



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E
AMBIENTAIS – PPGCIFA**

**ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS NA AGRICULTURA
ITINERANTE DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL (RDS) DO JUMA**

AMAZONINO LEMOS DE CASTRO

**MANAUS - AM
AGOSTO DE 2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E
AMBIENTAIS – PPGCIFA**

AMAZONINO LEMOS DE CASTRO

**ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS NA AGRICULTURA
ITINERANTE DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL (RDS) DO JUMA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Manaus – Amazonas – Brasil, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

Orientador - Prof. Dr. CARLOS ALBERTO FRANCO TUCCI

Coorientador – Prof. Dr. AFRÂNIO FERREIRA N. JÚNIOR

**MANAUS - AM
AGOSTO DE 2014**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L557a Lemos de Castro, Amazonino
ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS NA AGRICULTURA
ITINERANTE DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL (RDS) DO JUMA / Amazonino Lemos de Castro.
2014
58 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Prof. Dr. CARLOS ALBERTO FRANCO TUCCI
Coorientador: Prof. Dr. AFRÂNIO FERREIRA N. JÚNIOR
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Agricultura Itinerante. 2. Corte e queima. 3. Degradação física
e química. 4. RDS do Juma. I. TUCCI, Prof. Dr. CARLOS
ALBERTO FRANCO II. Universidade Federal do Amazonas III.
Título

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
E AMBIENTAIS – PPGCIFA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

**TEMA: ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS NA AGRICULTURA
ITINERANTE DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
(RDS) DO JUMA**

AUTOR: AMAZONINO LEMOS DE CASTRO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Manaus – Amazonas – Brasil, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
(Presidente)

Prof. Dr. Afrânio Ferreira Neves Júnior
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
(Membro examinador)

Prof. Dr. Wellington Gomes da Silva
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
(Membro examinador)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Alcides Texeira de Castro e Olendina Lemos Ferreira, pela lição de vida, pelos ensinamentos que me fizeram ser o homem que sou e apoio para me garantir esta vitória.

As minhas queridas irmãs e minha avó, que me conduziram por toda a infância e juventude com todo carinho.

A minha querida noiva, Keith Soares Valente.

Aos meus orientadores Carlos Alberto Franco Tucci e Afrânio Ferreira Neves Júnior, pelos ensinamentos a mim transferidos.

Enfim, a todos que pacientemente suportaram a minha ausência, durante todo esse período, dando-me forças para vencer mais esta batalha.

HONESTAMENTE DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que é a minha a inesgotável fonte de energia, para viver esta benção que é a minha vida e que me deu coragem para sonhar e realizar o sonho de vencer mais esta grande batalha.

Aos meus pais Alcides Texeira de Castro e Olendina Lemos Ferreira, por sua incessante doação e incentivos nunca enfraquecidos; às minhas irmãs: Francinete Castro, Sebastiana Castro, Verônica Castro e Cídia Castro; ao meu irmão Bruno Castro de Araújo; aos meus tios e tias e ainda aos meus sobrinhos: Ranielly, Jonathan, Huana, Paulo Daniel, Riann, Juninho, José e aos meus amigos de Novo Aripuanã, pelo constante apoio.

A minha querida e amada noiva, Keith Soares Valente, pelo apoio, compreensão e companheirismo durante toda essa etapa.

Aos amigos Aldilane Mendonça Silva e Silvio Vieira da Silva, pela sinergia e partilha de seus conhecimentos que foram de suma importância para a realização deste trabalho.

A Professora Dr^a. Narrúbia Oliveira de Almeida Martins, por ter plantado a ideia da necessidade desse trabalho.

Ao Professor Dr. Bruno Fernando Faria Pereira, pelas valiosas orientações técnicas e contribuições para a realização desta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais e em especial ao técnico do laboratório de solos da Ufam, Prof. Vítor Repolho.

A Universidade Federal do Amazonas – UFAM, pela oportunidade da realização desse curso.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, por meio do programa RH Interiorização, pela concessão de bolsa para a poio aos estudantes de mestrado vindos do interior do estado do Amazonas.

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SDS, por meio do Centro Estadual de Unidade de Conservação do Amazonas – CEUC, pela autorização de entrada na RDS do Juma.

A Fundação Amazonas Sustentável e ao Núcleo de Conservação e Sustentabilidade Samuel Benchimol da comunidade Boa Frente pelo apoio e estadia durante as coletas, bem como aos funcionários que atuam na comunidade.

Aos amigos Lucivaldo Breves da Silva, Janderson Brasil Marinho e Daiana Soares pelo grande apoio a mim dado durante essa empreitada.

Finalmente, a todos que de maneira direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e que não foram citados no texto.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Limites e localização da RSD do Juma.	14
Figura 2. Localização das Comunidades na RSD do Juma	15
Figura 3. Foto aérea da Comunidade Boa Frente, estrutura de apoio na RSD.	16
Figura 4. Mudanças adversas nas propriedades do solo devido a processos físicos e químicos.	20
Figura 5. Localização da RSD do Juma em Novo Aripuanã.	22
Figura 6 – Local da coleta na floresta natural na comunidade Boa Frente na RSD do Juma.	23
Figura 7 – Locais de coleta na RSD do Juma em áreas manejadas com Agricultura Itinerante.	28
Figura 8. A ₂ – Dois anos de pousio	25
Figura 9. A ₃ – Seis anos de pousio	25
Figura 10. A ₄ – Dez anos de pousio	25
Figura 11. Densidade do Solo prof. 0 – 10 cm.	28
Figura 12. Densidade do Solo prof. 10 – 20 cm.	28
Figura 13. Porosidade total prof. 0 – 10 cm.	29
Figura 14. Porosidade total prof. 10 – 20 cm.	29
Figura 15. Densidade relativa prof. 0 – 10 cm.	30
Figura 16. Densidade relativa prof. 10 – 20 cm.	30
Figura 17. Resistência do solo a penetração prof. 0 – 10 cm.	31
Figura 18. Resistência do solo a penetração prof. 10 – 20 cm.	31
Figura 19. Umidade do solo prof. 0 – 10 cm.	32
Figura 20. Umidade do solo prof. 10 – 20 cm.	32
Figura 21. Diâmetro médio geométrico (DMG) das áreas nas profundidades 0-10 e 10 - 20 cm.	33
Figura 22. Diâmetro médio ponderado (DMP) das áreas nas profundidades 0-10 e 10 - 20 cm.	34
Figura 23. pH em água (H ₂ O) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	36
Figura 24. pH em Cloreto de potássio (KCl) em duas profundidades (Prof 1: 0 –	36

10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo	
Figura 25. Teores de matéria orgânica (MO) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	37
Figura 26. Teores de fósforo (P) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	38
Figura 27. Teores de potássio (K ⁺) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	39
Figura 28. Teores de cálcio (Ca ²⁺) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	40
Figura 29. Teores de magnésio (Mg ²⁺) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	42
Figura 30. Alumínio trocável (Al ³⁺) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	43
Figura 31. Acidez potencial (H+Al) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	44
Figura 32. Soma de base (SB) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	45
Figura 33. CTC efetiva (t) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	46
Figura 34. CTC total a pH 7 (T) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo	46
Figura 35. Saturação por base (V %) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	47
Figura 36. Saturação por alumínio (m %) em quatro áreas e duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.	48

LISTA SIGLAS E ABREVEATURAS

AI	Agricultura Itinerante
FAS	Fundação Amazonas Sustentável
RDS	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
REDD+	Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação Florestal
UC	Unidade de Conservação

RESUMO

CASTRO, A. L. **Alterações físicas e químicas na Agricultura Itinerante da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Juma**. Manaus, 2014. 58 p. Dissertações (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias - FCA, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Amazonas.

A grande maioria dos estabelecimentos de agricultura familiar da região Amazônica fazem uso da Agricultura Itinerante (AI), que é basicamente a utilização de uma área, manejada com corte e queima da biomassa, por um período de um ou dois anos, seguidos de vários anos de pousio. As comunidades inseridas no perímetro da RDS do Juma fazem dessas técnicas, tendo em vista que a forma de produção dos ribeirinhos que povoam as Unidade de conservação (UC) do Estado do Amazonas é importante para a conservação destas, evitar o crescimento das áreas desflorestadas já utilizadas para a agricultura e aumentar a produtividade agrícola dessa população é um verdadeiro desafio, tendo em vista o decréscimo da produção desses produtores em razão do manejo aplicado. Tende em vista essa problemática, o presente estudo teve como objetivo estudar as alterações do solo em função da Agricultura Itinerante na RDS do Juma localizada no município de Novo Aripuanã-AM. Realizou-se coleta em quatro áreas, sendo que a floresta natural foi utilizada como testemunha e áreas com dois, seis e dez anos de pousio e foram realizadas análises físicas e químicas do solo. Como principais resultados, o referido estudo mostrou que a agricultura itinerante não causou degradação física do solo, pois os atributos físicos mostraram-se dentro da faixa considerada ideal. No entanto, afetou negativamente a qualidade química, evidenciada pela baixa disponibilidade de nutrientes. Os vários ciclos de cultivo sem a reposição dos nutrientes juntamente com a utilização do fogo no manejo do solo, causaram a depleção dos atributos químicos, sendo este um fator determinante para a abertura de novas áreas.

PALAVRAS CHAVE: Agricultura Itinerante; Corte e Queima; Degradação Física e Química; RDS do Juma.

ABSTRACT

CASTRO, A. L. **Physical and chemical changes in the Itinerant Agricultural Sustainable Development Reserve (SDR) of Juma.** Manaus, 2014. 58 p. Dissertations (Masters) - Faculty of Agricultural Sciences - FAS, Graduate Program in Forestry and Environmental Sciences, Federal University of Amazonas.

The vast majority of family farming establishments in the Amazon region make use of the Itinerant Agriculture (IA), which is basically the use of an area, managed to cutting and burning of biomass, for a period of one or two years, followed by several years fallow. The communities included in the perimeter SDR of Juma make these techniques, considering that the form of production of riparian that populate the conservation Unit (CU) of the State of Amazonas is important for the conservation of these, prevent the growth of deforested areas already used for agriculture and increase agricultural productivity of this population is a real challenge, given the decline in production of these producers due to the applied management. Bear in mind this problem, this study aimed to study changes in soil due to the Itinerant Agriculture in the Juma Reserve located in the Novo Aripuanã-AM municipality. Collection was carried out in four areas, and the natural forest was used as a control and with two areas, six and ten years of fallow and physical and chemical analyzes were made of the soil. As main results, the study showed that shifting cultivation did not cause physical degradation, since the physical attributes were within the healthy range. However, adversely affect the chemical quality, evidenced by low nutrient availability. The various cycles of cultivation without replenishing the nutrients along with the use of fire in land management, caused the depletion of the chemical, which is a determining factor for the opening of new areas.

KEYWORDS: Agriculture Itinerant; Cutting and burning; Physics and Chemistry degradation; SDR of Juma.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURA.....	VII
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUÇÃO -----	12
2. JUSTIFICATIVA -----	13
3. OBJETIVOS-----	13
3.1. OBJETIVO GERAL -----	13
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS-----	13
4. REVISÃO DE LITERATURA -----	14
4.1. A RDS DO JUMA -----	14
4.2. ALTERAÇÕES NO SOLO EM FUNÇÃO DO MANEJO -----	17
4.3. DEGRADAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO-----	17
4.3.1. Característica da degradação física -----	18
4.3.2. Características da degradação química -----	19
4.4. AGRICULTURA ITINERANTE -----	20
3. MATERIAL E MÉTODOS -----	22
3.1. LOCALIZAÇÃO DA PESQUISA -----	22
3.2. ÁREAS ESTUDADAS NA RDS DO JUMA -----	23
3.2.1. Área de coleta na floresta natural-----	23
3.2.2. Áreas de coleta utilizadas com Agricultura Itinerante -----	23
3.3. PROCEDIMENTOS DE CAMPO E LABORATÓRIO -----	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	28
4.1. ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO-----	28
4.2. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO-----	35
5. CONCLUSÕES -----	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	50
7. ANEXOS -----	57

1. INTRODUÇÃO

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Juma está localizada no município de Novo Aripuanã e apresenta significativa importância para a região sul do Estado do Amazonas (FAS, 2009). Como a grande maioria dos estabelecimentos de agricultura familiar da Amazônia, as comunidades inseridas na RDS do Juma fazem uso da Agricultura Itinerante (SCHMITZ, 2007). Esse modelo de agricultura promove esgotamento dos nutrientes e a degradação física e química do solo resultando em baixa produção abertura de novas áreas (Novais et al., 2007).

O modelo de manejo do solo adota pela grande maioria dos ribeirinhos que povoam as UC's do Estado do Amazonas possui significativa importância para a conservação destas, pois, dependendo da forma que se maneja o solo nestas localidades, pode-se provocar inúmeros impactos ambientais oriundos das práticas agrícolas nocivas ao meio ambiente (SILVA JÚNIOR et al., 2012). Assim, evitar o crescimento de áreas desflorestadas a serem utilizadas para a Agricultura Itinerante e aumentar a produtividade agrícola das UC's é um verdadeiro desafio, o que se torna difícil, mediante a grande difusão da Agricultura Itinerante como prática recorrente de manejo nessas regiões.

De acordo com Cooper (2008), os processos físicos e químicos provocam a degradação de solos como o declínio da estrutura do solo, compactação, redução da capacidade de infiltração, depleção de matéria orgânica e redução da biomassa de carbono, desequilíbrio de sais, e o aumento de patógenos que provocam a degradação do solo por diferentes processos, incrementado pela má utilização da terra e por métodos de manejo inviáveis do solo e das culturas.

Com o intuito de conter a desmatamento de novas áreas e para valorizar e compensar economicamente os esforços de conservação ambiental, as famílias moradoras de Unidades de Conservação do Estado do Amazonas recebem os benefícios do Programa Bolsa Floresta, que é o pagamento de serviços ambientais para aqueles que vivem em áreas florestais protegidas da Amazônia e que em contrapartida se comprometem com a redução do desmatamento (FAS, 2009).

Portanto, mediante o compromisso para a redução do desmatamento e a impossibilidade de se expandir as fronteiras agrícolas além do já foi desmatado, o uso contínuo das mesmas áreas com a Agricultura Itinerante pode estar provocando a

degradação física e químicas das áreas utilizadas com esta forma de agricultura nas comunidades inseridas na RDS do Juma.

2. JUSTIFICATIVA

As atividades relacionadas à Agricultura Itinerante possuem um grande potencial de degradação. Porém, estas são responsáveis principalmente pela produção do alimento e renda dos povos ribeirinhos da região amazônica, e o principal fator que propicia esse fenômeno é o uso inadequado dos solos, promovendo intensa degradação ou alterações ao meio ambiente.

Desta forma, o presente estudo justifica-se pela necessidade de estudar as alterações das características físicas e químicas do solo, decorrentes da utilização de sistemas de uso e manejo como a Agricultura Itinerante, desta forma, fornecer subsídios importantes para a definição de sistemas racionais de manejo, contribuindo assim para tornar o solo menos suscetível à perda de capacidade produtiva proporcionando uma maior produção agrícola e consequente melhoria na renda da sociedade que faz uso dessas forma de agricultura (NEVES et al., 2007).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Identificar as alterações do solo decorrentes do tempo de pousio da Agricultura Itinerante na RDS do Juma.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 - Avaliar os atributos físicos e químicos do solo; e
- 2 - Comparar as transformações ocorridas nos atributos do solo nas áreas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. A RDS DO JUMA

A RDS do Juma tem uma área de 589.611,28 hectares e está situada no município de Novo Aripuanã. Foi criada pelo Decreto 26.010 - 03/07/2006, é delimitada pelo rio Mariepáua no lado oeste, que também é limite entre os municípios de Novo Aripuanã e Manicoré, no lado sul pelas áreas de domínio Federal (100 km ao norte da rodovia Transamazônica – BR 230); na parte leste pela margem esquerda do rio Acari e; no extremo norte é limitada pelo rio Madeira (Figura 1). A Reserva é cortada no sentido norte sul pela rodovia estadual AM – 174 que liga os municípios de Novo Aripuanã e Apuí (RIBENBOIM, 2009).

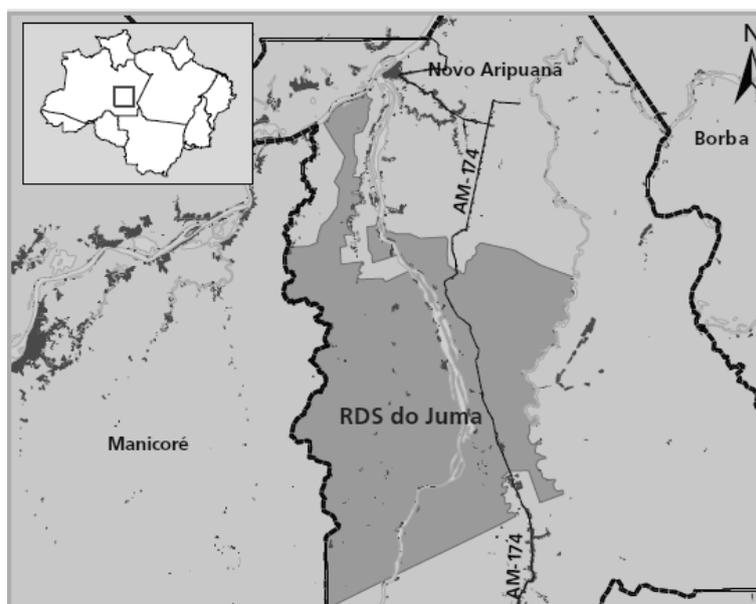


Figura 1. Limites e localização da RDS do Juma.
Fonte: FAS (2009).

A RDS do Juma apresenta três unidades morfo-estruturais dominantes: a primeira, com relevo dissecado em interflúvios planos, é a unidade morfo-estrutural Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental, que domina a maioria de sua área. A segunda, a unidade morfo-estrutural das Serras e Chapadas do Cachimbo é encontrada à direita do Rio Aripuanã, desde a desembocadura do rio Juma em direção ao norte da reserva. A terceira é a unidade morfo-estrutural Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional, encontrada na região extremo nordeste da RDS do Juma, e é caracterizada por superfície rebaixada onde predominam interflúvios tabulares (BRASIL, 1978).

A Reserva é composta por 26 Comunidades tradicionais (Figura 2) que vivem da agricultura, extração madeireira, ouro, pesca e seixo, assim como o extrativismo de óleo da copaíba entre outras atividades (SDS, 2006).

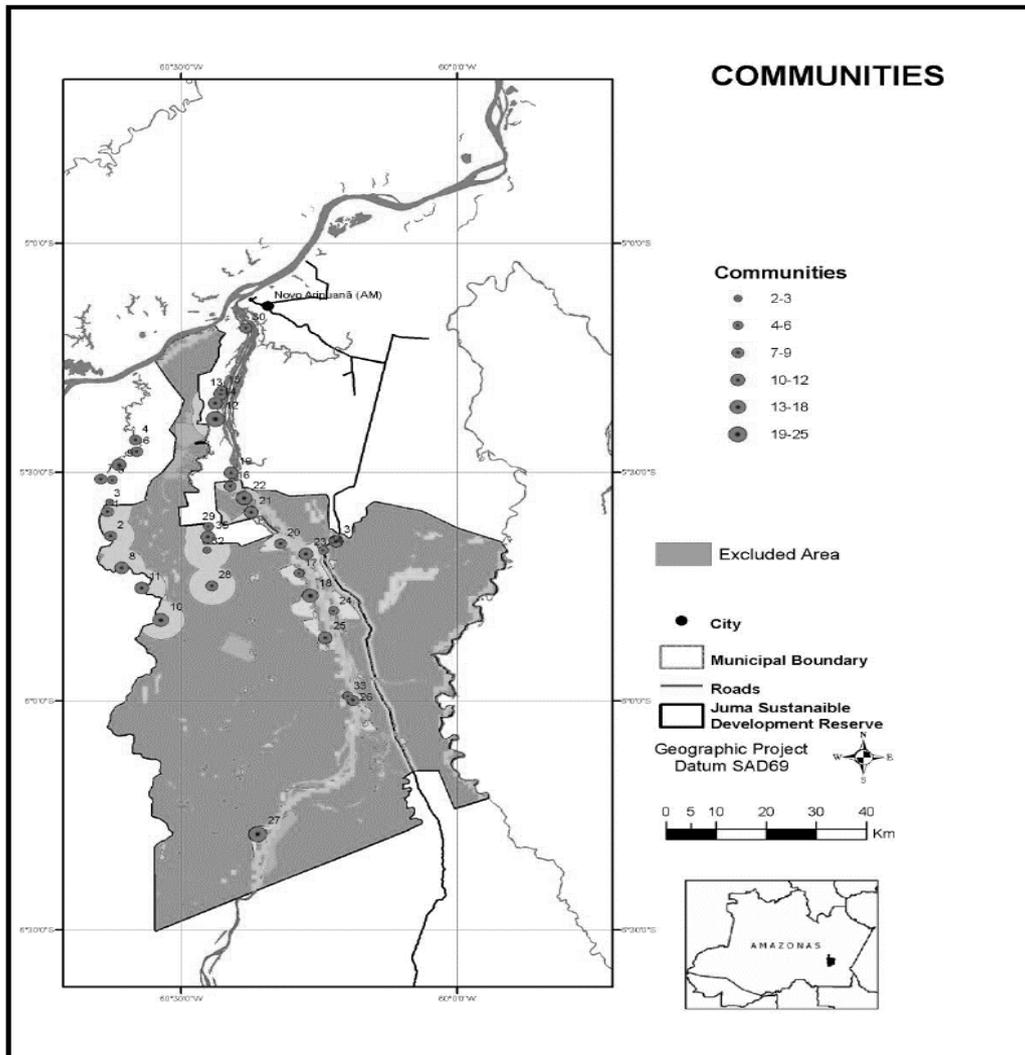


Figura 2. Localização das Comunidades na RDS do Juma
Fonte. RIBENBOIM (2009).

De acordo com o detalhe da figura 2, o Rio Aripuanã, cruza toda a porção mais larga da área da RDS do Juma, é sinuoso com seções retas, ocupado por ilhas geralmente alongadas e paralelas ao curso do rio que ocorrem sobre rochas do Pré-Cambriano e do plio-pleistoceno. A faixa de depósitos fluviais do rio Aripuanã é estreita e contínua, estabilizada por terraços fluviais (BRASIL, 1978).

A implantação da reserva trouxe muitos benefícios às comunidades inseridas dentro do perímetro da unidade de conservação, principalmente à comunidade Boa

Frente, local onde funciona um dos Polos da RDS do Juma. Nesta comunidade foram erguidos escola, posto médico, alojamento para os professores, casa da floresta e uma base do programa bolsa floresta (Figura 3).



Figura 3. Foto aérea da Comunidade Boa Frente, estrutura de apoio na RDS.
Foto. Gabriel Ribeboin.

Além da infraestrutura erguida, os moradores são beneficiados com o Programa Bolsa Floresta, que é o pagamento de serviços ambientais para as populações que vivem em áreas florestais da Amazônia e que se comprometem com a redução do desmatamento, para valorizar e compensar economicamente os esforços de conservação ambiental nas Unidades de Conservação do Estado do Amazonas (FAS, 2009).

Mediante o compromisso para a redução do desmatamento, bem como a necessidade de se conter o avanço da fronteira agrícola sobre a floresta natural, uma das alternativas para melhorar a produção e a renda dos moradores da reserva seria o melhoramento das áreas utilizadas com a AI, por meio de estudos que evidenciem as características do solo.

4.2. ALTERAÇÕES NO SOLO EM FUNÇÃO DO MANEJO

Existem vários fatores que iniciam vários processos de degradação. Estes fatores podem ser naturais ou antrópicos. Fatores naturais incluem o clima, a vegetação, material de origem, relevo e hidrologia. Entre os fatores antropogênicos importantes encontramos a população, o uso da terra, e o desenvolvimento de estradas, canais, e o complexo industrial (COOPER, 2008).

A remoção da cobertura vegetal natural e a implantação de atividades agropecuárias, devido às ações que envolvem as diferentes formas de uso e manejo, provocam desequilíbrio no ecossistema, uma vez que o manejo adotado influenciará os processos físicos, químicos e biológicos do solo, modificando suas propriedades químicas e físicas do solo (RANGEL e SILVA, 2007).

Diante desse contexto, a sustentabilidade da Agricultura Itinerante é, atualmente, um tema bastante debatido no meio científico e institucional, sobre o qual ainda não existe consenso sobre os principais impactos em função do manejo, principalmente sobre as propriedades físicas e químicas do solo (RIBEIRO FILHO, 2013).

4.3. DEGRADAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO

A avaliação das alterações ocorridas em propriedades dos solos em função do uso e manejo assume grande importância prática, uma vez que o entendimento das modificações ocorridas nas propriedades químicas e físicas, decorrentes do seu cultivo dentre outras atividades, pode fornecer elementos para produção em bases sustentáveis (CARNEIRO et al., 2009).

Os principais processos físicos e químicos (Figura 4) que provocam a degradação de solos são: o declínio da estrutura do solo, compactação, redução da capacidade de infiltração, depleção de matéria orgânica e redução da biomassa de carbono, desequilíbrio de sais, e o aumento de patógenos do solo. A taxa de degradação do solo por diferentes processos está acentuada pela má utilização da terra e por métodos de manejo inviáveis do solo e das culturas (COOPER, 2008).

Para fins de realização desta pesquisa, utilizaremos a definição de solo degradado de acordo com Tavares (2008), onde o mesmo define como a redução da

qualidade no que se refere à sua capacidade de desempenhar funções essenciais de suporte aos processos da vida e da regulação do ambiente.

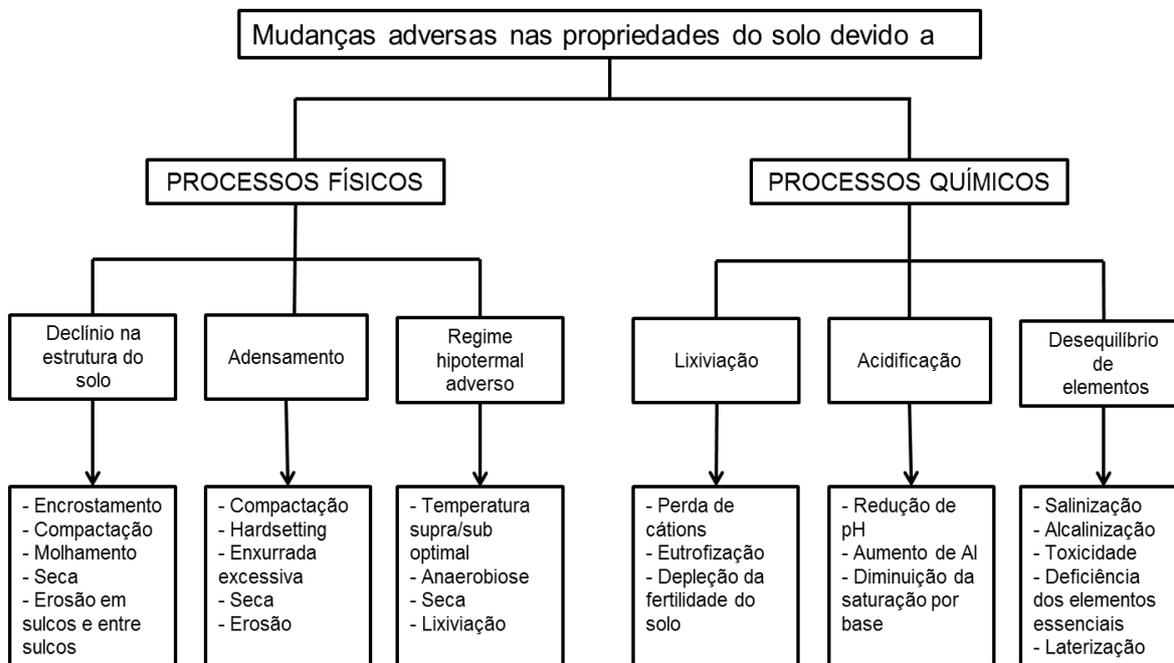


Figura 4. Mudanças adversas nas propriedades do solo devido a processos físicos e químicos.
Fonte: Adaptado de Cooper (2008).

4.3.1. Característica da degradação física

A degradação física refere-se a perdas de condições ligadas à forma (densidade, porosidade, infiltração, aeração) e estabilidade (resistência dos agregados) da estrutura do solo. Valores elevados de resistência a penetração, limitações de aeração e alta susceptibilidade à erosão são sintomas claros de degradação física de solos (DIAS e MELLO, 1988).

Um dos sintomas claros de degradação física do solo é a compactação que, por sua vez não pode ser confundida com adensamento, que é um fenômeno natural de horizontes de solos (CURI, 1993). Compactação é o processo pelo qual as partículas do solo e agregados são rearranjados, tendo estes últimos sua forma e tamanho alterados. Esse rearranjo no decréscimo do espaço poroso provoca o aumento da densidade (HAMZA e ANDERSON, 2005).

Na agricultura mecanizada ou na Agricultura Itinerante, a compactação do solo constitui na principal limitação física do solo para o desenvolvimento das plantas,

resultante da ação antrópica do uso e manejo do solo, caracterizada pela diminuição do volume do solo ocasionada por compressão, causando um rearranjo mais denso das partículas do solo (CURI, 1993).

De acordo com Ribeiro Filho et al., (2013), a estrutura do solo também é afetada, com impactos especialmente nos macroagregados (> 0.250 milímetros), estes efeitos ultrapassam os relacionados com a textura e afetar retenção de água e a capacidade de absorver os nutrientes no solo, além disso, esses impactos negativos na estrutura são sinérgicos com outras propriedades do solo: densidade, macroporosidade, umidade e temperatura.

Para a recuperação dos impactos negativos sobre as propriedades físicas do solo, a fase e o tempo de pousio é essencial para o retorno às suas condições iniciais, o pousio médio que permite o retorno a estas condições é de dez anos (RIBEIRO FILHO et al., 2013)

4.3.2. Características da degradação química

A degradação química é reflexo da retirada ou saída de nutrientes do solo ou acúmulo de elementos tóxicos ou desbalanceamento, que são prejudiciais ao crescimento de plantas (DIAS e MELLO, 1988).

Ribeiro Filho et al., (2013), estudaram os impactos sobre as propriedades químicas do solo decorrentes agricultura itinerante, utilizando a literatura científica sobre o assunto ao longo dos últimos 31 anos. Constatou-se que os principais atributos afetados foram: pH, dinâmica de macro e micronutrientes no solo, capacidade de troca de cátions (CTC), matéria orgânica do solo (MO), e o carbono orgânico do solo e ressaltam ainda que estes impactos são positivos na fase de conversão, mas na fase de cultivo pode impactar negativamente a fertilidade do solo. A matéria orgânica do solo é afetada principalmente em razão da destruição da serapilheira, provocando efeito sobre a capacidade de troca catiônica e diminuição da saturação por bases no solo (ZANINI e DINIZ, 2006).

Cooper (2008) reitera que, a depleção de nutrientes é a maior causa da degradação química. Além disso, a excessiva lixiviação de cátions em solos com argilas de atividade baixa causa a diminuição do pH do solo e a redução da saturação por bases.

A degradação química também é causada pelo aumento de alguns elementos tóxicos e desequilíbrio dos elementos, que prejudicam o crescimento das plantas.

4.4. AGRICULTURA ITINERANTE

A agricultura itinerante ou de corte e queima é praticada por 300 a 500 milhões de pessoas, estando envolvido nesta atividade um terço das áreas agricultáveis do planeta, aproximadamente 1.500 milhões de hectares (GIARDINA et al., 2004).

De acordo com Pedroso Júnior (2008), é realizada atualmente por toda a região tropical do planeta, estendendo-se até as florestas subtropicais. Lanly (1982) afirma que, a agricultura de corte e queima era responsável pela formação de cerca de dois terços do total de florestas secundárias do mundo.

Quando praticada em grandes áreas florestadas, com baixa densidade populacional, tecnologia de baixo impacto e longos períodos de pousio, a agricultura de corte e queima pode ser manejada de forma ecologicamente sustentável, sem comprometer drasticamente a fertilidade dos solos (KLEINMAN et al., 1995). Uma peculiaridade da agricultura de corte e queima, é que a mesma é um sistema agrícola contínuo no qual clareiras são abertas para serem cultivadas por períodos mais curtos de tempo do que aqueles destinados ao pousio (CONKLIN, 1961).

De acordo com Schmitz (2007), na maioria dos estabelecimentos de agricultura familiar da Amazônia é usado esse tipo de manejo do solo na agricultura, caracterizado pelo uso de uma área por um a dois anos, seguido por vários anos de pousio. Para esta forma de agricultura migratória com a rotação da área cultivada dentro dos limites do estabelecimento ocupado continuamente pelo agricultor, é usada a expressão agricultura itinerante, conceito no qual adotamos para este estudo.

Como não se tem um consenso sobre o nome desse tipo de manejo do solo, na literatura, muitos são os termos usados para denominá-la. No entanto, os termos mais abrangentes e frequentes para designar esse sistema agrícola são: agricultura de corte e queima (*slash-and-burn agriculture*), agricultura itinerante (*shifting cultivation*) e, roça (*swidden*) (PEDROSO JÚNIOR et al, 2008).

Segundo Frizano et al., (2003), os efeitos da AI sobre os estoques de Carbono (C), Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) não são

suficientes para comprometer o crescimento da floresta secundária na Amazônia. Em contrapartida, Zarin et al., (2005), mostram que um histórico de queimadas sucessivas reduz a taxa de crescimento da floresta secundária na bacia amazônica, principalmente devido à redução dos estoques de nutrientes em ciclagem.

Desta forma, podemos observar que mesmo com especulações sobre os impactos ambientais oriundos da agricultura itinerante, ainda existem muitas dúvidas a respeito destes, culminando em uma forte necessidade de se estudar cientificamente os temas relacionados a essa abordagem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO DA PESQUISA

O local de estudo situa-se no município de Novo Aripuanã, região sul do Estado do Amazonas dentro do perímetro da RDS do Juma, na comunidade Boa Frete, localizada nas seguintes coordenadas geográficas Lat 5°33'25.25"S e Long 60°22'58.75"O (Figura 5), a área se localiza dentro do domínio morfo-climático de planaltos e depressão dissecados e superfícies pediplanadas (BRASIL, 1978).

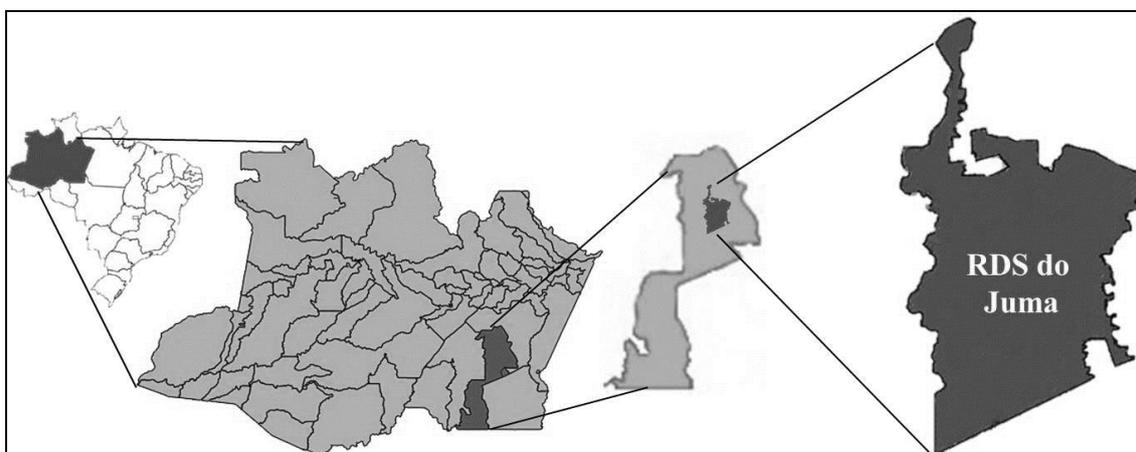


Figura 5. Localização da RDS do Juma em Novo Aripuanã.

Fonte: Adaptado de Biblioteca Digital do Amazonas (2012).

De acordo com a descrição realizada por Resende *et al.*, (1999), os solos da RDS Juma são em sua maioria Latossolos, ocorrendo em 91,2% da Reserva, os quais se dividem em Latossolos Amarelos (70,1%) e Latossolos Vermelho – Amarelo Podzólico (21,1%), sendo que o restante das ocorrências divide-se em Plintossolo, Gleissolo e areias quartzosas.

A classificação de Köppen-Geiger, indica que a região de Novo Aripuanã apresenta clima equatorial (Am) (KOTTEK *et al.*, 2006). A temperatura média é de cerca 25 °C, atingindo mínimos e máximos de 21°C e 32 °C, respectivamente, e a precipitação média anual é de 2.000 mm, com 70 % das precipitações concentradas entre outubro e abril; a umidade relativa é de cerca de 85 % com aproximadamente 2.000 horas de sol/ano (SDS, 2007).

3.2. ÁREAS ESTUDADAS NA RDS DO JUMA

3.2.1. Área de coleta na floresta natural

A área de floresta natural utilizada como testemunha, denominada de Área 1 (A₁) neste estudo, está localizada geograficamente nas coordenadas Lat 5°32'59.50"S S e Log 60°22'40.00"O", de acordo com Brasil (1978), pode-se identificar a tipologias vegetal como Floresta Tropical Densa, caracterizada pelo relevo com formação de platôs. (Figura 6).

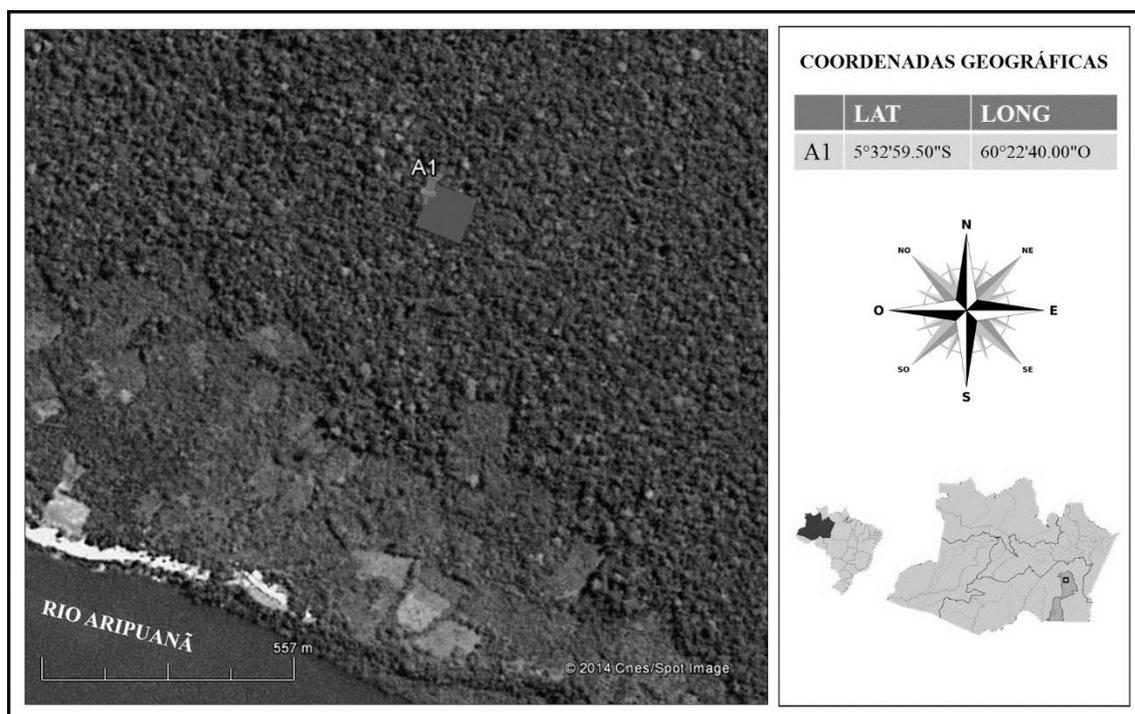


Figura 6 – Local da coleta na floresta natural na comunidade Boa Frente na RDS do Juma.
Fonte: (GOOGLE EARTH, acesso, novembro de 2012).

Esta área nunca sofreu influência antrópica oriunda da agricultura itinerante ou de outra forma de prática agrícola, porém, é constantemente frequentada com práticas extrativistas.

A área apresenta um relevo suave ondulado com uma floresta muito densa no dossel e, arbustos menores e com pouca ocorrência de gramíneas.

3.2.2. Áreas de coleta utilizadas com Agricultura Itinerante

As áreas onde foram realizadas as demais coletas, aqui denominadas de área 2, área 3 e área 4 (A₂, A₃ e A₄) e foram utilizadas com a Agricultura Itinerante estão indicadas na figura 7.

Cada área apresenta uma determinada quantidade de tempo em pousio, ou seja, tempo após o seu manejo com a Agricultura Itinerante, com exceção da A₂, não se utilizou-se de fertilizantes químicos quando do cultivo nas outras áreas.

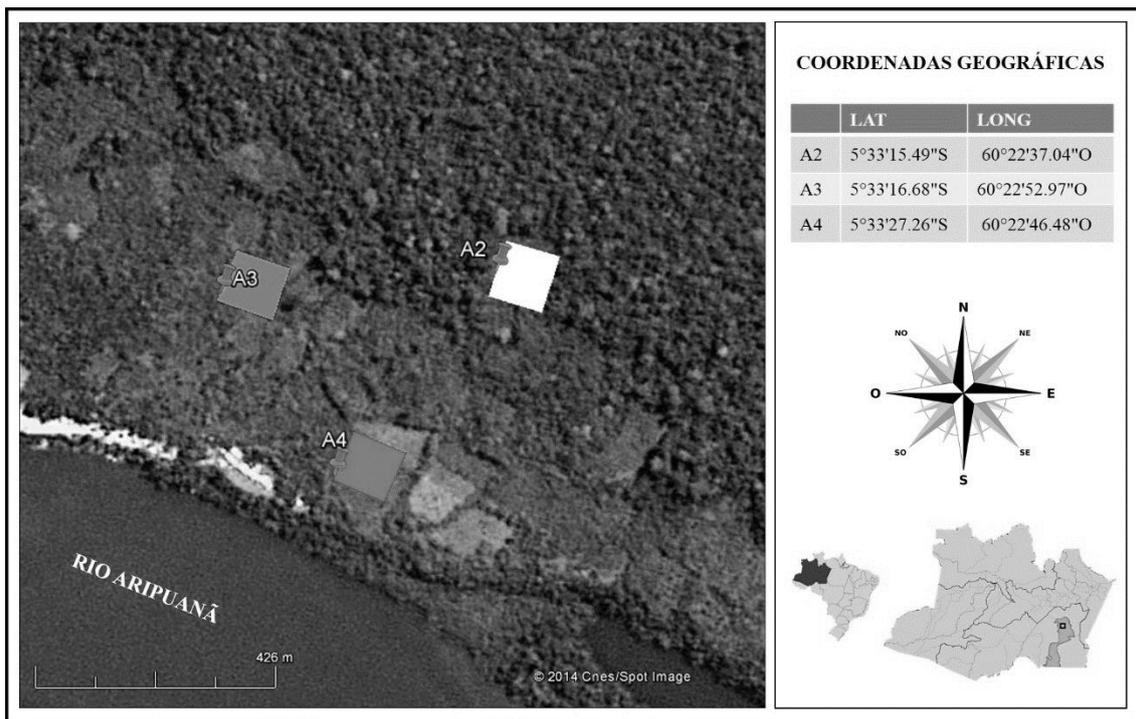


Figura 7 – Locais de coleta na RDS do Juma em áreas manejadas com Agricultura Itinerante. Fonte: (GOOGLE EARTH, acesso, novembro de 2012).

Algumas características de relevo e manejo são citadas a seguir: A₂ – Área com 2 anos de pousio, relevo plano, com capoeira bem desenvolvida e já foi utilizada com o cultivo de mandioca e macaxeira, época em que foi realizado uma calagem a lanço, porém não obteve-se acesso à quantidade de calcário aplicada (Figura 8); A₃ – Área com 6 anos de pousio, com capoeira desenvolvida, relevo plano, a última cultura cultivada foi a mandioca (Figura 9); A₄ – Área com 10 anos de pousio, apresentou um solo de cor escura, possui um relevo plano e foi utilizada com o plantio de mandioca (Figura 10).



Figura 8. A2 – Dois anos de pousio



Figura 9. A3 – Seis anos de Pousio



Figura 10. A4 - Dez anos de pousio

Com exceção da área de floresta natural, todas as outras áreas mencionadas passaram pelo processo de corte, coivara e queima (processos característicos da Agricultura Itinerante), posteriormente ficaram em pousio de acordo com os intervalos de tempo descritos. As áreas apresentam um relevo plano a suavemente ondulado, não são caracterizadas como ecossistemas de várzea mas como de terra firme, cada qual com dimensão de aproximadamente 1 (um) ha.

3.3. PROCEDIMENTOS DE CAMPO E LABORATÓRIO

As amostras de solo para as análises químicas foram coletadas através do sistema de amostragem composta, onde 15 amostras simples de cada área compuseram uma única amostra representativa. O caminhamento de coleta da amostragem foi realizado em ziguezague, as amostras foram colocadas em recipientes, homogêneas

e etiquetadas. Utilizou-se trado tipo Holandês para facilitar a coleta nas profundidades de 0,0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m (MENDONÇA, 2010).

Para a determinação da densidade do solo, umidade, porosidade total, densidade máxima e relativa foram coletados anéis de volume conhecido em pequenas covas que foram abertas em cada área de coleta, estas mediram 0,30 x 0,30 x 0,20 m, os anéis foram retirados em cada profundidade de 10 cm, sendo coletado 20 anéis por cada área, sendo 10 por cada profundidade (EMBRAPA, 1997).

A porosidade total foi obtida pela diferença entre a massa do solo e a massa do solo seco em estufa a 105°C durante 24 horas (EMBRAPA, 1997).

A densidade do solo foi calculada pela relação entre a massa do solo seco e o volume do cilindro (EMBRAPA, 1997).

Para a determinação da resistência do solo à penetração (RSP), foi utilizado um penetrômetro de impacto, sendo as leituras realizadas no ato da coleta dos anéis volumétricos em campo.

Foram coletadas estruturas do solo indeformadas nas profundidades 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m com auxílio de pá quadrada para a determinação do Diâmetro Médio Geométrico (DMG), Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e estabilidade do agregado, estas foram acondicionadas de modo a não se desestruturarem em recipiente adequado de papelão e em seguida encaminhados ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Amazonas no município de Humaitá-AM.

As amostras foram levemente destorroadas, de forma manual, e passadas em peneira de 9,51 mm de diâmetro de malha, secadas à sombra, para as análises relativas à agregação. A separação e estabilidade dos agregados serão determinadas segundo Kemper e Chepil (1965), com modificações, nas seguintes classes de diâmetro: >2,0; 2,0-1,0; 1,0-0,5; 0,5-0,25; 0,25-0,10; 0,10-0,05 e <0,05 mm. Os agregados foram inicialmente umedecidos e reservados durante quinze minutos e, imediatamente após esse tempo serão levadas para o equipamento de separação dos agregados chamado Yoder. Neste, foram colocados em contato com água sobre a primeira peneira de 4,76 mm de um conjunto de peneiras, por quinze minutos, a massa do material retido em cada peneira, foi colocada em estufa a 105 °C. Os resultados foram expressos em percentual dos agregados retidos nas peneiras >2 mm, 2-1 mm, para determinação dos atributos diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP).

Para a análise granulométrica realizou-se o método da pipeta, através de uma solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 10 minutos, seguindo metodologia proposta pela Embrapa (1997). A fração argila foi separada por sedimentação, as areias grossa e fina por tamisação e o silte calculado por diferença.

Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram extraídos por KCl 1N, o potássio e fósforo disponível, foram extraídos por Mehlich-1, a acidez potencial (H+Al) foi extraído com solução tamponada a pH 7,0 de acetato de cálcio utilizando-se metodologia proposta pela Embrapa (1997). Com base nos resultados das análises químicas, foram calculadas as somas de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V%) e por alumínio.

O pH em água e KCl foi determinado potenciométricamente utilizando-se relação 1:2,5 de solo: solução (EMBRAPA, 1997).

O carbono total foi determinado pelo método de Walkley-Black modificado por Yeomans e Bremner (1988), a matéria orgânica por sua vez, foi estimada multiplicando-se o teor de carbono orgânico pelo fator 1,724, valor utilizado em razão de se admitir que na composição média do húmus, o carbono participa com 58%, de acordo com (EMBRAPA, 1997).

Utilizou-se os programas SAEG 9.1 para a análise dos dados da química, SAS 8.0 para análise dos dados da física e Microsoft Excel 2010 para a produção de gráficos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

São apresentados a seguir os atributos físicos do solo das áreas A₁ (floresta natural); A₂ (dois anos de pousio); A₃ (seis anos de pousio) e A₄ (dez anos de pousio). As frações granulométricas das áreas apresentaram comportamentos semelhantes, todas foram classificadas como classe textural argilosa, fato ao qual pode ser explicado em razão do material de origem, pois a geologia deste contribui diretamente para o comportamento dos atributos do solo, seja de sua física ou química como citado por Teramoto et al. (2001).

De acordo com Ferreira et al. (2003), a textura do solo pode ser considerada como uma característica estável, pois esta não está sujeita a alterações temporais curtas ou em função dos tipos de manejos realizados no solo.

Em relação a densidade do solo (D_s), nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm, estes variaram entre: para a A₁ de 1,0 a 1,3 Mg m⁻³; para a A₂ 0,95 a 1,54 Mg m⁻³; para a para a A₃ 0,73 a 1,29 Mg m³; para a A₄ variou entre 1,03 a 1,36 Mg m⁻³. Pode-se observar na figura 11 e 12, que independente do sistema de uso, verificou-se um aumento nos valores de densidade do solo em relação a profundidade de 10 a 20 cm, mostrando-se de acordo com o que afirma Rabelo (2000), que com o aumento da profundidade aumenta também a D_s, pois as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes provocam o fenômeno de adensamento, reduzindo a porosidade.

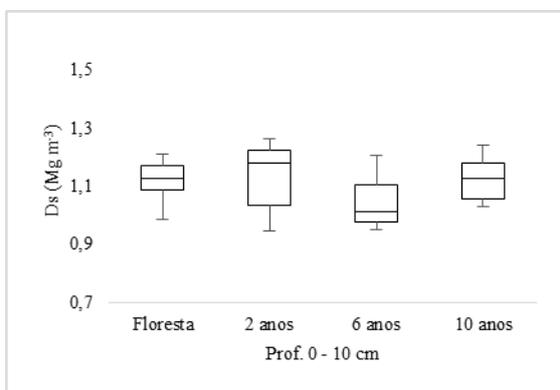


Figura 11. Densidade do Solo prof. 0 – 10 cm.

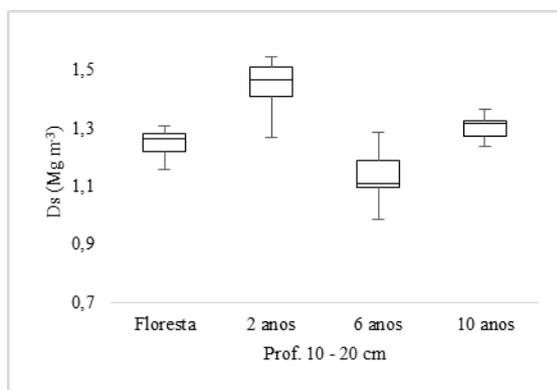


Figura 12. Densidade do Solo prof. 10 – 20 cm.

O maior valor de Ds verificado na área A₂ é justificado devido ao menor tempo de pousio e a redução da matéria orgânica (Figura 25) nas camadas mais profundas do solo. De acordo com o estudo de Marcolan et al. (2009), a diminuição da matéria orgânica do solo em ambientes manejados com a queima, provoca a desagregação do solo, causando a dispersão das partículas finas, ocasionando a obstrução dos poros e, conseqüentemente, o aumento da Ds.

Os valores de densidade do solo determinados estão dentro da faixa encontrada em solos minerais (1,10 a 1,60 Mg dm⁻³), onde tais valores são considerados ideais para um bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas (KEIHL, 1979). Os valores considerados ideais de Ds para solos com textura argilosa estão na faixa de 1,00 a 1,45 Mg m⁻³ (TORRES e SARAIVA, 1999). Neste estudo, com exceção da A₂ na profundidade de 10 a 20 cm, todas as áreas apresentaram valores abaixo do nível crítico.

De acordo com as figuras 13 e 14, a porosidade total do solo variou de 53,06 a 62,78 %; 52,34 a 64,27 %; 51,47 a 72,44 % e 53,25 a 61,18 % nas áreas A₁, A₂, A₃ e A₄, respectivamente. Verificou-se pouca variação na porosidade dentre as áreas na profundidade de 0 - 10 cm, indicando que o solo não está compactado nesta profundidade, o que favorável para o adequado crescimento de plantas. Segundo Camargo e Alleoni (1997), um solo ideal deve apresentar 50% de volume de poros totais que na capacidade de campo, 33,5% ocupado pela água e 16,5% ocupado pelo ar.

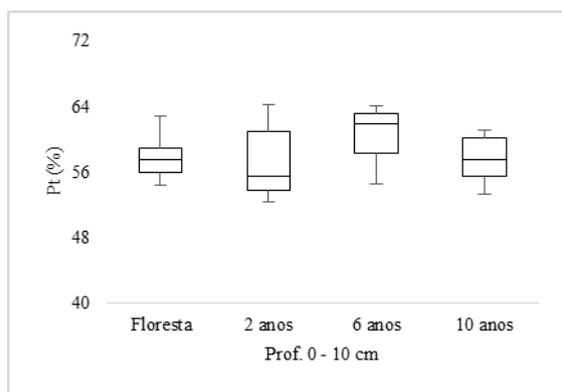


Figura 13. Porosidade total prof. 0 - 10 cm.

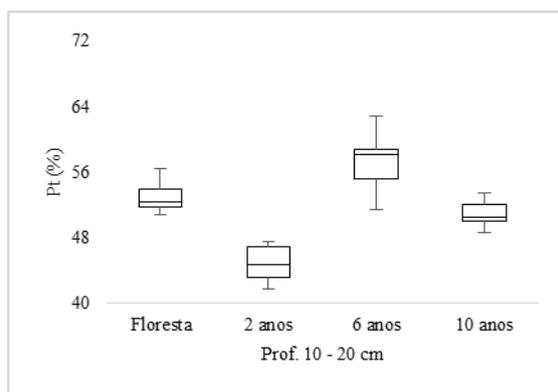


Figura 14. Porosidade total prof. 10 - 20 cm.

Os dados apresentaram grande conformidade em relação ao atributo Ds desta pesquisa, principalmente para as profundidades de 10 - 20 cm para a A₂ e A₄, corroborando com o que afirma Reichardt e Timm (2004), que porosidade do solo está

diretamente ligada à densidade do solo, pois quanto maior a densidade, menor será o volume do espaço poroso.

Segundo Santana (2009), nas terras de textura fina, as partículas não se arranjam de maneira tão compactada, além disso, a argila coloidal contribui para formar agregados que aumentam a porosidade. A perda da porosidade está relacionada diretamente com a compactação que reduz o tamanho dos poros (ANDRADE e SANTOS, 2004).

De acordo com Keihl (1979), o solo ideal para a produção agrícola deve apresentar porosidade total próxima a 50 %, ou seja, mesmo que a A₂ e A₄ tenham apresentado valores menores que as demais áreas, ainda encontram-se dentro da faixa ideal de modo a não ser limitante ao desenvolvimento das culturas.

O grau de compactação do solo foi avaliado determinando-se a densidade máxima do solo ($D_{Sm\acute{a}x}$) e densidade relativa (D_{Srel}). Os valores obtidos de densidade máxima variaram entre 1,65 a 1,69 $Mg\ m^{-3}$, em todas as áreas estudadas. Para Neves Júnior et al. (2013), a $D_{Sm\acute{a}x}$ equivale ao valor máximo de D_s que um solo pode alcançar quando compactado. É um parâmetro necessário para obtenção da D_{Srel} .

A densidade relativa do solo (D_{Srel}) foi avaliada pela relação da densidade de campo e a densidade máxima do solo, estimada por fórmulas de acordo com Stolf et al. (2011). Os valores mínimos e máximos obtidos entre as duas profundidades de D_{Srel} neste estudo foram de 58,92 e 78,76 % na A₁, 56,79 e 93,53 % na A₂, 43,61 e 77,81 % na A₃ e 60,79 e 81,39 % A₄, como mostram as figuras 15 e 16, com exceção da A₂ na profundidade de 10 – 20 cm, que apresentou o maior valor de D_{Srel} , os valores obtidos são considerados inferiores do ideal 87,0 % para o bom desenvolvimento de culturas (HAKANSSON e LIPIEC, 2000).

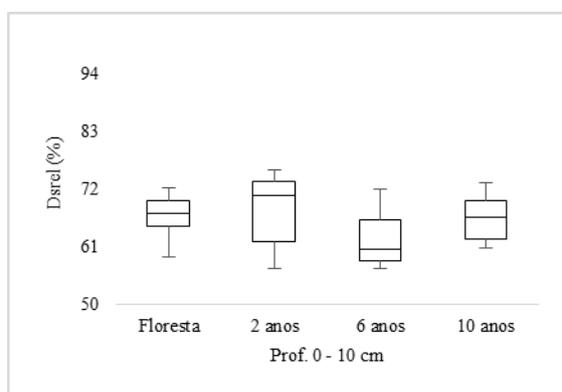


Figura 15. Densidade relativa prof. 0 – 10 cm.

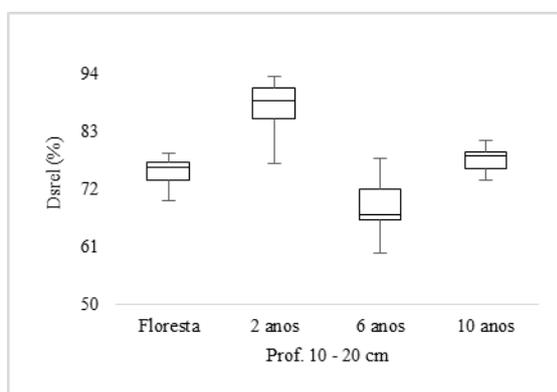


Figura 16. Densidade relativa prof. 10 – 20 cm.

De acordo com Silva et al., (1997), a D_{srel} é pouco influenciada pelas características granulométricas e minerais e minerais do solo, desse modo, a variação da D_{srel} na A_2 profundidade de 10 – 20 cm, pode estar relacionado com o adensamento em razão do menor tempo de pousio, o que pode estar indicando uma baixa qualidade estrutural desse solo (NHANTUMBO e CAMBULE, 2006).

A resistência do solo à penetração (RP) atingiu valores mínimos e máximos de 0,90 a 2,60 MPa; 0,69 a 1,78 MPa; 0,28 a 1,10 MPa; 0,68 a 1,24 MPa nas áreas A_1 , A_2 , A_3 e A_4 , respectivamente (Figuras 18 e 19). Para Almeida et al., (2008), o conteúdo de umidade do solo influi inversamente na RP devido ao efeito lubrificante da água ao redor das partículas do solo, ou seja, com sua diminuição há incremento em RP, podemos observar a relação direta desses atributos quando comparamos as figuras referentes a RP (figuras 17 e 18) e as figuras 19 e 20, que expõem os valores de umidade das áreas estudadas.

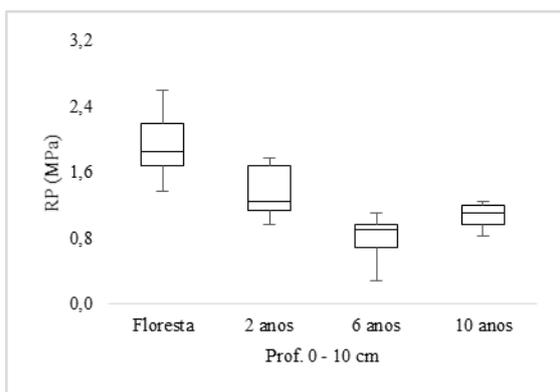


Figura 17. Resist. do solo a penetração prof. 0 – 10 cm.

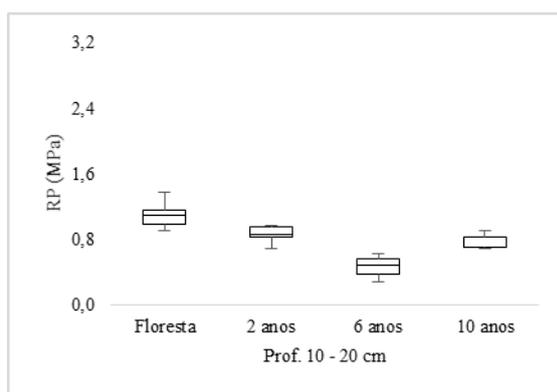


Figura 18. Resist. do solo a penetração prof. 10 – 20 cm.

De acordo com Santana (2009), a RP é um parâmetro dinâmico, que depende da D_s , do teor de umidade e do tipo de solo. Nota-se que na profundidade de 0 – 10 cm a RP apresentou maiores valores em relação a profundidade de 10 – 20 cm, fato que pode ser justificado por se tratar da camada do solo que foi utilizada pela AI.

Segundo Camargo e Alleoni (2008), as forças que atuam no solo são resultantes do tráfego de veículos, animais ou pessoas, assim como de crescimento de raízes grandes que empurram as partículas do solo, podendo causar compactação. Em ambas as profundidades a A_1 (floresta) apresentou os maiores valores de RP, o que pode ser justificado pela existência de árvores com grande porte.

A umidade do solo (U) (Figuras 20 e 21) atingiu valores mínimos e máximos de 23,24 a 34,96 %; 25,47 a 37,70 %; 27,62 a 45,26 %; 28,91 a 37,62 % nas áreas A₁, A₂, A₃ e A₄, respectivamente.

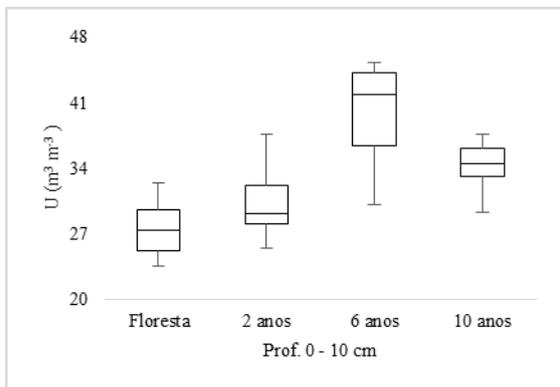


Figura 19. Umidade do solo prof. 0 – 10 cm.

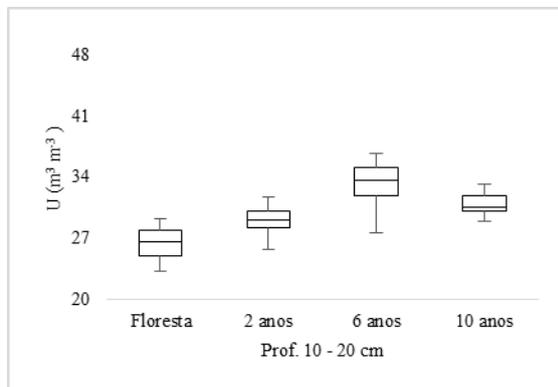


Figura 20. Umidade do solo prof. 10 – 20 cm.

Para a área de floresta natural, a umidade assumiu valores menores para as profundidades de 0 – 10 e de 10 – 20 cm, em relação aos demais áreas. Os maiores valores foram encontrados na área com seis anos de pousio que apresentou valores mínimo de 27,62 e máximo de 45,26 %, nota-se que, nas figuras de RP (figuras 18 e 19) os menores valores foram observados justamente nesta área em que observa-se os maiores valores de umidade, evidenciando a ligação direta destes atributos.

Há uma tendência de redução da resistência à penetração em profundidade, o que deve-se a aumento de umidade ao longo do perfil do solo (figuras 18 e 19). Neste sentido, verifica-se boas características dos atributos físicos do solo avaliado, todas os valores estão abaixo de 2MPa, preconizado por Benghough e Mullins (1990), como crítico para o desenvolvimento das cultuas. Tormena e Roloff (1996), afirmam que valores de resistência do solo à penetração iguais ou maiores de 2MPa são restritivos ao crescimento das raízes e que o valor de 1MPa é crítico, mais não impeditivo.

O diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP), foram os valores utilizados para expressar a estabilidade de agregação das áreas estudadas. Os resultados de DMG encontram-se na figura 22 e os de DMP na figura 23.

De modo geral, o DMG e o DMP apresentaram comportamento semelhante em quase todas as áreas, ainda que assumindo tamanhos diferentes em cada uma delas, havendo uma maior agregação das partículas à medida que o tempo de pousio aumenta (Figura 21 e 22), em algumas áreas os maiores tamanhos de agregados mostraram-se na

profundidade de 10 a 20 cm, mesmo com teores baixos de matéria orgânica (Figura 27) nessas áreas, confirmando o que afirma Castro Filho *et al.* (1998), que não encontraram influência do carbono orgânico na agregação do solo na camada de 10 - 20 cm, atribuindo outros fatores à agregação atuando ou não em conjunto com a matéria orgânica (MO).

Pode-se observar esse fato nas áreas com seis anos de pousio para o DMG (figura 23), onde os maiores tamanhos de agregados foram encontrados na profundidade de 0 a 10 cm, como se comporta normalmente esse atributo em razão da maior presença de MO nas profundidades iniciais e, na área com dois anos de pousio para o DMG (figura 22) na mesma profundidade.

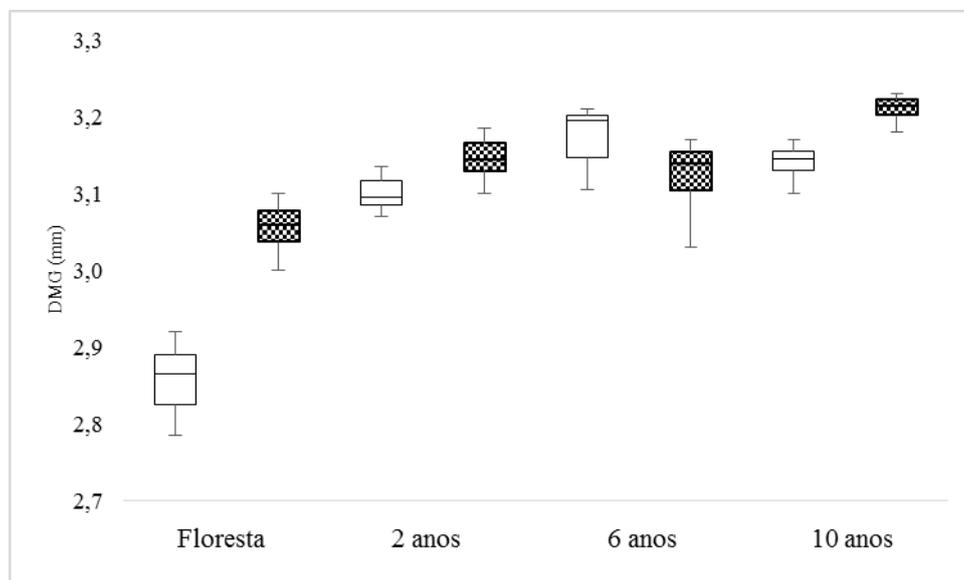


Figura 21. Diâmetro médio geométrico (DMG) das áreas nas profundidades 0-10 (sem hachuras) e 10 - 20 cm (com hachuras).

O comportamento não uniforme da estabilidade de agregados entre as áreas é normal, como afirma Souza *et al.* (2009), dizendo que esses atributos podem variar dentro de uma mesma paisagem.

Tanto para o DMG quanto DMP, a área de floresta apresentou baixa quantidade de agregação, discordando com Mello (2002), onde o mesmo afirma que em áreas de floresta, ocorre maior estabilização dos agregados devido os levados teores de MO, permitindo maior infiltração e diminuir o escoamento superficial da água. De toda forma, a área de floresta em questão não apresentou os maiores valores médios de MO,

de modo que podemos observar tal comportamento na área com 10 anos de pousio, que por ventura apresentou os maiores índices de agregação.

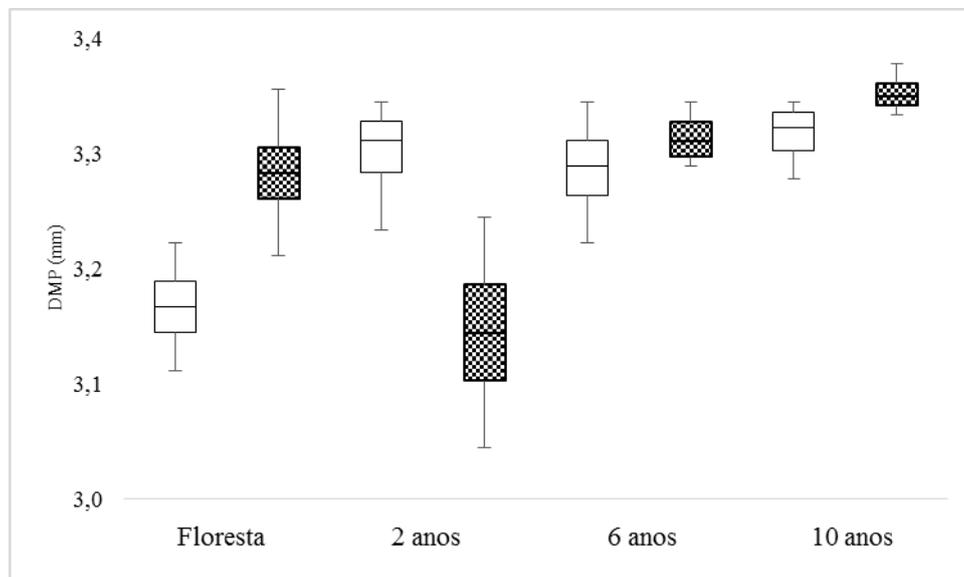


Figura 22. Diâmetro médio ponderado (DMP) das áreas nas profundidades 0-10 (sem hachuras) e 10 - 20 cm (com hachuras).

Observa-se que os valores de DMP apresentaram tamanhos maiores nas profundidades de 10 – 20 cm, com exceção apenas da A₂, que apresentou comportamento inverso. Segundo Castro Filho *et al.* (1998), o DMP pode refletir a maior resistência do solo à erosão, não somente em razão da força de ligação das partículas que formam os agregados, mais também porque são esperados para maiores agregados maiores espaços porosos, aumentando a infiltração e diminuindo o arraste do solo pela enxurrada. Diante disso, pode-se notar a grande suscetibilidade que a grande maioria das áreas apresentam a degradação, uma vez que apresentam menores tamanhos de agregados na camada de 0 – 10 cm.

Apenas a A₂ apresentou maior agregação na camada de 0 – 10, fato que explica-se pelo menor tempo de pousio da área, e ainda guardar os efeitos da última cultura nela inserida.

4.2. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

De forma geral houve interação significativa entre profundidade e tempo de pousio, para as características químicas do solo, exceto para SB.

Em relação ao pH em água e em KCl, observa-se que os valores mais altos foram encontrados na área com pousio de dois anos na profundidade de 0 – 10 cm, no entanto, diferindo estatisticamente somente da área com 10 anos de pousio, os valores referentes a área com dez anos de pousio nas profundidades de 0 - 10 cm são considerados baixos assim como na profundidade de 10 - 20 cm (Figura 23 e 24) para a área de floresta nativa e área com dois anos de pousio que também são considerados agronomicamente baixos (RIBEIRO et al., 1999). O resultado característico para o segundo ano de pousio

Tal comportamento pode ser decorrente do processo de preparo da área para o cultivo na agricultura itinerante, que é caracterizada inicialmente pela queima da vegetação nativa (PEDROSO JÚNIOR et al., 2008), e as cinzas são depositadas nas camadas superficiais do solo aumentando a sua fertilidade pela deposição de nutrientes e aumentando o pH do solo devido sua alta alcalinidade (ARIAS, 1963). Porém, de acordo com Zanini e Sbrissia (2012), em estudo com queima de pastagens, o processo de alteração do pH pode ter curta duração sendo de três meses a um ano. No entanto, entende-se que a massa vegetal das pastagens é muito inferior do que aquela encontrada em florestas ou capoeiras onde normalmente são queimadas para dar lugar ao cultivo itinerante, desta forma, a quantidade de cinzas deste material vegetal pode ficar na área por um período de tempo bem maior quando comparado as pastagens, o que justificaria um pH mais elevado até dois anos em área de pousio, quando comparado aos demais períodos e a área de floresta nativa.

Além disso, a redução do pH do solo na camada superficial (0 – 10 cm) pode ser decorrente crescimento de plantas que extraem os nutrientes básicos do solo principalmente os catiônicos, e exsudam compostos capazes de acidificar o meio como o H^+ , como algumas leguminosas (BOLAN et al., 1991). Porém é possível observar que a medida que se reduz o pH da superfície do solo, há um aumento no pH da camada subsuperficial, porém não diferenciado estatisticamente, mas que pode ser em decorrência da lixiviação de bases da camada de 0 – 10 cm para a camada de 10 – 20 cm devido ao processo de lixiviação intensa que ocorre nesta região, sendo justificado por Reis et al. (2009), que afirma que principal causa dos baixos valores de pH nos

solos da região amazônica é a elevada perda de bases trocáveis e consequente concentração de íons H^+ ao solo, provocada pelo processo de intemperismo influenciado pelas altas temperaturas e longos períodos de precipitação.

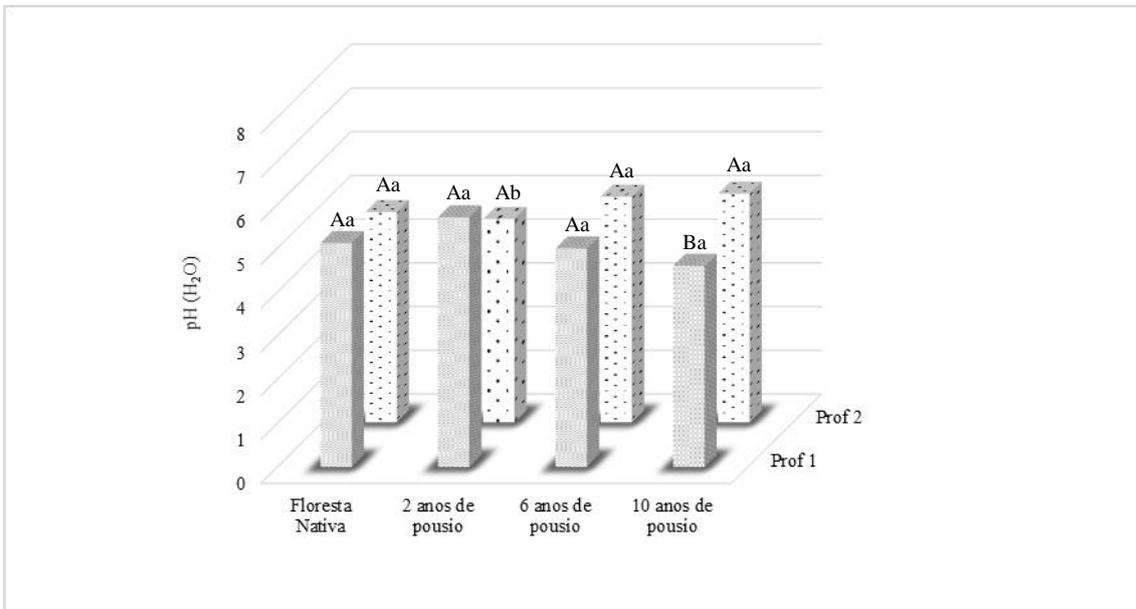


Figura 23. pH em água (H_2O) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

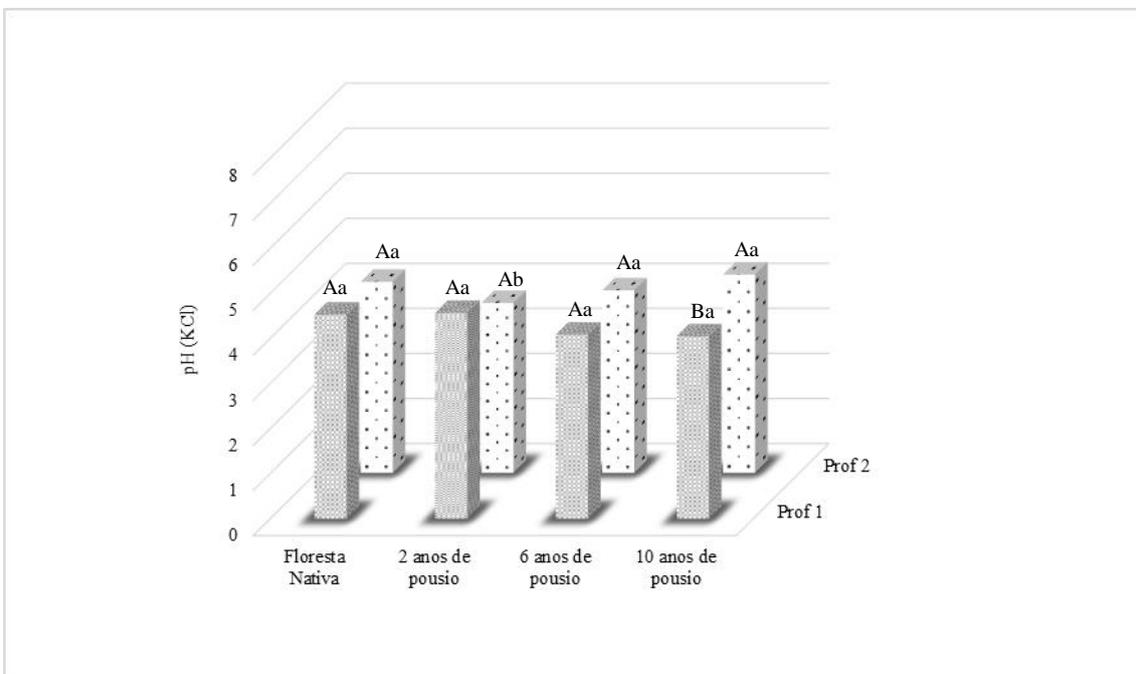


Figura 24. pH em Cloreto de potássio (KCl) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de matéria orgânica variaram entre as áreas e profundidades (Figura 25). Os valores encontrados em ambas as áreas na profundidade de 0 - 10 cm são classificados como médios (RIBEIRO et al., 1999).

Na profundidade de 10 - 20 cm somente a área com dois anos de pousio apresentou valor médio, as demais áreas apresentaram valores considerados altos para este atributo (RIBEIRO et al., 1999). Em ambas as camadas avaliadas a área com dez anos de pousio foi superior aos demais períodos de pousio e da floresta nativa, sendo explicado pelo maior aporte de carbono pela biomassa vegetal, principalmente e maior quantidade de matéria orgânica estabilizada (MADARI et al., 2010).

Silva et al. (2007), observaram que mudanças na cobertura vegetal original, no sentido floresta – capoeira – pastagem, resultam na diminuição nos teores de matéria orgânica, sendo os maiores teores na camada superficial, o que explicaria alguns resultados encontrados no presente estudo.

A área com seis anos de pousio apresentou o menor valor para matéria orgânica do solo, demonstrando que o manejo efetuado nesta área tem proporcionado perdas de carbono orgânico e menor aporte de material orgânico. De acordo com Bayer e Mielniczuk (2008), sob vegetação natural a matéria orgânica do solo se encontra estável e, quando submetida ao uso agrícola, pode ocorrer redução acentuada no seu conteúdo.

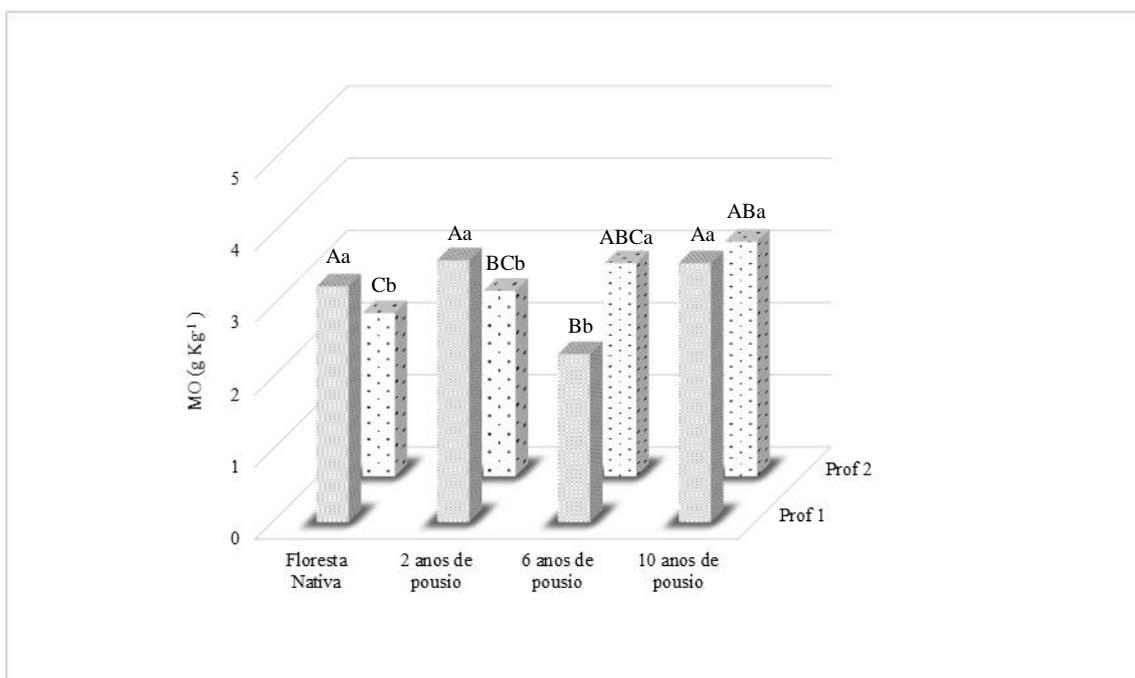


Figura 25. Teores de matéria orgânica (MO) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A distribuição do fósforo nas camadas do solo apresentou-se de forma bastante irregular, sendo que nos casos analisados, este elemento foi encontrado em níveis mais elevados nas camadas mais profundas do solo.

Com base nos resultados observa-se que o fósforo apresenta diferenças entre as áreas e profundidades, e que os teores de fósforo no solo são considerados baixos (RIBEIRO et al., 1999). Notadamente, os teores de fósforo disponível estão baixos nas áreas de floresta nativa ($5,21 \text{ mg dm}^{-3}$) e nas áreas com seis ($6,85 \text{ mg dm}^{-3}$) e dez anos de pousio ($7,90 \text{ mg dm}^{-3}$), na profundidade de 0 - 10 cm (Figura 26). De forma semelhante ao encontrado neste estudo Fajardo et al. (2009), também observaram baixos teores de fósforo em área de floresta quando comparado a outras áreas.

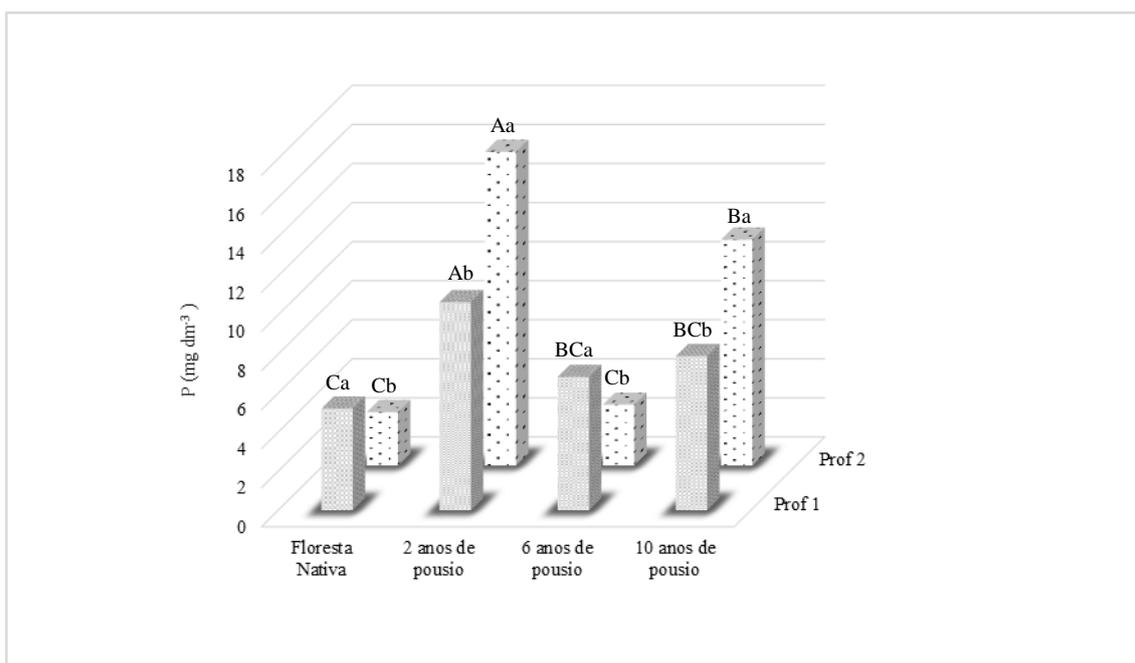


Figura 26. Teores de fósforo (P) em duas profundidades (Prof 1: 0 - 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tais resultados sugerem que aos dois anos de pousio a vegetação possivelmente composta por espécies pioneiras promovam uma ciclagem rápida deste elemento na camada superficial devido as suas configurações radiculares que são mais superficiais, e

não tenha utilizado todo o P das camadas mais profundas do solo que antes da queima estava incorporado na vegetação nativa. Somente dentro do período de seis anos a maior parte do P pode ser extraído do solo por uma vegetação com aporte maior tanto de parte aérea como de raiz, se mantendo na massa vegetal em crescimento, sendo que após 10 anos de pousio, a vegetação começa um processo de estabilização, devolvendo parte do P na forma de matéria orgânica promovendo um novo aumento na disponibilidade deste elemento.

Em relação ao potássio (K), verificou-se que também houve diferença uma significativa entre as profundidades estudadas.

A área com seis anos de pousio na profundidade de 10 - 20 cm apresentou maior teor médio de potássio, diferindo das demais áreas desta mesma profundidade, sendo que estas áreas apresentaram valores maiores que os encontrados na profundidade de 0 - 10 cm, apresentando teores agronomicamente baixos de potássio (Figura 27).

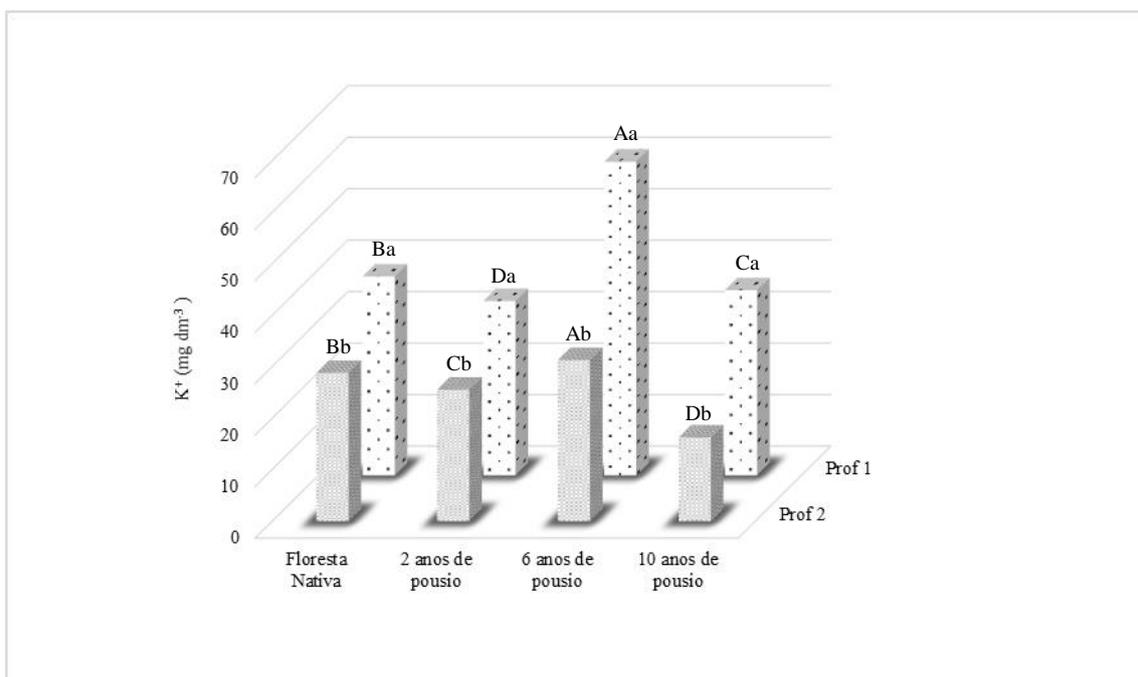


Figura 27. Teores de potássio (K⁺) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados indicam que as áreas avaliadas não são homogêneas devido ao manejo ou uso do solo. Além disso, a maior quantidade de potássio nas áreas com dois e

dez anos de pousio seguem o mesmo comportamento observado para a orgânica na camada superficial nessas áreas.

Os resultados encontrados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) nos teores K relacionados a cada área e profundidade estudada. Os teores de K são considerados baixos em todas as áreas na profundidade de 0 - 10 cm (RIBEIRO et al., 1999).

O menor teor de potássio observado para a área com dez anos de pousio provavelmente por ser um elemento bastante móvel no solo (Oliveira et al., 2004) é provável que tenha sido carreado pelas chuvas para as camadas mais profundas do solo, logo que há uma visível redução nos teores de K nas camadas superficiais (0 - 10 cm) em relação a camada mais profunda de solo (10 - 20 cm).

Os resultados encontrados para os teores de cálcio no solo apresentaram diferença significativa para cada uma das áreas e profundidades estudadas. Os teores cálcio apresentaram amplitude de muito alto, alto e médio (RIBEIRO et al., 1999), na profundidade de 0 - 10 cm, o teor de cálcio apresentou teores médios na área com seis anos de pousio, enquanto que na profundidade de 10 - 20 cm os teores médios foram observados apenas na área de floresta nativa (Figura 28).

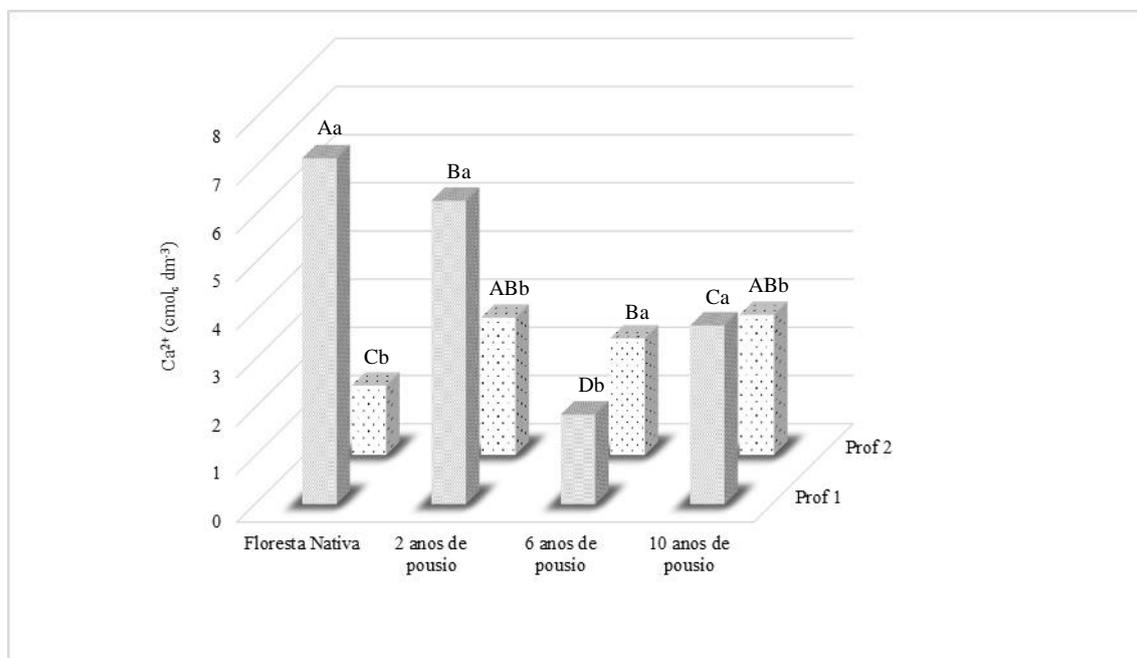


Figura 28. Teores de cálcio (Ca^{2+}) em duas profundidades (Prof 1: 0 - 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A área de floresta nativa e a área com dois anos de pousio apresentaram valores maiores de cálcio diferindo das áreas com seis e dez anos de pousio na profundidade 0 - 10 cm.

O cálcio é um elemento altamente associado a matéria orgânica, principalmente por ser encontrado em grandes quantidades na parede celular das plantas (EMANUELE e STAPLES, 1990). É provável que a mineralização da matéria orgânica tenha contribuído para os resultados observados para este elemento, uma vez que obedecem um comportamento semelhante ao do teor de MO na camada superficial o solo, exceto para o ambiente de floresta nativa, no entanto, há a possibilidade de que neste ambiente a mineralização da MO ocorra de forma mais acelerada, deixando o Ca disponível.

Observa-se que na profundidade de 10 - 20 cm há um aumento no teor de Ca disponível a medida que o período de pousio aumenta, em contrapartida, na camada superficial de 0 - 10 cm há uma redução no teor de cálcio desta camada de solo até o período de pousio de 6 anos, em seguida, ocorre um novo aumento no teor deste elemento. Sendo que os valores encontrados para o teor de cálcio nas áreas de floresta nativa, com dois e dez anos de pousio são maiores que $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 28), o que os classificam como muito alto e alto (RIBEIRO et al., 1999).

Os resultados encontrados para os teores magnésio foram semelhantes na área de floresta nativa com a área de dois anos de pousio na profundidade de 0 - 10 cm, diferindo das demais áreas, sendo considerados agronomicamente baixos (RIBEIRO et al., 1999).

Da mesma forma os resultados encontrados na profundidade de 10 - 20 cm foram semelhantes aos resultados observados na profundidade de 0 - 10 cm apresentando diferença significativa entre as áreas dentro desta profundidade para as áreas com seis e dez anos de pousio (Figura 29).

Os teores de magnésio foram considerados baixos, médio e alto na profundidade, de 10 - 20 cm (RIBEIRO et al., 1999), sendo observado diferença significativa nas profundidades.

Notadamente tanto para o ambiente de floresta nativa como para o período de 2 anos de pousio, os níveis de magnésio se mantiveram estáveis, provavelmente devido ao

ciclo de consumo e reposição deste elemento ser semelhante. No período de seis anos há uma inversão dos teores onde ocorre um aumento no teor de Mg considerável na camada superior do solo em relação à camada subsuperficial. E no período de 10 anos de pousio, se mantém no mesmo comportamento que no período anterior, no entanto, com uma margem mais estreita entre os teores nas diferentes profundidades estudadas.

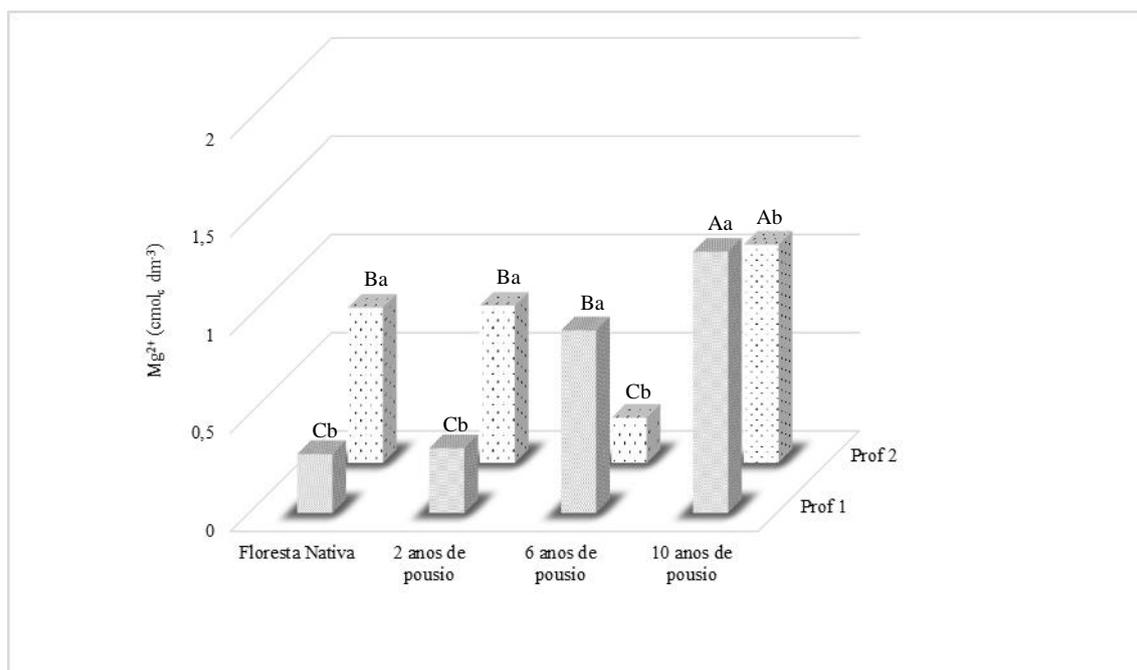


Figura 29. Teores de magnésio (Mg^{2+}) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O teor de Al trocável variou de baixo a muito alto ($0,47$ a $2,10$ $cmol_c dm^{-3}$) na profundidade de 0 - 10 cm. Os maiores valores foram observados nas áreas de floresta nativa ($2,10$ $cmol_c dm^{-3}$) considerado agronomicamente como muito alto e na área com dois anos de pousio ($1,21$ $cmol_c dm^{-3}$) considerado como alto.

Resultado semelhante ao encontrado para o teor de alumínio trocável na profundidade de 0 - 10 cm para a área de floresta nativa e para a área com dois anos de pousio, também foi observado na profundidade de 10 - 20 cm ($2,12$ e $1,20$ $cmol_c dm^{-3}$).

Ambas as profundidades acompanham a redução do pH na camada de 10 - 20 cm, o que de acordo com Zambrosi et al. (2007), é comum em camadas mais profundas. Além disso, foi possível observar que à medida que se aumentou os anos de pousio os teores de alumínio diminuíram. Fato este que pode ser observado para o menor valor

encontrado para o teor de alumínio na área com dez anos de pousio (0,47 e 0,20 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) (Figura 30).

Tal fato pode ser explicado pelo processo de intemperização e formação das florestas, onde ocorre a extração de elementos minerais essenciais as plantas além de perdas nos solos destes mesmos elementos por processos naturais como a lixiviação, e por possuir uma quantidade maior de cargas negativas, os solos tropicais apresentam maior capacidade de reter o cátion Al^{3+} . Logo é possível que a matéria orgânica tenha contribuído para a redução no teor deste cátion por processos de complexação com a própria matéria orgânica ou com elementos fornecidos por ela e após complexados, foram carreados para camadas mais profundas do solo.

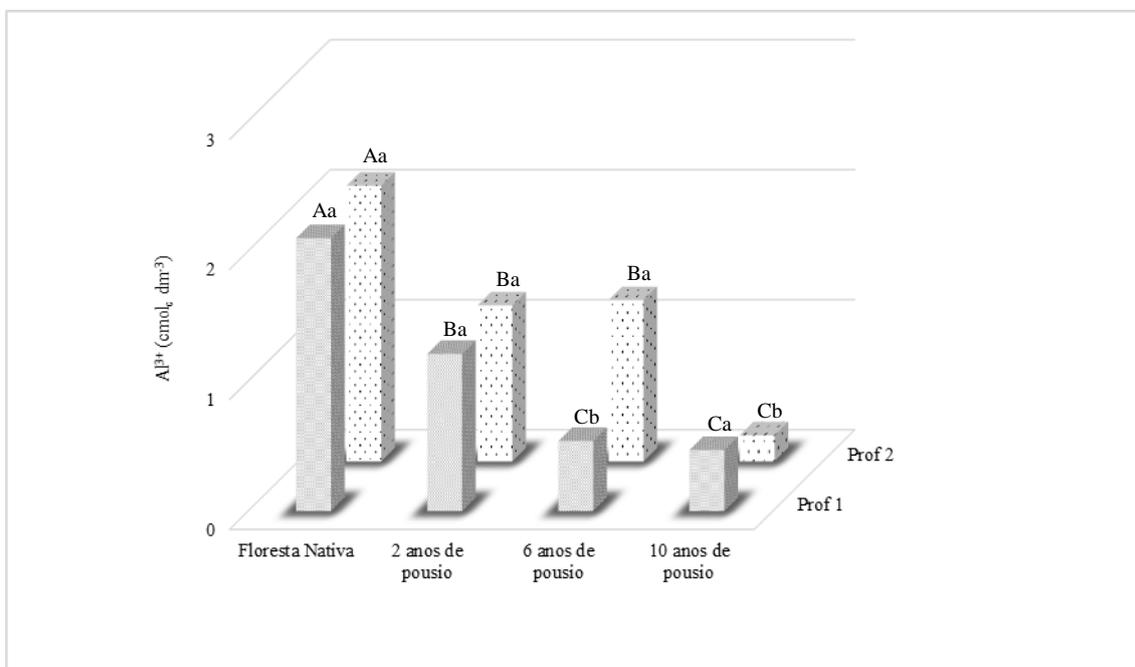


Figura 30. Alumínio trocável (Al^{3+}) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Embora a área com floresta nativa e a área com dois anos de pousio mantenham níveis elevados de fertilidade, neste ambiente também pode ser verificado acidez elevada e valores tóxicos de Al trocável, ao contrário das áreas com seis e dez anos de pousio que apresentaram baixas concentrações desse elemento.

Com relação à acidez potencial ($\text{H}+\text{Al}$) nos solos estudados apresentou valores esperados para cada sistema, sendo área com dois anos de pousio > floresta nativa >

área com seis anos de pousio > área com dez anos de pousio em ambas as profundidades avaliadas (Figura 31). Os valores para a área com dois anos de pousio (9,76 e 9,88 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) nas profundidades de 0 - 10 e 10 - 20 cm são considerados muito alto, na área de floresta nativa (9,43 e 7,43 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) estão entre muito alto a médio, enquanto que na área com seis e dez anos de pousio os valores são considerados altos nas duas profundidades (RIBEIRO et al., 1999).

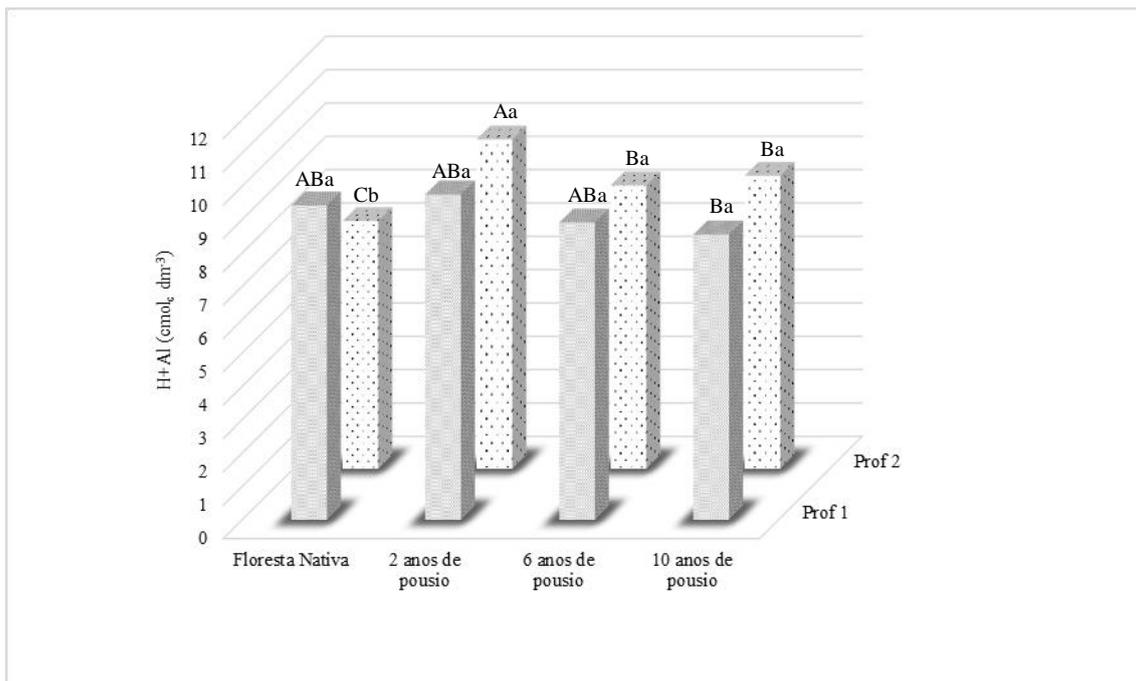


Figura 31. Acidez potencial (H+Al) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação à soma de bases (SB) (Figura 32), a qual congrega os valores de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , verificou-se a ocorrência de valores mais elevados nas áreas de floresta nativa, com dois anos de pousio e com dez anos de pousio, os valores mais altos na área com dois anos de pousio podem ser justificados devido às aplicações mais recentes de calcário e fertilizantes, conforme demonstrado pelos teores de Ca^{2+} e K^+ , principalmente na camada de 0 - 10 cm. Segundo Matias et al. (2009), dentre os benefícios proporcionados pela prática da calagem, destaca-se o aumento nos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} do solo, principalmente na camada arável do solo.

Na profundidade de 10 - 20 cm verifica-se para SB uma distribuição gradativa dos nutrientes nas áreas estudadas, porém com maior valor encontrado somente na A₄,

decorre provavelmente de um maior tempo de descanso do solo e da liberação dos nutrientes aos poucos pela decomposição de raízes, galhos e assim incorporados ao solo, o que pode ter contribuído para melhor recuperação da área. Vale salientar que para as áreas com dois e seis anos de pousio, torna-se necessária, além da prática da calagem, a aplicação de fertilizantes visando elevar os teores de nutrientes no solo, principalmente de Mg^{2+} e K^+ .

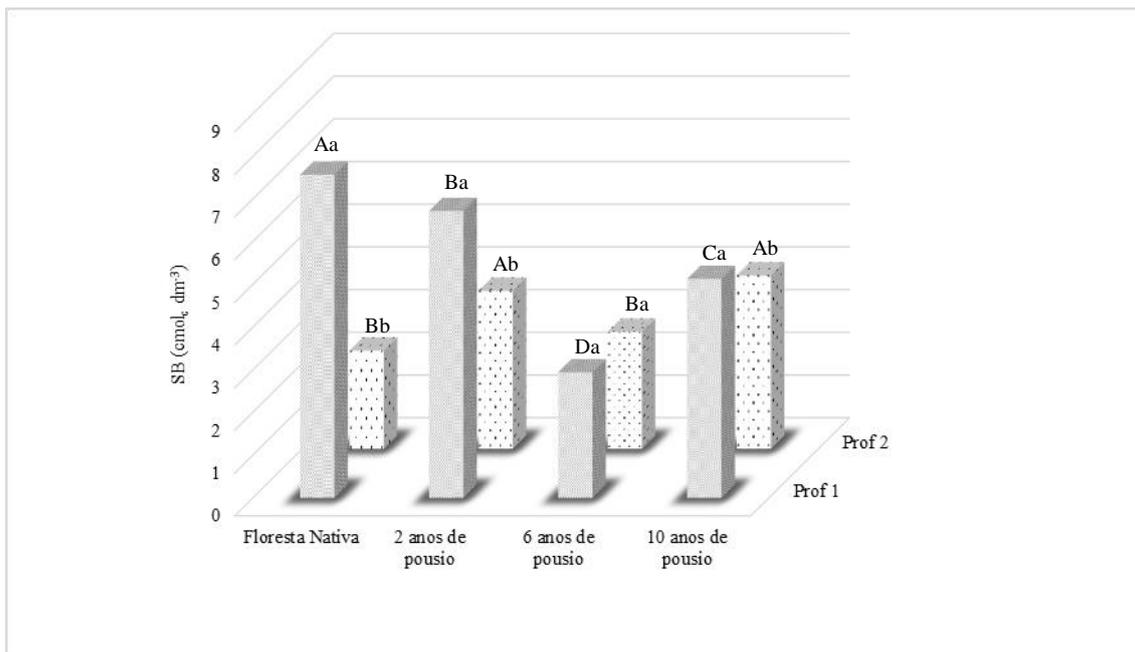


Figura 32. Soma de base (SB) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a CTC efetiva e potencial (Figuras 33 e 34) os maiores valores observados encontram-se na área de floresta nativa para todas as profundidades estudadas. Esse efeito deve-se à maior condição de pH dessa área, seguida de maiores valores na área de dois anos de pousio para as duas profundidades, provavelmente estes resultados são decorrentes da aplicação de calcário mais recente (aproximadamente há dois anos), que proporcionou entre outros benefícios, o desbloqueio de cargas ocupadas principalmente pelo Al^{3+} que passaram a serem ocupadas por bases, a exemplo do Ca^{2+} e Mg^{2+} .

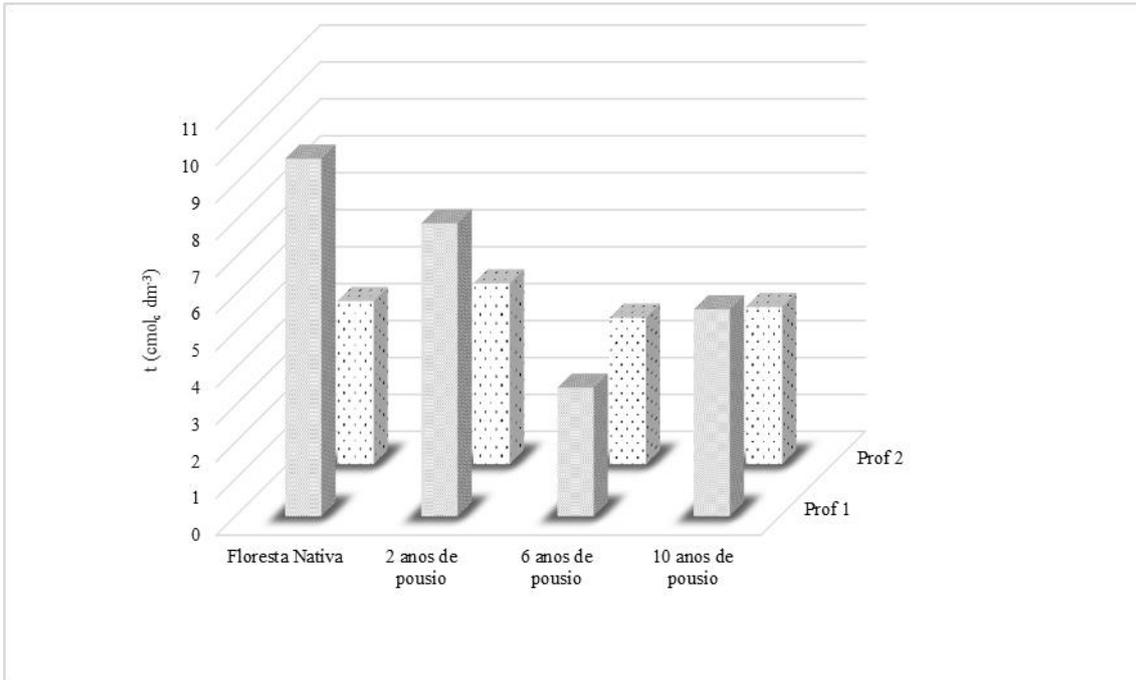


Figura 33. CTC efetiva (t) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

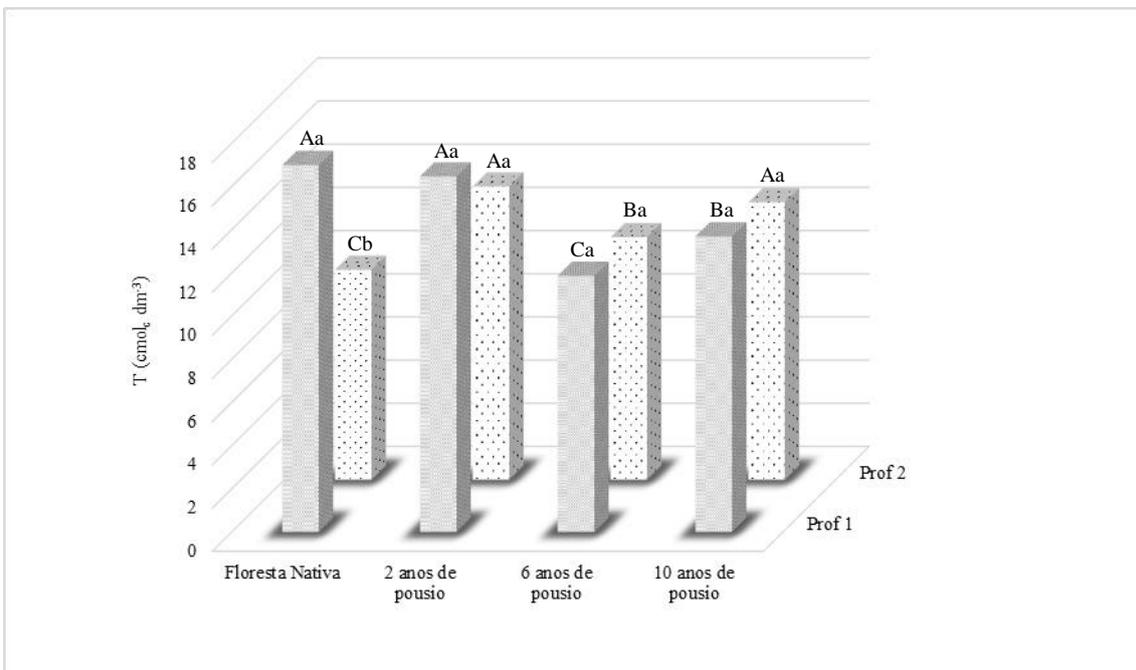


Figura 34. CTC potencial a pH 7 (T) em duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na profundidade de 10 - 20 cm, observou-se um decréscimo da CTC efetiva e potencial em todas as áreas, devido à redução do nível de matéria orgânica que também ocorre em profundidade (Figura 25). Segundo Silva et al. (2004), o incremento de matéria orgânica no solo contribui para o aumento da CTC por meio de cargas elétricas de superfícies.

A relação direta entre matéria orgânica do solo e CTC do solo tem sido verificada (FALLEIRO et al., 2003; ALCÂNTARA et al., 2009), indicando que a redução na CTC efetiva e potencial em profundidade decorre da redução da matéria orgânica do solo, o que segundo os autores também ocorre em profundidade.

Com exceção da área de floresta nativa que apresentou valores considerados médios e da área com dois anos de pousio que recebeu calcário há dois anos, as demais áreas apresentaram saturação por bases (V%) considerada baixa na profundidade de 0 - 10 cm (RIBEIRO et al., 1999), sendo o maior valor (44,50%) observado na área de floresta nativa e o menor (24,79%) na área com três anos de pousio (Figura 35). O que também pode estar relacionada à maior porcentagem de matéria orgânica, havendo assim uma maior disponibilidade de nutrientes nesta profundidade (MALAVOLTA, 2004).

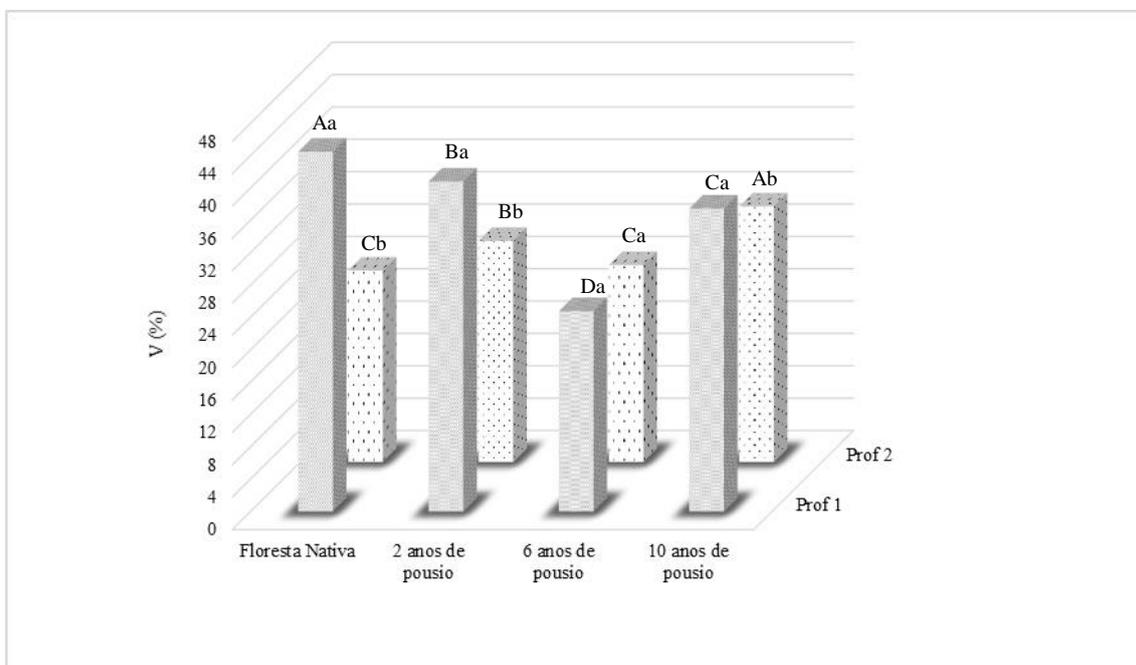


Figura 35. Saturação por base (V %) em duas profundidades (Prof 1: 0 - 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na profundidade de 10 - 20 cm todas as áreas apresentaram valores considerados baixos (RIBEIRO et al., 1999). Sendo que a área com dez anos de pousio apresentou o maior valor para este atributo.

Contudo, os menores valores encontrados nas demais áreas podem estar relacionados aos valores elevados da CTC potencial (Figura 34), que reduziram os valores de (V%) principalmente na área com seis anos de pousio (Figura 35), onde os valores da CTC foram influenciados pela acidez potencial nestes solos, confirmado pelos valores de SB, na profundidade de 10 – 20 cm (Figura 32).

Na análise da saturação por alumínio (m%) observou-se diferença significativa entre a área de floresta nativa quando comparada com as áreas com dois, seis e dez anos de pousio (Figura 36).

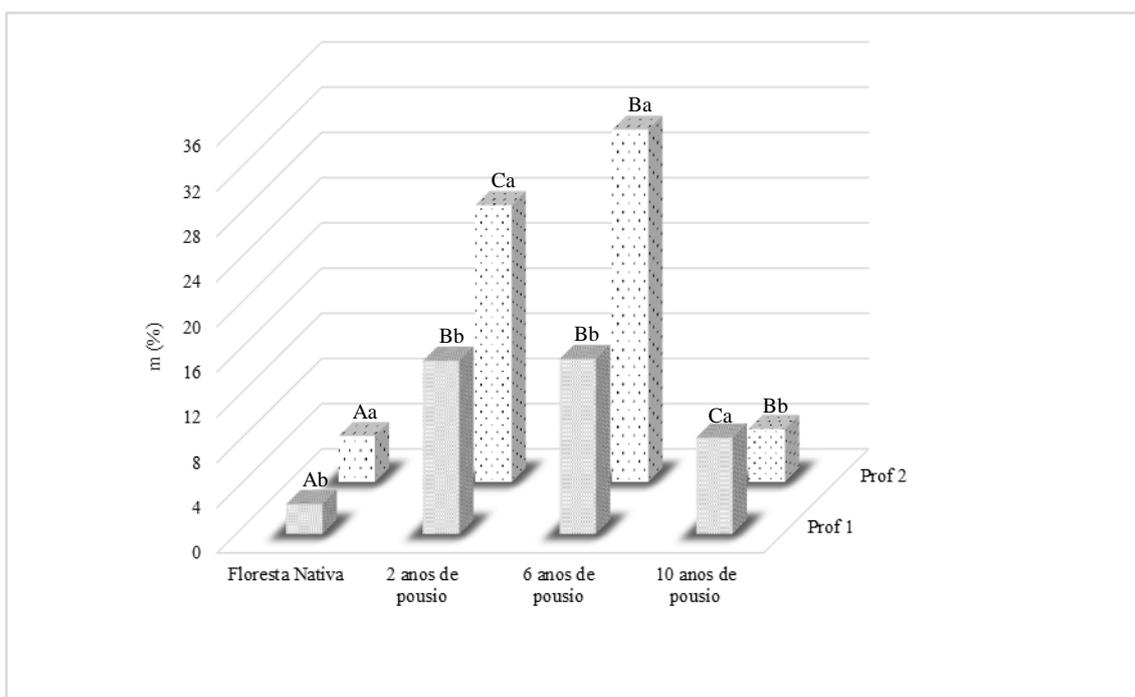


Figura 36. Saturação por alumínio (m %) em quatro áreas e duas profundidades (Prof 1: 0 – 10 cm; Prof 2: 10 - 20 cm) sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para área dentro de profundidade e mesma letra minúscula para profundidade dentro da área não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A área com seis anos de pousio apresentou teores médios significativos na profundidade de 10 - 20 cm. Os níveis de saturação por alumínio encontrado nos diferentes tipos de uso estudados se enquadram como levemente prejudiciais às plantas (RIBEIRO et al., 1999).

5. CONCLUSÕES

A agricultura itinerante não causou degradação física do solo, pois os atributos físicos estão dentro da faixa considerada ideal.

No entanto, afetou negativamente a qualidade química, evidenciada pela baixa disponibilidade de nutrientes.

Os vários ciclos de cultivo sem a reposição dos nutrientes juntamente com a utilização do fogo no manejo do solo, causaram a depleção dos atributos químicos, sendo este um fator determinante para a abertura de novas áreas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, E.N.; NÓBREGA, J.C.A.; FERREIRA, M.M. Métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro afetam atributos. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.3, p.749-757, 2009.
- ALMEIDA, C. X.; CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; JORGE, R. F.; BARBOSA, J. C. Funções de pedotransferência para a curva de resistência à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2235-2243, 2008.
- AMAZONAS, Governo do Estado. 2006. **Roteiro para elaboração de planos de gestão para Unidades de Conservação Estaduais do Amazonas**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SDS. Manaus, Brasil, 2006. 44p. (Série Técnica de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, n.12).
- ANDRADE, C. E.; SANTOS, M. F. P. **Manejo do solo visando maior disponibilidade de água para a cultura do café**. In: ZAMBOLIN, L. (Editor). Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café. Viçosa: UFV, 2004. p. 385-416.
- ARIAS, P.J. Prós e contras da queima dos pastos. **Revista Bras. Fertilizantes Inseticidas e Rações**, 1963.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.7-18.
- BENGHOUGH, A. G.; MULLINS, C. E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. **European Journal of Soil Science**, London, v. 41, p. 341-358, 1990.
- BOLAN N.S.; HEDLEY M.J.; WHITE, R.E.. Processes of soil acidification during nitrogen cycling with emphasis on legume based pastures. Fertilizer and Lime Research Centre, Massey University, Palmerston North, New Zealand. **Plant and Soil**, 1991.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam brasil, folha SB. 20**, Purus. Rio de Janeiro, 1978. 561 p.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. **Causas da compactação do solo**, 2008. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/CompSolo/C3/Comp3.htm>>. Acesso em: 28 de abril de 2014.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas.** São Paulo: Divisão de biblioteca e documentação - ESALQ/USP, 1997. 132 p.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F., PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.C. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:147-157, 2009.

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

CONKLIN, H. C. **The study of shifting cultivation.** Current Anthropology, v. 2, n. 1, p. 27-61, 1961.

COOPER, M. **Degradação e Recuperação de Solos.** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Departamento de Ciência do Solo. Piracicaba Agosto, 2008. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/gerd/Recuperacao/APOSTILA-Recup%20de%20Solos.pdf>>. Acesso em 24 de janeiro de 2013.

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KAMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo.** Campinas: SBCS, 1993.

DIAS, L. E.; MELLO, W. V. Recuperação de Áreas Degradadas. Viçosa: UFV, **Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas**, 1988.

EMANUELE, S. M.; STAPLES, C. R. Ruminal release of minerals from six forage species. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 2052-2060, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FAJARDO, J. D. V.; SOUZA, L. A. G.; ALFAIA, S. S. Características químicas de solos de várzeas sob diferentes sistemas de uso da terra, na calha dos rios baixo Solimões e médio Amazonas. **Revista Acta Amazônica**, vol. 39 n,4, p.731-740, 2009.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.6, p.1097-1104, 2003.

FAS - Fundação Amazonas Sustentável. 2009. **Criação e Significado do Bolsa Floresta.** Disponível em: <<http://www.fas-amazonas.org/pt/secao/programa-bolsa-floresta/criacao-e-significado-do-bolsa-floresta>>. Acesso em 17 de novembro de 2011.

FERREIRA, M.M.; DIAS-JÚNIOR, M.S.; MESQUITA, M.G.B.F.; ALVES, E.A.B. Física do solo. **Textos Acadêmicos**. Lavras: Editora UFLA, 2003. 79p

FRIZANO, J.; VANN, D. R.; JOHNSON, A. H.; JOHNSON, C. M.; VIEIRA, I. C. G.; ZARIN, D. J. **Labile Phosphorus in Soils of Forest Fallows and Primary Forest in the Bragantina Region, Brazil**. Biotropica, v. 35, p. 2-11, 2003.

GIARDINA, C.P.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G.; FOWNES, J.H.; SENOCK, R.S.; **Belowground carbon cycling in a humid tropical forest decreases with fertilization**. (2004). Oecologia, 139, 545–550.

GOOGLE EARTH. Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Jumas. Disponível em: <<http://www.google.com.br>>. Acesso em: 13 de novembro de 2012.

HAKANSSON, I.; LIPIEC, J. A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.53, p.71-85, 2000.

HAMZA, M.A.; ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solution. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 82, 2005.

KEIHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979, 262 p.

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. **Aggregate stability and size distribution**. In: BLACK, C.A. (Ed.) Methods of soil analysis. Madison: ASA, 1965. pt.1, cap.39, p.499-510. (Agronomy, 9).

KLEINMAN, A.W.Z.; WANG, S.C.; LI, X.M.; CHENG, X.Y.; DAI, K.T. The social course of epilepsy: Chronic illness as a social experience in interior China. 1995. **Soc. Sci. Med.**, 40: 1319-1330.

LANLY, J. P. **Tropical Forest Resources**. Rome: FAO, 1982. (FAO Forestry Paper, 30).

MADARI, B. E.; CUNHA, T. J. F.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D. M. B. P.; MARTIN NETO, L.; BENITES, V. M.; COELHO, M. R.; SANTOS, G. A. Matéria Orgânica dos Solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): Suas Características e Papel na Sustentabilidade da Fertilidade do Solo. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. (Org.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. 1 ed. Manaus, AM: Editora da Universidade Federal do Amazonas / Embrapa CPAA, 2010, p. 172-188.

MALAVOLTA, E.; GOMES, P. F.; ALCARDE, J. C. **Aubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2004. 1970p.

MARCOLAN, A. L.; LOCATELLI, M. FERNANDES, S. R. Atributos químicos e físicos de um Latossolo e rendimento de milho em diferentes sistemas de manejo da capoeira. **Comunicado Técnico 352**, Embrapa, Porto Velho, RO, nov, 2009.

MATIAS, M.C.B.; SALVIANO, A.A.C.; LEITE, L.F.C.; GALVÃO, S.R.S. Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.3, p.356-362, 2009.

MELLO, G. **Variabilidade espacial de atributos do solo em áreas intensamente cultivadas nas regiões de Jaboticabal e Monte Alto - SP/ Jaboticabal**, 2002, 78 f. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2002.

MENDONÇA, R.M. Amostragem do Solo para Recomendação de Calagem e Adubação. **Comunicado Técnico 05**, Uberaba – MG. ISSN 2177-854X Julho, 2010.

NEVES JUNIOR, A.F.; SILVA, A.P. da; NORONHA, N.C.; CERRI, C.C. Sistemas de manejo do solo na recuperação de uma pastagem degradada em Rondônia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p.232-241, 2013.

NEVES, C.M.N. das; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; CARDOSO, E.L.; MACEDO, R.L.G.; FERREIRA, M.M.; SOUZA, F.S. de. **Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais**. *Scientia Forestalis*, n.74, p.45-53, 2007.

NHANTUMBO, A B.J.C.; CAMBULE, A.H. Bulk density by proctor test as a function of texture for agricultural soils in Maputo province of Mozambique. **Soil e Tillage Research**, v.87; p.231-239, 2006.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 22 ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

OLIVEIRA, R. H.; ROSOLEM, C. A.; TRIGUEIRO, R. M. Importância do Fluxo de Massa e Difusão no Suprimento de Potássio ao Algodoeiro como Variável de Água e Potássio no Solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2004.

PEDROSO JUNIOR, N.N.; MURRIETA, R.S.S.; ADAMS, C. A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Revista Ciências Humanas*, Belém, v. 3, n. 2, p. 153-174, maio-ago. 2008.

RABELO, N. A. **Método de Análise**. Cadernos Didáticos – 12. Goiânia: Ed. UCG, 2000. 88p.

RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A. **Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo.** R. Bras. Ci. Solo, 31:1609-1623, 2007.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceito, processo e aplicações.** Barueri: Manole, 2004, 478 p.

REIS, M. S.; FERNANDES, A. R.; GRIMALDI, C.; DESJARDINS, T.; GRIMALDI, M. Características químicas dos solos de uma topossequência sob pastagem em uma frente pioneira da Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 52, p. 37-47. 2009.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. Pedologia: Base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1999. 3a ed. 369 p.

RIBEIRO FILHO, A. A.; ADAMS, C.; MURRIETA, R. S. S. The impacts of shifting cultivation on tropical forest soil: a review. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Revista Ciências Humanas, Belém**, v. 8, n. 3, 2013.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação.** Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, 1999. 359p.

RIBENBOIM, Gabriel. **Projeto de Redução de Emissões de GEE Provenientes do Desmatamento na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Juma Amazonas, Brasil.** 2009. Disponível em: <<http://www.fas-amazonas.org>>. Acesso em 17 de novembro de 2011.

SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SANTANA, S. C. Indicadores físicos da qualidade de solos no Monitoramento de pastagens degradadas na região sul do Tocantins. **Dissertação apresentada à Universidade Federal do Tocantins**, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. Tocantins 2009.

SAS Institute Inc., SAS Online Doc, Versão 8, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000.

SCHMITZ, H. **A Transição da Agricultura Itinerante na Amazônia para Novos Sistemas.** Rev. Bras. Agroecologia, v.2, n.1, fev. 2007.

SDS - SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2007. Unidade de Conservação de Uso Sustentável do Juma – Baixo rio Aripuanã/Amazonas. Governo do Estado do Amazonas. 66 p.

SILVA JÚNIOR, C. A.; BOECHAT, C. L.; CARVALHO, L. A. Atributos químicos do solo sob conversão de floresta Amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 566-572, July/Aug. 2012.

SILVA, A.P.; KAY, B.D.; PERFECT, E. Management versus inherent soil properties effects on bulk density and relative compaction. **Soil Tillage Research**, v. 44: 81-93, 1997.

SILVA, L.S.; CAMARGO, F.A O.; CERETTA, C.A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: Meurer, E.J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2004. p.73-100.

SILVA, R. C.; PEREIRA, J. M.; ARAÚJO, Q. R.; PIRES, A. J. V.; DEL REI, A. J. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um Chernossolo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 101-107, 2007.

SOUZA, Z.M.; MARQUES JÚNIOR, J. & PEREIRA, G.T. Geoestatística e atributos do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, 40:48-56, 2009.

ssssKOTTEK, M., J. GRIESER, C. BECK, B. RUDOLF, AND F. RUBEL. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.*, 15: 259-263, 2006.

STOLF, R.; THURLER, A. M.; BACCHI, O. O. S.; REICHARDT, K. Method to estimate soil macroporosity and microporosity based on sand content and Bulk density. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35:447-459, 2011.

TAVARES, Sílvio R. de Lucena et al. **Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: a visão da Cênica do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008.

TERAMOTO, E. R.; LEPSCH, I. F.; VIDAL-TORRADO, P. **Relações solo, superfície geomórfica e substrato geológico na microbacia do ribeirão Marins** (Piracicaba SP). *Scientia Agrícola*, v.58, p. 361-371, 2001.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G. Dinâmica da Resistência à Penetração de Um Solo Sob Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.333-339, 1996.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 58 p. Circular Técnico.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.13, p.1467-1476, 1988.

ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L. R. F.; CAIRES, E. F. **Teores de alumínio trocável e não trocável após calagem e gessagem em Latossolo sob sistema plantio direto.** *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 3, p. 487-495, 2007.

ZANINI, A.M.; DINIZ, D. Efeito da queima sobre o teor de umidade, características físicas e químicas, matéria orgânica e temperatura no solo sob pastagem. **Ver. Eletrônica de Veterinária**, V7, Nº 3. Espanha, 2006.

ZANINI, G. D.; SBRISSIA, A.F. Fogo em pastagens: estratégia de manejo. **Management Tool**. 2012.

ZARIN, D. J.; DAVIDSON, E. A.; BRONDIZIO, E. S.; VIEIRA, I. C. G.; SÁ, T.; FELDPAUSCH, T.; SCHUUR, E. A. G.; MESQUITA, R.; MORAN, E.; DELAMONICA, P.; DUCEY, M. J.; HURTT, G. C.; SALIMON, C.; DENICH, M. Legacy of fire slows carbon accumulation in Amazonian forest regrowth. **Frontiers in Ecology and Environment**, v. 3, p. 365-369, 2005.

7. ANEXOS

Anexo A. Tabela de atributos físicos.

	Areia -----%-----	Silte	Argila	Ds Mg m ⁻³	Pt %	Ds_{máx} Mg m ⁻³	Ds_{rel} %	RP MPa	U m ³ m ⁻³
Área 1 - Profundidade 0,0-0,10									
Máximo	0,40	21,60	38,00	1,21	62,78	1,67	72,20	2,60	32,42
Média	0,40	21,60	38,00	1,12	57,76	1,67	66,85	1,92	27,68
Mínimo	0,40	21,60	38,00	0,99	54,38	1,67	58,92	1,37	23,56
Área 1 - Profundidade 0,10-0,20									
Máximo	0,37	21,50	42,00	1,30	56,35	1,66	78,76	1,37	34,96
Média	0,37	21,50	42,00	1,24	53,06	1,66	75,09	1,10	26,99
Mínimo	0,37	21,50	42,00	1,16	50,77	1,66	69,83	0,90	23,24
Área 2 - Profundidade 0,0-0,10									
Máximo	0,39	21,15	40,00	1,26	64,27	1,67	75,75	1,78	37,70
Média	0,39	21,15	40,00	1,13	57,28	1,67	67,90	1,36	30,09
Mínimo	0,39	21,15	40,00	0,95	52,34	1,67	56,79	0,97	25,47
Área 2 - Profundidade 0,10-0,20									
Máximo	0,35	22,80	42,00	1,54	54,15	1,65	93,53	0,97	33,05
Média	0,35	22,80	42,00	1,44	46,66	1,65	87,45	0,87	29,59
Mínimo	0,35	22,80	42,00	1,21	41,75	1,65	73,61	0,69	25,75
Área 3 - Profundidade 0,0-0,10									
Máximo	0,41	19,50	40,00	1,20	72,44	1,67	71,94	1,10	45,26
Média	0,41	19,50	40,00	1,04	62,32	1,67	62,20	0,85	40,33
Mínimo	0,41	19,50	40,00	0,73	54,54	1,67	43,61	0,28	30,13
Área 3 - Profundidade 0,10-0,20									
Máximo	0,36	14,30	50,00	1,29	62,79	1,65	77,81	0,63	39,85
Média	0,36	14,30	50,00	1,14	58,00	1,65	68,99	0,48	34,11
Mínimo	0,36	14,30	50,00	0,99	51,47	1,65	59,66	0,28	27,62
Área 4 - Profundidade 0,0-0,10									
Máximo	0,44	15,65	40,00	1,24	61,18	1,69	73,21	1,24	37,62
Média	0,44	15,65	40,00	1,14	57,81	1,69	67,20	1,09	34,68
Mínimo	0,44	15,65	40,00	1,03	53,25	1,69	60,79	0,83	29,33
Área 4 - Profundidade 0,10-0,20									
Máximo	0,41	9,45	50,00	1,36	53,43	1,67	81,39	0,90	33,24
Média	0,41	9,45	50,00	1,31	51,19	1,67	77,92	0,80	31,12
Mínimo	0,41	9,45	50,00	1,23	48,56	1,67	73,68	0,68	28,91

Anexo B. Tabela resumo da Análise de variância das características químicas das nas áreas estudadas.

Causa da Variação	GL	Quadrado Médio						
		pH		MO (%)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
		H ₂ O	KCl					
Área	3	0,112 ^{ns}	0,136 ^{ns}	0,991 ^{**}	152,35 ^{**}	677,50 ^{**}	9,739 ^{**}	0,862 ^{**}
Profundidade	1	0,161 ^{ns}	0,302 ^{ns}	1,598 ^{**}	4,120 ^{ns}	2605,31 ^{**}	44,438 ^{**}	0,015 ^{ns}
A x P	3	1,035 [*]	0,454 [*]	1,217 ^{**}	40,328 ^{**}	150,85 ^{**}	15,708 ^{**}	0,655 ^{**}
Resíduo	24	0,257	0,111	0,548	1,108	0,002	0,222	0,01
CV (%)		10,08	7,91	7,86	13,14	1,99	6,86	11,81

Continuação

Causa da Variação	GL	Quadrado Médio						
		Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m
		-----cmolc dm ⁻³ -----					-----%-----	
Área	3	4,427 ^{**}	3,079 ^{**}	9,119 ^{**}	17,877 ^{**}	16,152 ^{**}	187,43 ^{**}	1081,9 ^{**}
Profundidade	1	0,348 [*]	2,152 ^{ns}	45,740 ^{**}	47,679 ^{**}	67,738 ^{**}	825,73 ^{**}	1124,5 ^{**}
A x P	3	0,345 ^{**}	2,115 [*]	10,154 ^{ns}	11,975 ^{**}	19,024 ^{**}	159,26 ^{**}	319,78 ^{**}
Resíduo	24	0,078	0,232	0,121	0,101	0,409	1,772	4,074
CV (%)		12,87	5,41	6,11	5,75	4,80	4,18	9,53

A = Área; P = Profundidade; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} : não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.