significativo para os tratamentos pelo teste F a 1% de probabilidade. Verificou-se, também, que a condutividade hidráulica do solo saturado apresentou alta dispersão, com o valor do coeficiente de variação (CV) de 95,26%, o que, segundo Marques et al (2004) e Mesquita e Moraes (2004), dificulta o uso deste atributo como parâmetro hidráulico discriminador de efeitos decorrentes do uso e manejo do solo.

Tabela 2. Quadro da ANOVA na avaliação da condutividade hidráulica do solo saturado (k_0).

| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
|-------|-------|-----------|----------|-------|--------|
| TRAT | 2 | 97728,17 | 48864,09 | 10,68 | 0,0002 |
| ERRO | 42 | 192184,02 | 4575,81 | | |
| TOTAL | 44 | 289912,19 | | | |
| CV(%) | 95,26 | | | | |

TRAT – tratamentos (usos da terra observados neste estudo); FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; SQ – soma de quadrados; QM – quadrado médio; Fc – valor obtido para a estatística do teste de F, dado pela razão dos QM dos tratamentos e do erro; Valores de Pr>Fc iguais ou menores que 0,05 indicam diferenças significativa a 5% de probabilidade.

Para a variável condutividade hidráulica do solo saturado (k_0), verifica-se na tabela 3 que o uso com mandioca diferiu dos demais, sendo que a média obtida para esse atributo foi estatisticamente maior pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. De acordo com as classes de condutividade hidráulica propostas por Beutler et al. (2001), observa-se que, na sucessão avaliada, a K_0 na mandioca e na mata pode ser classificada como rápida, enquanto no uso com cacau, moderada à rápida. Com esse resultado é possível afirmar que o uso com mandioca resultou em aumento da condutividade hidráulica de 198% em relação à condição natural de uso com mata nativa, enquanto no uso com cacau observou-se redução, significativa da K_0 , quando comparada com a mandioca.

Tabela 3. Valores de condutividade hidráulica do solo saturado (K_0), densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macro (MAP) e microporos (MIP) em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico em sucessão de uso com mata, mandioca e cacau.

| Usos | K_0 | Ds | MIP | MAP | PT |
|-----------------|--------------------|---------------------|--|---------|---------|
| | cm h ⁻¹ | kg dm ⁻³ | _____ m ³ m ⁻³ _____ | | |
| Mata | 65,87 b | 1,08 a | 0,37 a | 0,21 a | 0,59 a |
| Mandioca | 130,48 a | 1,18 ab | 0,34 a | 0,16 ab | 0,55 ab |
| Cacau | 16,68 b | 1,26 b | 0,32 a | 0,12 b | 0,52 b |
| CV(%) | 95,26 | 6,48 | 9,27 | 24,21 | 5,15 |
| DMS | 60,03 | 0,13 | 0,05 | 0,07 | 0,05 |

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Neste caso observa-se que o aumento da K_0 pelo uso com mandioca não refletiu o aumento da densidade do solo e a redução da macroporosidade em relação à mata. Considerando-se que esse uso ocorre como preparação para o plantio do cacau, pode-se também afirmar que o cacau contribuiu para o retorno a condições próximas ao natural. Esse resultado, porém, está em desacordo com os encontrados por Assis e Lanças (2005), os quais afirmam que o uso agrícola diminui a condutividade hidráulica, quando comparados aos de mata, em consequência da redução dos poros de maior diâmetro, os quais são responsáveis pela aeração e pela drenagem da água no perfil do solo, como bem observado neste estudo,

quando se compara apenas a mata com cacau, não o sendo possível em relação à mandioca e a mata.

De acordo com os resultados obtidos na avaliação da infiltração da água no solo, verifica-se (Tabela 4) que, na sucessão avaliada, o uso com mandioca e mata apresentaram valores médios da taxa de infiltração e infiltração acumulada maiores que no uso com cacau; o qual pode ser mais bem ilustrado na Figura 9, onde são apresentadas as curvas que representam o comportamento médio das taxas de infiltração e da infiltração acumulada. Por outro lado, quando são analisados os valores obtidos é possível observar-se que não houve diferença significativa entre os usos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, na sucessão avaliada.

Tabela 4. Taxa de infiltração (TI) e infiltração acumulada (IA) para os sistemas de sucessão de uso.

| Usos | TI inicial | TI final | IA |
|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------|
| | _____ cm min ⁻¹ _____ | | cm |
| Mata | 2,59 a | 1,90 a | 21,25 a |
| Mandioca | 3,19 a | 1,54 a | 25,38 a |
| Cacau | 2,34 a | 1,01 a | 20,33 a |
| CV(%) | 61,51 | 78,54 | 43,90 |
| DMS | 3,29 | 2,30 | 19,36 |

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

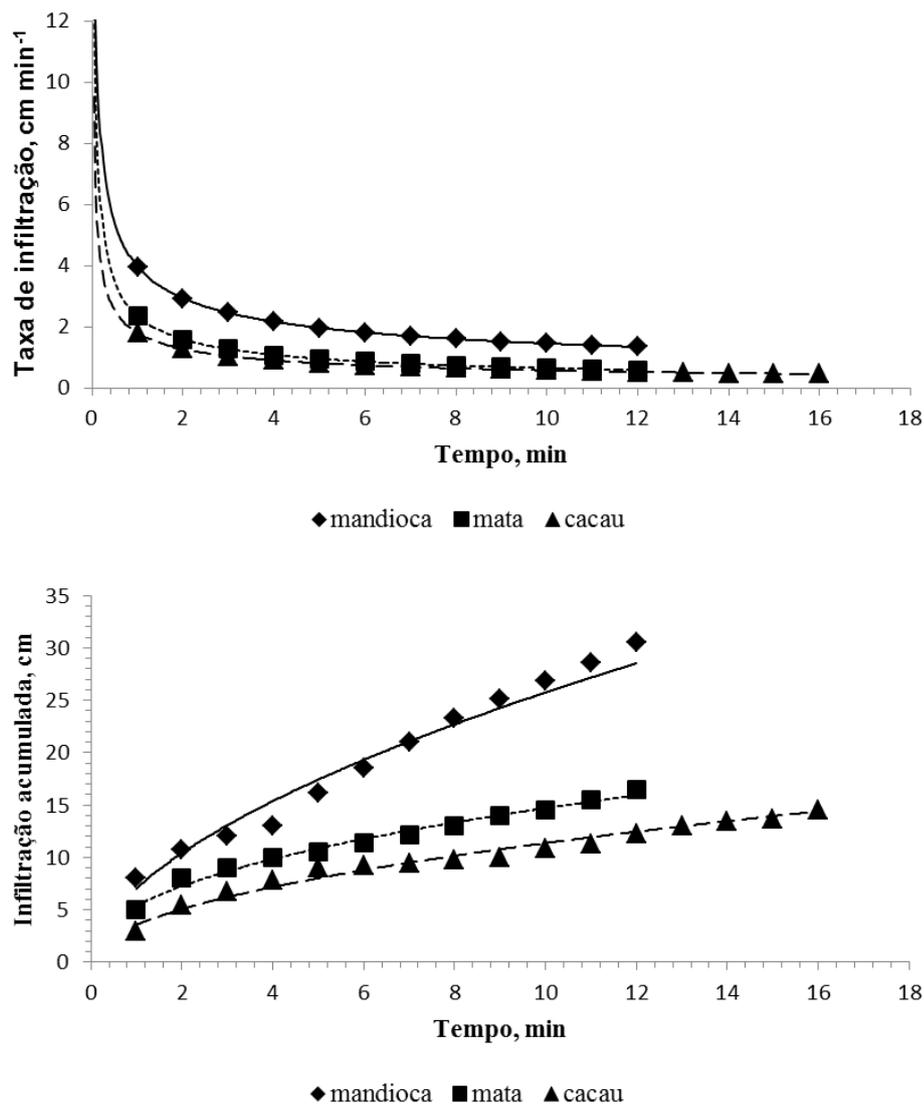


Figura 9. Curva dos valores médios da Taxa de infiltração (A) e infiltração acumulada (B) medidas em campo.

Essa diferença nos valores de infiltração pode ser atribuída à quantidade da fração areia presente na composição textural do solo em uso com mandioca; ao preparo mecanizado, que deixou o solo mais solto, assim como ao efeito da colheita, que fora executada pouco antes da avaliação. Este resultado difere daquele descrito por Luciano et al. (2010), os quais, trabalhando num Cambissolo Háplico, observaram que o uso do solo com lavouras anuais, a exemplo da mandioca, reduziu acentuadamente a taxa inicial e final de infiltração de água no solo em relação a condição de uso com mata.

Em relação ao cacau verificou-se que este uso resultou, quando comparado com a mata, em aumento da densidade, diminuição da porosidade total e macro (Tabela 4), cujos efeitos implicaram também em redução da taxa da infiltração e da infiltração acumulada,

cujas causas estão associadas ao constante pisoteio humano e animal para realização de tratamentos culturais e colheita, acentuado pelo fato de o solo encontrar-se na maior parte do tempo com umidade elevada.

4. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que na sucessão avaliada, em relação à mata, o cacau aumentou a densidade e diminuiu a macroporosidade do solo, assim como as taxas de infiltração. Em contrapartida, em relação à mata, o uso com mandioca aumentou a condutividade hidráulica do solo saturado, a infiltração acumulada e a taxa de infiltração inicial da água no solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 515-522, 2005.

BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico Típico sob sistemas de manejo na região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 167-177, 2001.

COELHO NETTO, A. L.; AVELAR, A. S. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: Cunha SB, Guerra AJT. **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 356p.

COELHO NETTO, A. L. Overland flow production in a tropical rainforest catchment: the role of litter cover. **Catena**, v. 14, n. 1-3, p. 213-231, 1987.

COQUET, Y.; VACHIER, P.; LABAT, C. Vertical variation of near saturated hydraulic conductivity in three soil profiles. **Geoderma**, Amsterdam, v. 126, n. 3-4, p. 181-191, June 2005.

ESPÍRITO SANTO, A. F. **Condutividade hidráulica saturada em função do tipo e uso do solo e método de determinação**. 2011. 34 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília, Brasília.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p.

FERNANDES, C. A. F. **Avaliação da qualidade do solo em áreas de cacau “cabruca”, mata e policultivo no Sul da Bahia.** 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

GONÇALVES, A. D. M. A.; LIBARDI, P. L. Análise da determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1174-1184, 2013.

GUERRA, H. O. C. **Física dos solos.** Campina Grande: UFPB, 2000. 175p.

KERTZMANN, F. F. **Modificações na estrutura e no comportamento de um latossolo roxo provocados pela compactação.** 1996. 153p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

KLEIN, V. A. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas de um latossolo roxo sob diferentes sistemas de uso e manejo.** 1998. 150p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo.** 2. Ed. São Paulo: EDUSP, 2005. 329p.

LOBÃO, D. E; SETENTA, W. **Conservação produtiva: cacau por mais 250 anos.** 1. ed. Itabuna: Uesc/Ceplac, 2012. 190p.

LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; KURTZ, C.; FAYAD, J. A. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 9, n. 1, p. 09-19, 2010.

MARQUES, J. D. O.; LIBARDI, P. L.; TEIXEIRA, W. G.; REIS, A. M. Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo, na região Amazônica. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 145-154, 2004.

MESQUITA, M. G. B. F.; MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p. 963-969, 2004.

NASCIMENTO, A.; FISCHER, C. M.; PIERINI, C.; FISCHER, F.; ROCHA, F.; ROCHA, L.; MATOS, L. B.; SANTANA, L.; VINHAES, L.; SANTOS, M. E. P.; BRITO, M. R.; FILHO, N. G. S. **Baixo Sul da Bahia: uma proposta de desenvolvimento territorial.** Salvador: CIAGS/UFBA, 2007. 224p. (Coleção Gestão Social Série Editorial CIAGS)

PLANO TERRITORIAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO TERRITÓRIO–PTDST. **Plano Territorial de Desenvolvimento Sustentável do Baixo Sul – BA.** Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA; Secretaria de Desenvolvimento Territorial - SDT. Bahia, 2010.

PREVEDELLO, J. **Dinâmica do armazenamento e da disponibilidade de água em argissolo sob eucalipto e campo nativo.** 2012. 120 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

QUEIROZ, J. E. **Parâmetros hidrodinâmicos de um solo de várzea para fins de drenagem subterrânea**. 1995. 167p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SANTOS, K. S. **Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco**. 2011. 109p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI.
Disponível em:
<http://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/sumario/anuario_estatistico/sumario_anuario_est_2007.pdf>. Acesso em: 20/03/2015.

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

VILARINHO, N. K. C.; KOETZ, M.; SCHLICHTING, A. F.; SILVA, M. C. M.; SILVA, E. M. B. Determinação da taxa de infiltração estável de água em solo de cerrado nativo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.7, n. 1, p. 17-26, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na avaliação da infiltração, o número de repetições e o tempo de leitura na determinação da taxa de infiltração por meio da metodologia proposta, não foram suficientes o bastante para a detecção de diferenças significativas entre os sistemas de uso mata/mandioca/cacau. Os fatores supracitados podem ter sido preponderantes na não determinação de diferenças significativas entre os sistemas de uso, entretanto, a utilização desta metodologia é justificada pelas dificuldades de acesso a área, de obtenção e transporte de água. Tais aspectos devem ser reavaliados para o desenvolvimento de futuros trabalhos com a metodologia proposta.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que o uso da terra, em substituição à mata nativa, resultou em graus diferenciados de alteração de atributos físico-hídricos do solo. Nesse sentido, a compreensão e a quantificação do impacto do uso do solo na sua qualidade física, por meio da mensuração de indicadores físico-hídricos, são de extrema importância no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis.