

WALLY STANLEY ARAÚJO DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICO DE UM SOLO  
SUBMETIDO A DIFERENTES TIPOS DE USO NO ACRE**



RIO BRANCO

2009

WALLY STANLEY ARAÚJO DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICO DE UM SOLO  
SUBMETIDO A DIFERENTES TIPOS DE USO NO ACRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Tadário Kamel de Oliveira

RIO BRANCO

2009

© OLIVEIRA, W. S. A. 2008.

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal do  
Acre

O48a

OLIVEIRA, Wally Stanley Araujo de. **Avaliação dos atributos químicos e físico de um solo submetido a diferentes tipos de uso no Acre.** 2008. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Acre, Rio Branco – Acre, 2008.

Orientador: Prof. Dr. Tadário Kamel de Oliveira

1. Uso da terra, 2. Amazônia, 3. Sistema agroflorestal, I.  
Título

CDU 631.412 (811.2)

# **AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICO DE UM SOLO SUBMETIDO A DIFERENTES TIPOS DE USO NO ACRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

APROVADA em: 31 de outubro de 2008.

---

1º Dr. Luis Pedro de Melo Plese

UFAC

---

2º Prof. Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto

UFAC

---

Prof. Dr. Tadário Kamel de Oliveira  
(UFAC / EMBRAPA)  
(Orientador)

RIO BRANCO  
ACRE - BRASIL

À minha amada esposa Maria Lúcia da Silva dos Anjos Oliveira,  
aos meus pais Moacir Guedes de Oliveira e Maria  
de Nazaré Araújo de Oliveira e aos meus amados  
filhos, Iara Maria, Matheus e Melissa.

***Dedico***

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a DEUS, autor da minha vida e que me proporcionou as oportunidades necessárias para alcançar as devidas vitórias até então.

Em especial aos meus pais que sempre batalharam e se dedicaram para que eu pudesse estudar e ser uma boa pessoa e um profissional de caráter e responsabilidade.

A minha esposa que sempre me apoiou mesmo nos momentos mais difíceis dessas caminhadas.

Ao meu orientador, professor Dr. Tadário Kamel de Oliveira, pelo apoio e ajuda acreditando em meu potencial acadêmico, e ao professor Dr. Paulo Guilherme Salvador Wadt, por todo o aprendizado e experiências vividas pelo convívio professor aluno.

Aos professores Dr. Jorge Kusdra, Dr. Sebastião Elviro e Dr. Antonio Gilson pela ajuda e consideração recebida e aos professores Dr. Josué Bispo e o Dr. Luís Pedro de Melo Plese pela revisão e participação na banca.

A toda a equipe do laboratório de Solos da EMBRAPA – ACRE, que me ajudaram no trabalho de campo e nas análises de laboratório. E pelo apoio financeiro recebido do Programa Beca.

Ao Sr. João Paraná pela concessão da área para realização do trabalho.

A todos os meus colegas da turma do Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal de 2006, Ana Suzete, Felicia Leite, Francisco Chagas Bezerra dos Santos, Lya Beiruth, Luanna Almeida, Marco Aurelio, Pedro Ferraz, Roberval Mendes, Robson Galvão e Rodrigo Guedes.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a construção desse trabalho.

**MUITO OBRIGADO!**

*Semeai*

*Semeai um pensamento e colhei um ato,  
semeai um ato e colhei um hábito,  
semeai um hábito e colhei um caráter,  
semeai um caráter e colhei um destino.*

**Huston Smith**

## RESUMO

Entender o que os impactos causados pelas mudanças nos tipos de usos da terra podem ocasionar nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo é essencial para a obtenção de sistemas de produção sustentáveis, visando o desenvolvimento agropecuário. É necessário conhecer indicadores de qualidade de solo sensíveis as mudanças de uso da terra. O objetivo deste trabalho foi estudar alterações nos atributos químicos e físico do solo em quatro tipos de uso da terra. Foram selecionadas quatro áreas: pastagem, sistema agroflorestal (SAF), floresta e seringal de cultivo. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado – DIC, no esquema parcela subdividida. Os tratamentos foram os quatro tipos de uso do solo, onde foram coletadas amostras indeformadas de solo nas profundidades de 0 -5 cm; 5 -10 cm; 10 – 15 cm; e 15 – 20 cm (subparcelas), com quatro repetições por área, totalizando 64 amostras. Determinou-se as variáveis: pH, cálcio, magnésio, potássio, alumínio trocável, sódio, fósforo, acidez potencial, carbono orgânico, soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva e potencial, saturação de bases (V) e de alumínio (m) e a densidade aparente (Da). O cálcio, fósforo e Da, apresentaram dependência entre os fatores (tipos de uso e profundidades). Nos quatro tratamentos as variáveis indicam uma fertilidade baixa a média. A pastagem apresentou o pH, Mg, SB e V valores maiores que os demais tratamentos, porém apresentou menores quantidades de fósforo e carbono orgânico e maior densidade aparente, estando o solo mais susceptível a perda de fertilidade e compactação ao longo do tempo. Nos tratamentos floresta e seringal de cultivo, observou-se elevada acidez e média saturação de bases, entretanto o teor de fósforo, carbono orgânico e a densidade aparente apresentaram melhores resultados nesses sistemas, onde o seringal aparece como um sistema estável assim como o sistema florestal. A densidade aparente, os teores de cálcio e fósforo foram os atributos que mais refletiram as alterações nos tipos de uso do solo.

Palavras-chave: uso da terra, Amazônia, sistema agroflorestal, densidade.

## ABSTRACT

Understand what the impacts caused by changes in the types of uses of land may ocasionar physical properties, chemical and biological soil is essential for achieving sustainable production systems, to develop agricultural. It is necessary to know soil quality indicators sensitive to changes in land use. The objective of this work was to study changes in physical and chemical attributes of soil in four types of land use. We selected four areas: Pasture, SAF, Forest and Rubber tree cultivation. The experiment was conducted in a randomized design - DIC, in a split plot layout. The treatments were four types of land use, where undisturbed samples were collected from soil at depths of 0 - 5 cm, 5 -10 cm, 10 - 15 cm and 15 - 20 cm (plots) with four replicates per area, totaling 64 samples. Determining the following variables: pH, calcium, magnesium, potassium, aluminum, sodium, phosphorus, potential acidity, organic carbon, sum of bases (SB), CTC, bases saturation (V) and aluminum (m) and bulk density (Da). The calcium, phosphorus and the presented dependence between the factors (type of use and depths). In the four treatment variables indicate a low to medium fertility. The Pasture showed pH, Mg, SB and V values greater than the other treatments, but had lower amounts of phosphorus and organic carbon and higher bulk density, the soil more susceptible to compaction and loss of fertility over time. The processing of forest and rubber tree cultivation, there was high acidity and average saturation of bases, however the content of phosphorus, organic carbon and bulk density showed better results in these systems, where the rubber tree appears as a stable system is the system as well as Forest. The bulk density, the calcium and phosphorus were the attributes that best reflected the changes in the types of land use.

Keywords: land use, Amazon, agroforestry, bulk density.

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Principais atributos físicos chave e processos relacionados do solo.....	19
QUADRO 2 – Principais atributos químicos chave e processos relacionados do solo.....	20

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fatores e causas que determinam a qualidade e a sustentabilidade do solo .....	17
FIGURA 2 – Taxa de lotação das pastagens nos Municípios do Estado do Acre em 2004.....	23
FIGURA 3 – Distribuição das tipologias florestais no Estado do Acre.....	25
FIGURA 4 – Distribuição dos Solos do Estado do Acre, simplificada em nível de ordem .....	28

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Resultados médios do pH em H <sub>2</sub> O, carbono orgânico (C org) e magnésio (Mg <sup>2+</sup> ) de um solo sob diferentes tipos de uso .....	34
TABELA 2 – Resultados médios da acidez ativa (Al troc), acidez potencial (H + Al), soma de bases (SB), saturação por bases (V) e saturação de alumínio (m) de um solo sob diferentes tipos de uso .....	35
TABELA 3 – Resultados médios de pH e potássio (K <sup>+</sup> ) em quatro níveis profundidades (0-5cm; 5-10cm; 10-15cm; 15-20cm) de um solo sob diferentes tipos de uso .....	37
TABELA 4 – Resultados médios da soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions potencial (T), capacidade de troca de cátions efetiva (t), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) em quatro níveis profundidades (0-5cm; 5-10cm; 10-15cm; 15-20cm) de um solo sob diferentes tipos de uso .....	38
TABELA 5 – Resultados médios do teor de cálcio (Ca) de um solo sob diferentes tipos de uso da terra em quatro profundidades diferentes.....	39
TABELA 6 – Resultados médios do teor de fósforo (P) de um solo sob diferentes tipos de uso da terra em quatro profundidades diferentes .....	40
TABELA 7 – Resultados médios da densidade aparente (Da) de um solo sob diferentes tipos de uso da terra em quatro profundidades diferentes .....	41

## LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE A – Fotos dos sistemas estudados.....	51
APÊNDICE B – Modelo de formulário: Informações gerais das as áreas.....	52
APÊNDICE C – Análise de variância do pH, fósforo (P), carbono orgânico (C org), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), alumínio trocável (Al troc), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), CTC potencial (T), CTC efetiva (t), saturação por bases (V), saturação de alumínio (m) e densidade aparente ( <i>Da</i> ) de um solo submetido a quatro tipos de uso diferentes em quatro profundidades diferentes, conduzido no delineamento inteiramente casualizado, no esquema parcela subdividida 4x4, com quatro repetições, totalizando 64 amostras .....	53
APÊNDICE D – Resultados médios dos atributos químicos e densidade aparente de cada tipo de uso do solo em quatro profundidades .....	54

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	16
2.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO POR MEIO DE INDICADORES ....	18
2.2.1 Indicadores de qualidade do solo .....	18
2.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS RELEVANTES DO TIPO DE USO DA TERRA ESTUDADO .....	22
2.3.1 Pastagem .....	22
2.3.2 Sistemas Agroflorestais (SAFs) .....	24
2.3.3 Florestas .....	24
2.3.4 Seringal de cultivo .....	26
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
3.1 LEVANTAMENTO DE CAMPO E ESCOLHAS DAS ÁREAS .....	27
3.1.1 Descrição das áreas avaliadas .....	28
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	31
3.3 ANÁLISES DOS INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO .....	31
3.3.1 Análise química .....	31
3.3.2 Análise física: densidade aparente .....	32
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS .....	32

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>33</b>
4.1 INFLUÊNCIA DO TIPO DE USO DA TERRA SOBRE ATRIBUTOS DO SOLO.....	33
4.2 ANÁLISE ENTRE AS PROFUNDIDADES .....	37
4.3 ANÁLISE DA INTERAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS NAS CAMADAS DE SOLO SOB DIFERENTES USOS DA TERRA.....	39
4.3.1 Interação nos atributos químicos .....	39
4.3.2 Densidade aparente (Da) de camadas de solo sob diferentes tipos de uso.	41
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O modelo tradicional da ocupação da Amazônia tem levado a um aumento significativo do desmatamento na região (ALENCAR et al., 2004). O avanço das atividades econômicas em larga escala sobre os recursos da Amazônia legal brasileira, aumenta drasticamente a taxa de desmatamento, que no período de 2002 e 2003, foi de 23.750 km<sup>2</sup>, a segunda maior taxa já registrada nessa região, superada somente pela marca histórica de 29.059 km<sup>2</sup> desmatados em 1995 (INPE, 2004).

Ligados ao desmatamento estão o crescimento desordenado das cidades, o aumento da pecuária bovina, exploração madeireira e agricultura familiar, mais recentemente a agricultura mecanizada, representada pelo cultivo da soja e algodão (FEARNSIDE, 2003, ALENCAR et al., 2004 e LAURANCE et al., 2004).

No Estado do Acre, segundo o Zoneamento Ecológico - Econômico do Acre - ZEE Fase II (ACRE, 2006) a atividade pecuária vem se intensificando nas últimas décadas, sendo a principal forma de uso da terra. As pastagens ocupam uma área de 13.352,2 km<sup>2</sup>, que corresponde a 81,2% do total desmatado até 2004. Entre 1989 e 2004, as pastagens registraram o maior incremento - 8.981,53 km<sup>2</sup> - entre todos os tipos de uso do período observado, o que demonstra a expansão significativa da pecuária no Estado.

Entender os processos responsáveis pelos impactos causados com as mudanças nos tipos de usos da terra, em termos de alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, é essencial para a obtenção de sistemas de produção sustentáveis, sob aspectos técnicos, econômicos e sócio-ambientais, visando o desenvolvimento agropecuário. Para tanto, se faz necessário indicadores de qualidade de solo sensíveis as mudanças de uso da terra, que possam expressar os impactos causados e com isso aprimorar os sistemas produtivos e as práticas de manejo adotados na região. Os indicadores devem ser sensíveis a mudanças nos atributos do solo nos diferentes tipos de uso (LAL, 1999).

Assim, as práticas de intervenção e manejo do solo devem levar em consideração as mudanças ocorridas em seus atributos químicos e físicos, a fim de proporcionar uma maior sustentabilidade dos agroecossistemas.

Sistemas produtivos com base na agroecológica, aparecem como alternativas aos sistemas de produção convencionais atualmente usados na exploração dos recursos naturais (ALTIERE, 2002; FEIDEN, 2005). A comparação de sistemas produtivos apoiados na agroecologia e sistemas produtivos convencionais demonstra a eficácia desses sistemas em relação à conservação do solo.

As alterações nas características químicas dos solos pelo uso agrícola, comparativamente ao solo original desenvolvido sob floresta, têm sido bastante discutidas, apesar dos poucos resultados de pesquisas regionais. Há, portanto, a necessidade de estudos que analisem a substituição de floresta por pastagem, verificando os impactos dessa atividade no solo (SILVA et al., 2007), bem como outros sistemas de uso da terra.

Estabelecer a influência nos atributos do solo em decorrência dos diferentes tipos de uso, permite a discussão sobre os diferentes sistemas produtivos adotados na região e o grau de sustentabilidade no que diz respeito a manutenção das condições agrícolas dos solos. O objetivo deste trabalho foi estudar as alterações nos atributos químicos e da densidade aparente de um solo em quatro diferentes tipos de uso da terra.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Com o aumento da produtividade agrícola, inúmeros sucessos foram alcançados, conferindo uma maior produtividade aos países produtores em um mercado globalizado, gerando uma relativa capitalização, porém os problemas de degradação ambiental, principalmente devido a redução da qualidade do solo comprometem os índices produtivos conquistados, o que os torna insustentáveis a longo prazo (COUTINHO, 2003; CAPORAL, 2006).

O processo de degradação tem avançado nos solos da região amazônica devido à exploração de uma agricultura itinerante, baseada na derrubada e queima, prática que acelera o processo de degradação do solo. Inevitavelmente, a conversão de florestas em áreas agrícolas tem alterado o equilíbrio natural existente, modificando as propriedades do solo (ANJOS et al., 1994). Existe estreita relação entre o tipo de vegetação e as propriedades do solo sobre o qual essa vegetação ocorre (RESENDE et al., 1988). A queima da vegetação influencia nas características físicas, químicas e biológicas do solo, havendo reduções da macroporosidade e da água disponível (ARAÚJO et al., 1994; BOYER; MILLER, 1994).

Segundo Muller et al. (2001) as atividades de exploração nos solos dessa região devem ser cuidadosamente planejadas, e as práticas de conservação do solo devem ser aplicadas desde o início do uso, para preservar o potencial produtivo do solo para as gerações futuras.

Segundo o ZEE Fase II (ACRE, 2006), as áreas de capoeira no Estado do Acre, em 2004, correspondem a 13,1% do total desmatado, o que engloba uma área de 2.155,80 km<sup>2</sup>. Essas capoeiras encontram-se em diferentes idades e origens, fruto da agricultura migratória. O incremento das áreas com capoeiras foi de 1.550,15 km<sup>2</sup> no período observado (1989-2004). A pecuária aparece com 81,2% das áreas desmatadas no mesmo período. Já as áreas ocupadas pela agricultura em 2004 correspondiam a 573 km<sup>2</sup>, que equivalem a 3,5% do total desmatado. Essa

atividade apresentou um decréscimo de 603,29 km<sup>2</sup> no período observado. Esse decréscimo pode ser justificado quando se considera que parte das áreas de capoeira, principalmente as recém abandonadas. Assim pode-se afirmar que as áreas desmatadas no Acre estão sendo sub-utilizadas.

LAL (1999) faz a distinção entre causas e fatores, propriedades, processos que afetam a qualidade do solo e a sustentabilidade. Os primeiros são dirigidos por forças sociais que incluem pressão demográfica, disputa por terra, e aspirações e necessidades culturais (Figura 1). Essas forças conduzem a uma gama de atividades que se refletem em importantes alterações no solo e no ambiente, como o desmatamento, o uso intensivo de terras, especialmente com monocultivos, e o uso de agroquímicos para regular a fertilidade do solo e minimizar a competição das plantas com pragas e doenças.

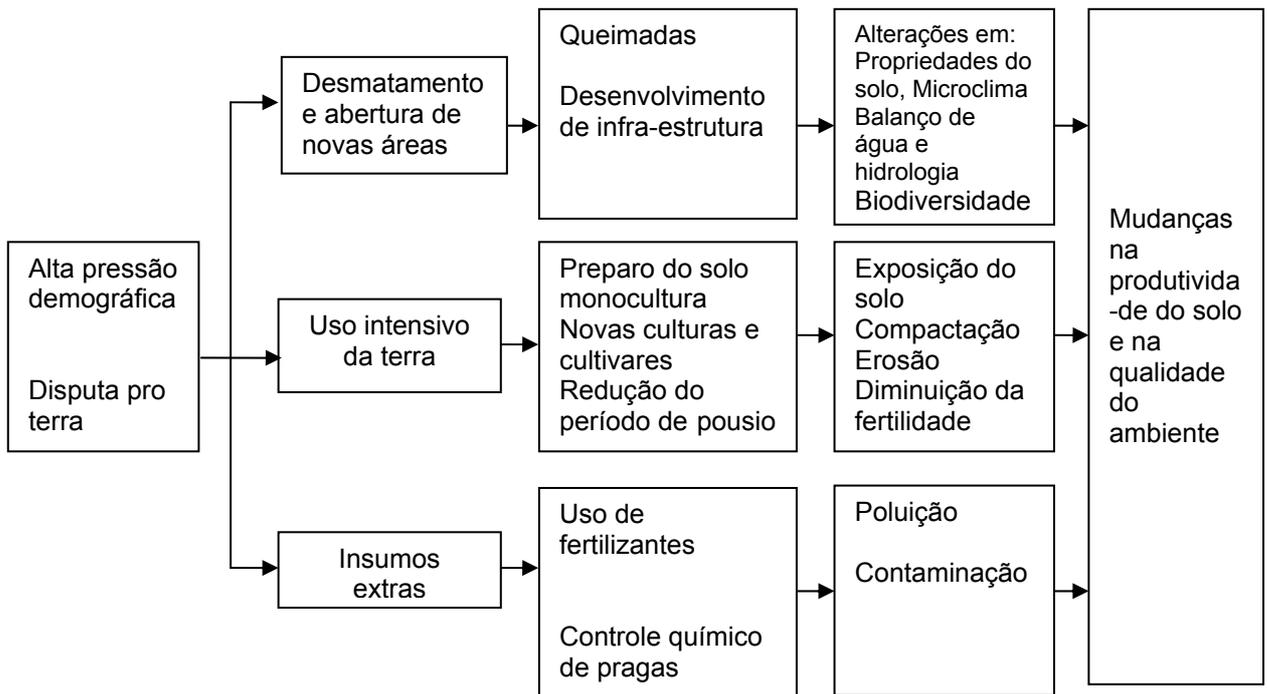


FIGURA 1 – Fatores e causas que determinam a qualidade e a sustentabilidade do solo (LAL, 1999).

## 2.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO POR MEIO DE INDICADORES

Um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade, uma resposta sintomática às atividades exercidas pelo ser humano dentro de um determinado sistema (MARZALL; ALMEIDA, 2000).

O estado funcional de um solo em um ecossistema bem como sua capacidade de suportar as interações com plantas, animais, resistir a erosão, sem proporcionar grandes impactos negativos aos recursos água e ar é definido por Karlen et al. (1994) como qualidade do solo.

A qualidade do solo por ser um estado funcional complexo, não pode ser medida diretamente, podendo ser analisada a partir de propriedades físicas, químicas e biológicas do solo – propriedades indicadoras de qualidade do solo (ISLAM; WEIL, 2000).

A sustentabilidade do solo pode ser estimada por avaliações periódicas de indicadores relacionados a processos e propriedades. Nos trópicos úmidos podem ser considerados indicadores de sustentabilidade de solo os seguintes processos ou parâmetros: acidificação; fertilidade; estrutura; água e erosão (LAL, 1999).

### 2.2.1 Indicadores de qualidade do solo

Na escolha de indicadores de qualidade de solo deve ser considerado as seguintes características: facilidade de avaliação, aplicabilidade em diferentes escalas, capacidade de integração, adequação ao nível de análise da pesquisa, utilização no maior número possível de situações, sensibilidade às variações de manejo e clima e possibilidade de medições por métodos quantitativos e/ou qualitativos (DORAN et al., 1996; USDA, 2001).

O monitoramento da qualidade do solo como indicadores de sustentabilidade ao longo do tempo, pode ser realizado comparando seus desempenhos com valores de referência, que podem ser estabelecidos a partir de resultados de pesquisa ou

obtidos em ecossistemas naturais, localizados nas mesmas condições do solo avaliado (KARLEN et al., 1997).

As características físicas e químicas servem como indicadores para entender o processo de transformação e degradação do solo (LANNA, 2002).

Segundo Lal (1999), podemos relacionar processos que ocorrem no solo influenciados pelo uso, com os atributos ou as propriedades físicas, químicas (QUADROS 1 e 2) e biológicas do solo.

QUADRO 1 – Principais atributos físicos chave e processos relacionados do solo.

<b>Atributo</b>	<b>Processos</b>
<b>Mecânicos</b>	
Textura	Formação de crosta, difusão gasosa e infiltração
Densidade	Compactação, crescimento de raízes e infiltração
Agregação	Erosão, formação de crosta, infiltração e difusão gasosa
Distribuição de tamanho de poros e continuidade	Transmissão e retenção de água, crescimento de raízes, troca gasosa.
<b>Hidrológicos</b>	
Capacidade de água disponível	Estresse por seca, produção de biomassa e evolução do conteúdo de matéria orgânica
Faixa de teor de água não limitante	Seca, desbalanço hídrico e estrutura do solo
Taxa de infiltração	Enxurrada, erosão e lixiviação
<b>Zona de enraizamento</b>	
Profundidade efetiva de enraizamento	Crescimento de raízes, eficiência no uso de água e nutrientes
Temperatura	Fluxo de calor, aquecimento do solo, atividade e diversidade da fauna do solo

Fonte: LAL (1999).

QUADRO 2 – Principais atributos químicos chave e processos relacionados do solo.

Atributo	Processos
pH	Acidificação do solo, disponibilidade de nutrientes
Saturação por bases	Adsorção e dessorção, solubilização
Capacidade de troca de catiônica (CTC)	Troca iônica e lixiviação
Nutrientes totais e disponíveis	Fertilidade do solo, reservas de nutrientes
Matéria orgânica do solo	Desenvolvimento da estrutura do solo, mineralização da matéria orgânica, retenção de nutrientes pela biomassa

Fonte: LAL (1999).

Araújo et al. (2004) avaliando o efeito da mudança de uso da terra em uma cronosequência (floresta, área recém queimada, área com pupunha e pastagem), estudando um ARGISSOLO AMARELO Distrófico na Amazônia Ocidental, constatou que na pastagem o solo apresentou os maiores valores de densidade no horizonte A, o que revela tendência à compactação. Verificaram também, que os nutrientes avaliados e o carbono orgânico apresentaram baixos teores e estavam concentrados nos primeiros centímetros do solo. O potássio decresceu drasticamente na pastagem, possivelmente devido às perdas por erosão, queima e pastejo. A fração humina, dentre os compostos orgânicos, predominou nos quatro sistemas avaliados.

Segundo Altieri (2002), a degradação física, compactação e perdas de estrutura pela ação das chuvas podem ser igualmente desastrosas, reduzindo o potencial produtivo dos agroecossistemas.

Anjos et al. (1994) compararam propriedades físicas de quatro solos sob mata nativa e sob cultivo em diferentes sistemas de manejo, e constataram que houve degradação da estrutura do solo cultivado, comprovada pelo aumento da densidade do solo, diminuição da porosidade total e diminuição da taxa de infiltração da água.

A queima de restos culturais, seguida ou não de preparo do solo, aumentou a densidade do solo, diminuiu a profundidade de umedecimento e o tempo necessário para alagamento do solo ao longo de dez anos de estudo (CARTER; STEED, 1992).

O aumento da densidade do solo na camada superficial serve como indicador de degradação da pastagem formada com capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.) (MULLER et al., 2001).

Centurion *et al.* (2004) ao avaliar os atributos físicos de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico e de um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, sob diferentes sistemas de uso: cana-de-açúcar; algodão e mata, localizados no município de Jaboticabal (SP), constatou que o uso aumentou a densidade do solo na profundidade de 0,0-0,3m, principalmente na profundidade de 0,1-0,2m na área cultivada com cana-de-açúcar.

O aumento da resistência mecânica do solo à penetração restringe o crescimento da parte aérea e a produtividade das plantas de milho nas condições estudadas por Freddi et al. (2007) no município de Jaboticabal, São Paulo.

Os indicadores de qualidade de solo utilizados em avaliação ambiental de diferentes sistemas de uso do solo na microbacia hidrográfica do Rio Passo Cue na região oeste do Estado do Paraná foram a densidade aparente e o quociente metabólico (LEONARDO, 2003). A densidade aparente, portanto apresenta-se com um importante indicador de qualidade do solo.

Araújo et al. (2007), avaliando a qualidade do solo em área de Cerrado nativo e em áreas sob diferentes usos: pastagem natural, pastagem cultivada, cultivo convencional com culturas anuais e florestamento de pinus, afirma que de modo geral, os atributos físicos, químicos e biológicos do solo foram afetados em função dos tipos de uso das áreas. Onde o uso intensivo do solo contribui para redução da sua qualidade em relação ao solo sob Cerrado nativo. O mesmo autor ressalta ainda que os indicadores de natureza física foram os que melhor refletiram as diferenças de qualidade do solo entre as áreas avaliadas.

## 2.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS RELEVANTES DO TIPO DE USO DO SOLO ESTUDADO

### 2.3.1 Pastagem

Considerando a subdivisão do Brasil em macrorregiões geográficas, verifica-se que, nos últimos 10 anos, contrário ao verificado em outras regiões do país, a atividade pecuária na região Norte (que inclui todos os estados componentes da Amazônia Legal, com exceção dos estados do Mato Grosso e Maranhão) vem apresentando a maior expansão, em termos de evolução do rebanho bovino (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005)

A degradação de pastagens constitui-se em um dos principais problemas agronômicos para a atividade pecuária no trópico úmido brasileiro e em outras regiões do país (DIAS-FILHO, 2005).

Na Amazônia Ocidental, considerando-se o conceito de “degradação agrícola” de pastagens (DIAS-FILHO, 2005), estima-se que atualmente 61,5% das pastagens cultivadas apresentem algum grau de degradação (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005).

A superlotação das pastagens e a ausência de adubação de manutenção associado ao uso do fogo como instrumento de “limpeza” (controle de plantas daninhas), constituem-se em importantes causas de degradação de pastagens na Amazônia Legal e em outras regiões do país (DIAS-FILHO, 2005; DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005).

No Estado do Acre as pastagens ocupam uma área de 13.352,2 km<sup>2</sup>, que corresponde a 81,2% do total desmatado até 2004. O rebanho bovino do Acre passou de 400.085 cabeças, em 1990, para 2.062.690 cabeças, em 2004 (FIGURA 2) (ACRE, 2006).



### 2.3.2 Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs), que são sistemas produtivos que combinam espécies agrícolas ou animais com espécies florestais, tendo o elemento arbóreo como componente fundamental, buscam aliar produção com conservação dos recursos naturais (DUBOIS et al, 1996), sendo um consórcio em uma mesma área, de forma simultânea ou em sequência temporal (MONTAGNINI et al., 1992). Esses sistemas apresentam-se como alternativas as práticas que convencionais de uso da terra.

Os SAFs tem sido direcionados para locais onde os modelos tradicionais de exploração, desmatamento seguidos pela atividade agropecuária, já exportaram muitos nutrientes, o que os transforma em alternativas de se gerar produtos recuperando o ambiente (CAMPELLO, 2005).

A implantação dos SAFs tem sido generalizada na premissa de que, segundo Tavares (2003), sua adoção implicará em melhoria das condições ambientais principalmente a qualidade do solo, em função da presença do componente arbóreo e consórcio com leguminosas o que proporciona uma maior proteção do solo, o acúmulo de matéria orgânica e uma maior ciclagem de nutrientes.

Devido a diversidade dos tipos de sistemas agroflorestais o manejo da fertilidade do solo envolve um grande número de práticas e técnicas diferentes, onde devem ser considerada as inúmeras interações entre os seus componentes, formas variadas de implantação e manejo desses sistemas, o que permitirá permitir a compreensão da dinâmica da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais (OLIVEIRA et al., 2005).

### 2.3.3 Florestas

No Acre, até o ano de 2004, a cobertura florestal representava 88% da área total do Estado cerca de 164.221 km<sup>2</sup>, havendo o predomínio de duas tipologias fitoecológicas (FIGURA 3): a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila

Aberta, coexistindo uma grande diversidade de formações vegetais, as quais diferenciadas principalmente pela qualidade dos solos (ACRE, 2006).

No ecossistema de floresta, em que a biomassa está na sua fase de acumulação, as transferências de nutrientes para fora do ecossistema são menores quando estes estão retidos mais fortemente na biomassa produzida, podendo o ciclo biológico ser o principal fator para a disponibilização de nutrientes no ecossistema (OLIVEIRA, 2005). Esse processo é confirmado por Araújo et al. (2004) que ao comparar áreas de floresta, pastagem, pupunha e recém queimada, observou que a soma de bases, no intervalo de 0,0-0,60m, aparece de maneira crescente da mata para a pastagem, demonstrando que grande parte dos nutrientes está contida na vegetação, sendo liberada aos poucos, pela decomposição de raízes e galhos e incorporada ao solo propriamente dito.

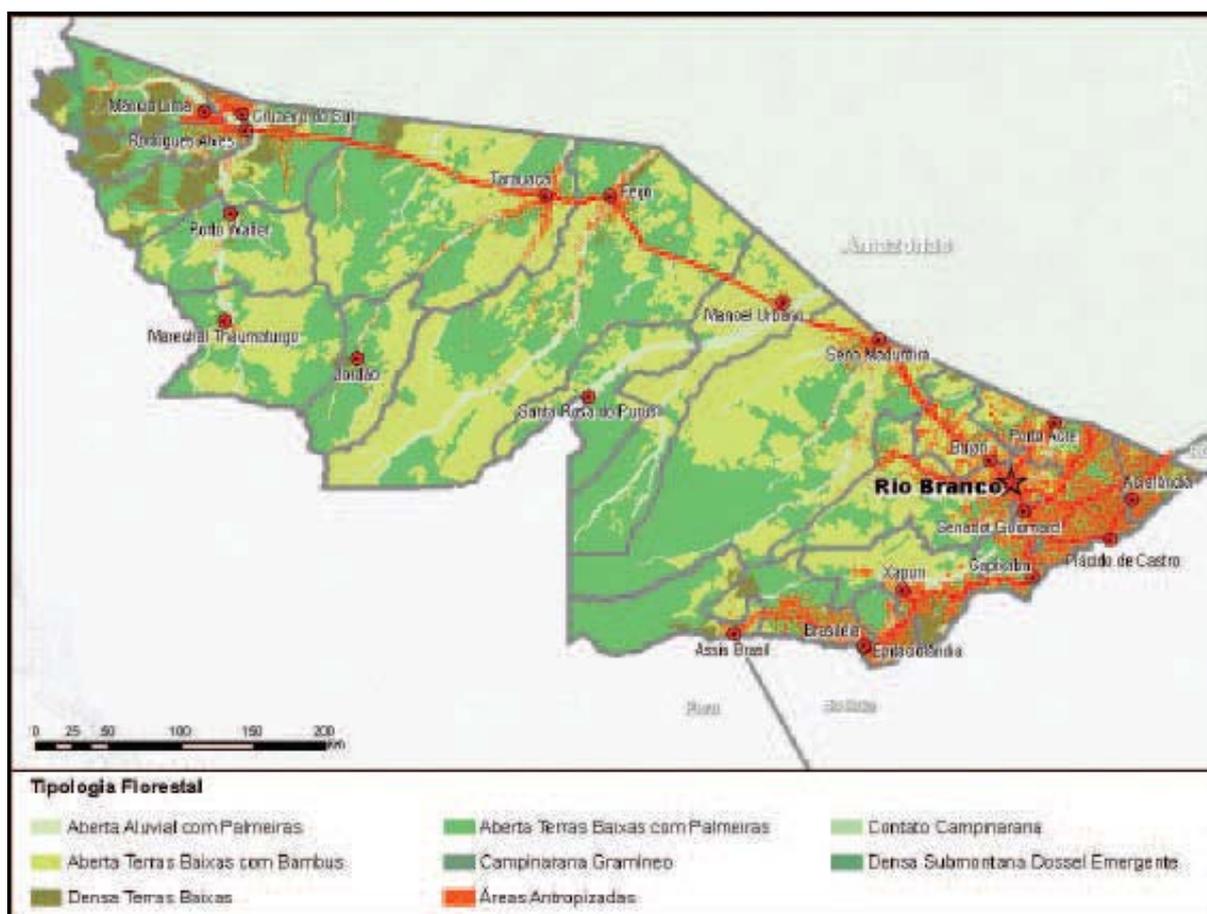


FIGURA 3 – Distribuição das tipologias florestais no Estado do Acre. Fonte: Base de dados geográficos do ZEE/AC, Fase II, 2006.

#### 2.3.4 Seringal de cultivo

A implantação de seringais de cultivo no Estado do Acre foi intensificada no final da década de 70, sendo estimulada por programas governamentais como o PROBOR I, II e III, chegando a uma área plantada de 215.810 hectares (SOARES 2002; SAMONEK, 2006). Atualmente existem poucas áreas remanescentes desde período.

O cultivo da seringueira nas regiões tropicais é limitado pela inviabilidade do cultivo de grandes áreas devido aos tratamentos fitossanitários exigidos para combater o mal-das-folhas da seringueira, atividade que onera a produção do látex na região (WADT, 2005).

Para o cultivo da seringueira o solo deve ser profundo (> 2m) e bem drenado, essa cultura se desenvolve bem em solos pobres e ácidos com baixos a médios valores de saturação por bases e com pH entre 4,5 e 6,9 (VIEIRA; GAMA, 2000).

Segundo Wadt (2005), a saturação por bases indicada na cultura da seringueira é de 45% para os Latossolos ou solos com textura arenosa na camada superficial amostrada e para os demais solos com CTC menor que  $10 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , sendo este valor de 25% para os solos com CTC maior que  $10 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ .

Souza e Alves (2003) ao avaliarem diferentes tipos de usos e manejos de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, na região de cerrado, município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, constatou que os sistemas pastagem e seringal de cultivo apresentaram reduções nos teores de matéria orgânica, fósforo, soma de bases, CTC e o aumento do teor de alumínio quando comparados com a vegetação natural.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi executado em duas etapas: a primeira com a seleção e identificação das áreas, seguida pela coleta das amostras de solo. E a segunda por meio das análises laboratoriais, análise estatística e interpretação de dados obtidos.

#### 3.1 LEVANTAMENTO DE CAMPO E ESCOLHAS DAS ÁREAS

Na seleção das áreas foram considerados os seguintes critérios: áreas com a mesma condição de solo e relevo; e que apresentassem tipos diferentes de uso.

Com base nos critérios previamente estabelecidos foi selecionada uma propriedade no Projeto de Assentamento Dirigido Peixoto (PAD Peixoto), município de Senador Guimard, Acre, na rodovia BR – 317 km 57, no sentido Rio Branco – Boca do Acre (Amazônas), coordenadas geográficas 9°51'0.16" S e 67°26'11.64" W.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é Tropical de monção (Am) com temperatura média do mês mais frio do ano > 18°C e precipitação total anual média > 1500mm e precipitação média do mês mais seco < 60mm.

Para a classificação do solo estudado, baseou-se no ZEE Fase II, realizado em uma escala de 1:250.000, que classifica os solos da referida região como Latossolos (FIGURA 4).

Foram selecionadas quatro áreas adjacentes com diferentes tipos de uso da terra, que foram: pastagem, sistema agroflorestal (SAF), floresta e seringal de cultivo (APÊNDICE A).

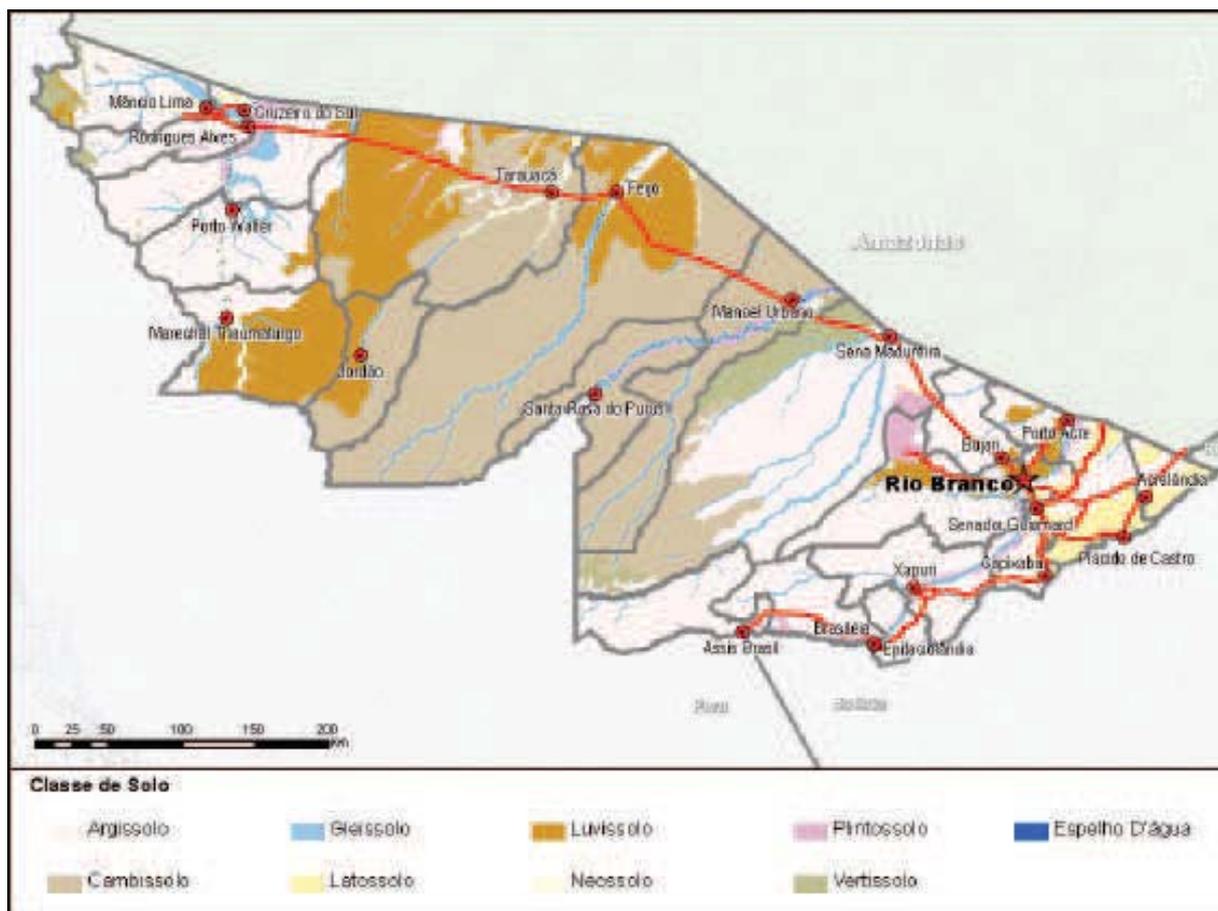


Figura 4 – Distribuição dos Solos do Estado do Acre, simplificada em nível de ordem.  
Fonte: Base de dados geográficos do ZEE/AC, Fase II, 2006.

### 3.1.1 Descrição das áreas avaliadas

As informações sobre o histórico das áreas foram sistematizadas em um formulário (APÊNDICE B) observando as seguintes seções e sub-seções: a) uso atual da área; b) uso do fogo: frequência e período da última queima; c) uso de mecanização: tipo, frequência e período da última operação; d) uso anterior da área: quais e período; d) relevo: situação do relevo (topografia) e grau de inclinação; e e) Classe de solo – sugerido a ordem segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 1999). Estas informações são apresentadas a seguir:

## Pastagem

Tipo de uso atual	Uso: pastagem Período: + ou – 18 anos
Uso do fogo	Frequência: uma vez na formação Período (última queima): + ou – 18 anos
Uso de mecanização	Frequência: uma vez reformando o pasto (gradagem) Período (última operação): dezembro de 2003, há 4 anos
Uso anterior	Uso: milho nos dois primeiros anos e arroz há 4 anos Período: 14 anos o último plantio
Relevo	Tipo: suave Grau de inclinação: 2%
Possível classe de solo	Ordem: LATOSSOLO
Observação: Pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu; presença de plantas invasoras e poucas falhas na cobertura do solo.	

## Sistema agroflorestal (SAF)

Tipo de uso atual	Uso: SAF Período: 7 anos
Uso do fogo	Frequência: uma vez na formação Período (última queima): 7 anos
Uso de mecanização	Frequência: não houve Período (última operação): não se aplica
Uso anterior	Uso: Floresta e arroz, milho e feijão no primeiro ano Período: 7 anos
Relevo	Tipo: suave Grau de inclinação: 1%
Possível classe de solo	Ordem: LATOSSOLO
Observação: Plantio realizado no espaçamento 4 x 3 m, com árvores (manga, abacate, castanheira, cedro, mogno, bordão-de-velho, andiroba) intercaladas com banana, havendo uma cobertura com <i>Arachis pintoi</i> por toda a área.	

## Floresta

Tipo de uso atual	Uso: Floresta Período: não se aplica
Uso do fogo	Frequência: não houve Período (última queima): não se aplica
Uso de mecanização	Frequência: não houve Período (última operação): não se aplica
Uso anterior	Uso: não houve Período: não se aplica
Relevo	Tipo: suave Grau de inclinação: 1%
Possível classe de solo	Ordem: LATOSSOLO
Observação: Floresta primária sob manejo com coleta de castanha e retirada de madeira.	

## Seringal de Cultivo

Tipo de uso atual	Uso: Seringal de Cultivo + Cupuaçu + Cacau Período: 26 anos
Uso do fogo	Frequência: uma vez na formação Período (última queima): 26 anos
Uso de mecanização	Frequência: não houve Período (última operação): não se aplica
Uso anterior	Uso: Floresta Período: 26 anos
Relevo	Tipo: suave Grau de inclinação: 1%
Possível classe de solo	Ordem: LATOSSOLO
Observação: Seringal de cultivo consorciado com cupuaçu e cacau, havendo também manejo da vegetação nativa nas entre linhas (corte da capoeira).	

## 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), no esquema parcela subdividida. Os tratamentos das parcelas foram os quatro tipos de uso do solo. Nessas áreas foram coletadas amostras indeformadas de solo com o auxílio um anel volumétrico de 99,57cm<sup>3</sup>, nas profundidades de 0 - 5cm; 5 - 10cm; 10 - 15cm; e 15 - 20cm (subparcelas). Em cada área foram coletadas amostras de quatro pontos distintos (repetições), totalizando 64 amostras.

As amostras foram ensacadas, separadas e devidamente etiquetadas, para posterior análise física e química.

## 3.3 ANÁLISES DOS INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO

As análises das amostras foram realizadas no Laboratório de Física e Química de Solo do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA / CPAFAC).

### 3.3.1 Análise química

Nas análises químicas foram determinadas as seguintes variáveis de acordo com Embrapa (1997): o pH em H<sub>2</sub>O; o cálcio (Ca<sup>++</sup>), magnésio (Mg<sup>++</sup>), alumínio trocável (Al<sup>+++</sup>) foram extraídos pela solução de KCl 1N, sendo o Ca<sup>++</sup> e o Mg<sup>++</sup> quantificados por espectrofotometria de absorção atômica e o Al<sup>+++</sup> por titulação com NaOH 0,025 N; o potássio (K<sup>+</sup>), o sódio (Na<sup>+</sup>) e o fósforo (P) foram extraídos a partir da mesma solução extratora H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N + HCl 0,05 N (Mehlich-1), onde o Na<sup>+</sup> e o K<sup>+</sup> foram quantificados por fotometria de chama e o P por espectrofotometria. Para a determinação da Acidez potencial (Al<sup>+++</sup> + H<sup>+</sup>) foi usado o extrator acetato de cálcio (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>CaH<sub>2</sub>O 1N – pH 7, quantificado por titulometria em NaOH 0,01N. O

carbono orgânico (C org) total foi determinado pelo processo de oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio 1N ( $K_2Cr_2O_7$  1N) sem aquecimento e quantificado por titulação com sulfato ferroso 1N ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  1N).

A partir dos dados obtidos foram calculados a soma de bases (SB), capacidade de troca de cations - CTC potencial (T), CTC efetiva (t), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m).

### 3.3.2 Análise física: densidade aparente

Dos atributos físicos foi determinada a densidade aparente ( $D_a$ ) usando o método do cilindro volumétrico (anel de Kopecky). Para tanto foi necessário determinar o teor de umidade das amostras da seguinte forma: quantificação da massa úmida de cada amostra, em seguida foi retirada uma sub-amostra de aproximadamente 10g e colocadas em estufa a 105 °C por um período de 48 horas. Após a quantificação da umidade e da massa seca das amostras foi determinado  $D_a$ , calculada a partir da expressão abaixo (EMBRAPA, 1997):

$$D_a = \frac{\text{massa de solo seco (g)}}{\text{volume de solo (cm}^3\text{)}}$$

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os dados obtidos foram submetidos ao software ASSISTAT 7.5 Beta para análise de variância ( $\alpha = 0,01$  e  $0,05$ ) no delineamento inteiramente casualizado em parcela subdividida. Para a comparação das médias foi utilizado o teste Tukey, fazendo-se os desdobramentos das profundidades em cada sistema e vice versa, para os efeitos significativos da interação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da ANOVA (APÊNDICE C e D), verificou-se que houve diferença significativa entre os tipos de uso da terra (sistemas) para as variáveis: pH, carbono orgânico (C org), magnésio (Mg), alumínio trocável (Al troc), acidez potencial (H + Al), soma de bases (SB), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m).

Na comparação entre as profundidades estudadas encontrou-se diferença significativa para: pH, potássio (K), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions potencial (T), capacidade de troca de cátions efetiva (t), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m).

Para pH, SB, V e m, houve diferença significativa entre sistemas e entre profundidades, não havendo diferença significativa na interação, ou seja, para estas variáveis, os fatores são independentes, ou seja, os sistemas são diferentes entre si independente da profundidade e as profundidades são diferentes entre si independentes dos sistemas.

Na análise da interação dos tratamentos verificou-se diferença significativa para os atributos: cálcio (Ca), fósforo (P) e densidade aparente (*Da*). Nesse caso existe dependência entre os fatores para estas variáveis. Não houve diferença significativa para o teor de sódio.

### 4.1 INFLUÊNCIA DO TIPO DE USO DA TERRA SOBRE ATRIBUTOS DO SOLO

Os valores do pH para os sistemas Pastagem e SAF foram significativamente diferentes dos sistemas Floresta e Senringal de Cultivo (TABELA 1), apresentando maiores valores. Pode-se afirmar que os solos estudados possuem elevada acidez (pH < 5,0), exceto na área de pastagem que apresenta uma acidez média por seu pH está entre o intervalo de 5,0 a 5,9 (CAMARGO, 2005).

TABELA 1 – Resultados médios do pH, carbono orgânico (C org) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ) de um solo sob diferentes tipos de uso

<b>Tipos de uso</b>	<b>pH H<sub>2</sub>O</b>	<b>Mg<sup>2+</sup> cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup></b>	<b>C org g.Kg<sup>-1</sup></b>
<b>Pastagem</b>	5,3a	0,33a	14,97b
<b>SAF</b>	4,9a	0,26ab	16,77ab
<b>Floresta</b>	4,2b	0,11b	18,03a
<b>Seringal de cultivo</b>	4,4b	0,07b	18,24a
<b>CV (%)</b>	3,30	59,64	12,05

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O pH do solo sob Pastagem assemelha-se com os resultados encontrados por Melo et al. (2006), que estudando os atributos físicos e químicos de pastagem com mais de 15 anos obteve valores de pH 5,5 e 4,5 nos primeiros 20cm do solo estudado. Araújo (2004), avaliando o pH de áreas de pastagem também constatou uma acidez elevada à média nas áreas estudadas. Por outro lado, Silva et al. (2006), estudando pastagens com mais de 20 anos no município de Marituba, Pará, encontrou valores médios de pH de 4,4 no horizonte A do solo.

O teor de magnésio apresentou diferença entre os sistemas Pastagem e Seringal de Cultivo e a Floresta (TABELA 1), sendo que em todos os sistemas apresentaram baixos teores desse elemento, ou seja, valores menores que 0,4  $cmol_c.dm^{-3}$  (CAMARGO, 2005). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Araújo (2004), que também encontrou valores baixos de Mg em um Argissolo submetido a diferentes tipos de uso (floresta, área recém queimada, pupunha e pastagem), no município de Sena Madureira, Acre. O fato dos sistemas Pastagem e SAF apresentarem maiores teores de magnésio explica os valores de pH encontrados nesses sistemas.

Nos tratamentos Floresta e Seringal de Cultivo o carbono orgânico apresentou diferença significativa quando comparados com a Pastagem (TABELA 1). Esse fato pode ser explicado pela grande quantidade de matéria orgânica depositado na liteira do solo tanto na Floresta como no Seringal que é manejado através do corte da

vegetação secundária, o que torna deposição de fitomassa ao solo semelhante à floresta. O SAF apresentou valores intermediários de carbono orgânico (TABELA 1).

Os sistemas SAF, Floresta e Seringal de Cultivo apresentaram uma quantidade média de carbono orgânico, ou seja, entre o intervalo 16 a 37 g. Kg<sup>-1</sup>, o tratamento Pastagem um baixo teor, menor que 16 g. Kg<sup>-1</sup> (BENITES, 2005).

O fato da área de pastagem ter sido graduada proporcionou maior disponibilidade de nutrientes a esse sistema, principalmente as bases trocáveis (TABELA 2) favorecendo a elevação do pH em relação à Floresta e o Seringal de Cultivo, sendo que nesses sistemas, possivelmente os nutrientes estão imobilizados na matéria orgânica de baixa velocidade de decomposição – alta relação carbono / nitrogênio (C/N) (MOREIRA e MALAVOLTA, 2004). Já no SAF, uma área mais nova, houve uma provável influência de resíduos oriundos da queima da vegetação anterior, como também da cobertura viva feita com *Arachis pintoii*, que é uma leguminosa de rápida decomposição (baixa relação C/N).

TABELA 2 – Resultados médios da acidez ativa (Al troc), acidez potencial (H + Al), soma de bases (SB), saturação por bases (V) e saturação de alumínio (m) de um solo sob diferentes tipos de uso.

Tipos de uso	Al troc	H + Al	SB	V	m
	-----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----			-----%-----	
<b>Pastagem</b>	0,59b	1,67b	3,65a	66,56a	15,54b
<b>SAF</b>	0,59b	1,97ab	2,53ab	55,50ab	20,17ab
<b>Floresta</b>	0,74a	2,53a	2,21ab	45,81b	26,01ab
<b>S. de Cultivo</b>	0,65ab	2,45a	1,98b	42,38b	27,56a
<b>CV (%)</b>	9,99	9,86	22,59	11,49	20,11

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nas análises de acidez ativa (Al troc) observou-se que o tratamento Floresta foi significativamente diferente em relação aos demais sistemas exceto para o Seringal de Cultivo (TABELA 2), estando todos os tratamentos, segundo Camargo (2005), com médios teores de alumínio trocável (0,5 a 1,5 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>). Para acidez potencial (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>) o tratamento que apresentou menor valor foi da Pastagem diferindo estatisticamente dos tratamentos Floresta e ao Seringal de Cultivo

(TABELA 2). Isso pode ser explicado pelo fato da SB no tratamento Pastagem ter sido maior que os demais tratamentos.

O tipo de uso Pastagem apresentou o maior valor para soma de bases, resultado semelhante ao encontrado por Silva et al. (2006). A SB da pastagem foi significativamente diferente do Seringal de Cultivo (TABELA 2), tal fato pode ser explicado devido a grande parte dos nutrientes estarem contidas nas plantas de seringueira e na vegetação secundária da entrelinha (típica de capoeira) que é manejada todo ano, onde os nutrientes vão sendo liberados aos poucos pela decomposição de raízes, galhos e assim incorporadas ao solo (ARAÚJO, 2004; MOREIRA; MALAVOLTA, 2004). O menor valor para SB no seringal pode também dever-se à remoção de bases via colheita do látex.

A Pastagem apresentou o maior valor para SB, esse fato pode ser causado devido a gradagem realizada há quatro anos nessa área, o que acelerou o processo de decomposição da matéria orgânica, e assim disponibilizando rapidamente os cátions trocáveis.

A saturação por bases (V) apresentou diferença entre os tratamentos Pastagem e os tratamentos Floresta e Seringal de Cultivo (TABELA 2). O sistema Pastagem apresenta um valor V (66,56%) considerado bom em uma classificação de fertilidade (60,1 a 80%) sugerida por Camargo (2005). Já nos demais tratamentos foram observados valores médios (40,1 a 60%). Solos que apresentem o valor de V maior que 50% são considerados eutróficos e os solos com V menor que 50% são considerados distróficos.

Na análise da saturação de alumínio (m) ocorreu diferença significativa entre a Pastagem e Seringal de Cultivo (TABELA 2). Os outros sistemas apresentaram teores intermediários. Os níveis de saturação de alumínio encontrados nos diferentes tipos de uso estudados se enquadram como levemente prejudiciais às plantas segundo Camargo (2005), que define essa classe de toxidez de alumínio no intervalo de valores 16 a 35%, todavia não apresentando sintomas deste problema nas plantas para as condições deste estudo neste solo do Acre. O material de origem ou o método de extração das análises podem ser responsáveis por valores elevados deste elemento nos resultados apresentados.

## 4.2 ANÁLISE ENTRE AS PROFUNDIDADES

As diferenças observadas nas variáveis pH e potássio, foram entre a profundidade 0 - 5cm e as demais profundidades. Os dados demonstram uma acidez elevada ( $\text{pH} < 5$ ) e a alta quantidade de potássio no solo em todas as profundidades, havendo um acréscimo na acidez e um decréscimo do teor de  $\text{K}^+$  em profundidade (TABELA 3). Esse comportamento para pH e  $\text{K}^+$  estão conforme os constatados por Souza e Alves (2003), Araújo (2004) e Melo (2006).

TABELA 3 – Resultados médios de pH e potássio ( $\text{K}^+$ ) em quatro níveis profundidades (0-5cm; 5-10cm; 10-15cm; 15-20cm) de um solo sob diferentes tipos de uso

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>pH <math>\text{H}_2\text{O}</math></b>	<b><math>\text{K}^+</math> <math>\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}</math></b>
<b>0 – 5</b>	4,8a	1,98a
<b>5 – 10</b>	4,7b	1,29b
<b>10 – 15</b>	4,7b	1,32b
<b>15 – 20</b>	4,6b	1,02b
<b>CV (%)</b>	3,30	37,23

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Verificou-se diferenças significativas entre a profundidade 0-5cm e as demais para as variáveis: soma de base (SB), capacidade de troca de cátions potencial (T) e efetiva (t), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m), demonstrado na TABELA 4. Todas essas variáveis exceto m são consideradas segundo a classe como de média fertilidade, sendo o valor m considerado baixo (CAMARGO, 2005).

TABELA 4 – Resultados médios da soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions potencial (T), capacidade de troca de cátions efetiva (t), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) em quatro profundidades (0-5cm; 5-10cm; 10-15cm; e 15-20cm) de um solo sob diferentes tipos de uso.

Profundidade (cm)	SB	T	t	V	m
	-----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----			-----%-----	
0 – 5	3,37a	5,43a	4,02a	60,32a	17,69b
5 – 10	2,37b	4,52b	3,01b	51,30b	22,91a
10 – 15	2,46b	4,63b	3,12b	50,80b	23,70a
15 – 20	2,16b	4,40b	2,80b	47,83b	24,99a
<b>CV (%)</b>	22,59	11,35	17,56	11,49	20,11

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Os valores para SB, T, t e V são maiores na camada de 0-5 cm, fato que pode ser explicado devido a maior porcentagem de matéria orgânica – C org x 1,72 – fator de Van Bemmelen (MENDONÇA e MATOS, 2005) nos primeiros centímetros do solo (30,1 g . kg<sup>-1</sup>), havendo assim uma maior disponibilidade de nutrientes nessa camada (ARAÚJO, 2004; MOREIRA; MALAVOLTA, 2004). Esse fato também explica o comportamento do pH ser maior na profundidade 0 - 5cm, pelo fato da maior quantidade de bases trocáveis, incluindo Ca e Mg, estarem nessa profundidade.

Segundo Camargo (2005), o valor de t corresponde às cargas do solo que estão disponíveis para os processos de troca, ou seja, ocupada pelos cátions trocáveis, que são Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> e Al<sup>+++</sup>. Para Benites (2005) a matéria orgânica, em solos de baixa atividade de argila, exerce aproximadamente 80 % da CTC do solo.

### 4.3 ANÁLISE DA INTERAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICO NAS CAMADAS DE SOLO SOB DIFERENTES USOS DA TERRA

Nos resultados da interação entre os tratamentos, observou-se a influência do tipo de uso no comportamento dos atributos químicos (P e Ca) e físico (densidade aparente).

#### 4.3.1 Interação nos atributos químicos

Os sistemas Pastagem e SAF apresentaram valores maiores de Ca e foram diferentes dos sistemas Floresta e Seringal de Cultivo na profundidade 0 - 5cm, 5 - 10cm e 10 - 15cm. Na profundidade de 15 - 20cm o sistema Floresta apresentou diferença em relação Pastagem e SAF, com o menor valor para cálcio. Na mesma profundidade o Seringal de Cultivo apresentou diferença em relação à Pastagem (TABELA 5). Sendo que todos os valores encontrados para o teor de Ca são menores que  $2 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ , o que os classificam como baixos (CAMARGO, 2005). No Seringal de Cultivo o Ca pode está sendo exportado juntamente com o látex colhido.

TABELA 5 – Resultados médios do teor de cálcio (Ca) de um solo sob diferentes tipos de uso da terra em quatro profundidades diferentes

Tipo de Uso	0 – 5cm	5 – 10cm	10 – 15cm	15 – 20cm
	----- $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ -----			
<b>Pastagem</b>	1,54aA	1,31aA	1,36aA	1,41aA
<b>SAF</b>	1,28aA	1,11aA	0,13aA	1,02abA
<b>Floresta</b>	0,73bA	0,49bA	0,54bA	0,52cA
<b>S. de Cultivo</b>	0,80bA	0,60bA	0,62bA	0,59bcA

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas para colunas e letras maiúsculas para linhas.

(2) CV % = 17,07.

O comportamento do Ca nos diferentes tipos de sistemas analisados em relação às profundidades pode ser explicado devido essas áreas terem sofrido intervenções mais intensas de manejo em um período de tempo mais recente, no tratamento Pastagem a mecanização e no SAF a queima na sua implantação.

Nos sistemas Floresta e Seringal de Cultivo as intervenções são mínimas, onde a decomposição da matéria orgânica difere quando comparada com áreas mecanizadas ou queimadas que há uma disponibilização imediata de nutrientes no solo (ARAÚJO, 2004). Nesses sistemas as bases trocáveis estão imobilizadas na biomassa vegetal e matéria orgânica da liteira e solo na Floresta e no caso do Seringal de Cultivo, sendo exportadas, fato este que pode explicar os baixos teores de Ca encontrados nos sistemas supracitados.

Entre os tipos de uso houve diferença significativa para o teor de fósforo somente na profundidade de 0 - 5cm, com maior teor no Seringal de Cultivo comparado aos sistemas Pastagem e SAF. Constatou-se diferença entre as profundidades dentro do mesmo tipo de uso nos SAF, Floresta e Seringal de Cultivo (TABELA 6), sendo uma relação inversa do teor de P com a profundidade, podendo haver uma relação do P com a matéria orgânica do solo, por ter seu comportamento semelhante ao do C org (APÊNDICE C). A maior quantidade de P nas camadas superficiais do solo está correlacionada com maior teor de matéria orgânica (FERNANDES et al., 1997; MCGRATH et al., 2001; SILVA et al., 2006). Salgado et al. (2006), constatou que maiores valores observados para matéria orgânica afetam diretamente a disponibilidade de P, semelhante ao encontrado no referido trabalho.

TABELA 6 – Resultados médios do teor de fósforo (P) de um solo sob diferentes tipos de uso da terra em quatro profundidades diferentes

Tipo de uso	0 – 5cm	5 – 10cm	10 – 15cm	15 – 20cm
	----- mg . dm <sup>-3</sup> -----			
<b>Pastagem</b>	2,00bA	1,62aA	1,97aA	2,24aA
<b>SAF</b>	2,52bA	1,79aAB	1,42aAB	1,37aB
<b>Floresta</b>	3,24abA	2,24aAB	2,34aAB	1,52aB
<b>S. de Cultivo</b>	4,10aA	2,35aB	1,82aB	1,74aB

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas para colunas e letras maiúsculas para linhas.

(2) CV % = 27,56.

O SAF e a Floresta tiveram o comportamento igual quando analisada a profundidade, foram estatisticamente diferentes nas profundidades 0 - 5cm e 15 - 20cm. No Seringal de Cultivo a diferença foi entre as profundidades 0 - 5cm e as demais (TABELA 6). Na Pastagem não houve diferença entre as profundidades, o que pode ser ainda reflexo da mecanização, devido a baixa mobilidade do P e homogeneização da camada 0 - 20cm de profundidade do solo com a gradagem.

#### 4.3.2 Densidade aparente (Da) de camadas de solo sob diferentes tipos de uso

A Da é maior nos sistemas de uso da terra que sofrem maior ação antrópica, principalmente nas camadas mais superficiais (TABELA 7). Foi verificada a diferença significativa para entre os tipos de uso nas quatro profundidades avaliadas.

TABELA 7 – Resultados médios da densidade aparente (Da) de um solo sob diferentes tipos de uso da terra em quatro profundidades diferentes

Tipos de uso	0 – 5cm	5 – 10cm	10 – 15cm	15 – 20cm
	g . cm <sup>3</sup>			
<b>Pastagem</b>	1,74aA	1,64abAB	1,59aB	1,69aAB
<b>SAF</b>	1,63bA	1,66aA	1,66aA	1,65abA
<b>Floresta</b>	1,27cB	1,40cA	1,44bA	1,48cA
<b>S. de Cultivo</b>	1,36cB	1,54bA	1,56aA	1,54bcA

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas para colunas e letras maiúsculas para linhas

(2) CV % = 4,01.

A Da apresenta-se como um indicador sensível às mudanças de uso da terra (TABELA 7), onde houve diferença entre os tipos de uso estudados em todas as profundidades avaliadas, sendo que no tratamento Floresta e Seringal de Cultivo apresentaram as menores densidades, principalmente nos primeiros 5cm de profundidade do solo.

O comportamento da Da nos sistemas Floresta e Seringal de Cultivo pode ser explicado devido ao teor de matéria orgânica acumulado nesses sistemas na camada de 0 - 5cm de solo, e também, pela menor exposição do solo ao calor,

chuva e vento (intempéries). Principalmente na área de Floresta onde se tem um solo mais poroso, provavelmente por ser um ambiente pouco perturbado e mais protegido (ARAÚJO et al., 2004), onde a quantidade de carbono orgânico (TABELA 1) encontrado nos sistemas Florestas e Seringal pode ser responsável pela baixa Da do solo, pois segundo Benites (2005) o principal agente que permite a formação e estabilização de agregados no solo é a matéria orgânica, onde todos os seus componentes no solo afetam a formação desses agregados, principalmente os maiores, sendo que a materia orgânica localizada entre os agregados está sujeita a uma rápida decomposição.

O sistema Pastagem apresenta a Da mais elevada, principalmente de 0 - 5cm, resultado semelhante ao encontrado por Araújo et al. (2004), pode ser explicado pela menor quantidade de matéria orgânica na Pastagem. Outros fatores são, o pisoteio do gado e da maior exposição do solo aos ciclos de umedecimento e secagem (OLIVEIRA et al., 1996).

Nesse trabalho pôde ser observado a influência do manejo (mecanização e queima) no comportamento dos atributos químicos e na densidade aparente do solo, onde as principais alterações ocorridas nos diferentes tipos de uso estão diretamente ligadas ao manejo desses sistemas. De modo geral em todos os tipos de uso da terra avaliados foram encontrados valores que indicam uma baixa a média fertilidade do solo avaliado.

Os sistemas Floresta e Seringal de Cultivo apresentam elevada acidez e uma média saturação por bases, mas com teor de fósforo, carbono orgânico e densidade aparente mais favoráveis à sustentabilidade ao longo do tempo.

O sistema agroflorestal possui solos com características semelhantes ao da pastagem, porém o teor de carbono orgânico mais elevado e a densidade aparente menor favorecem a sustentabilidade do sistema no tempo, devido à influência dessas variáveis nos atributos químicos e físicos do solo.

## 5 CONCLUSÕES

Os diferentes tipos de uso da terra proporcionam alterações nos atributos químicos e na densidade aparente do solo, o que reflete diretamente na qualidade do mesmo e suas funções agronômicas.

Nos solos sob pastagem os valores de pH, Mg, SB e V apresentaram maiores valores que os demais sistemas, porém apresentou menores quantidades de fósforo e carbono orgânico e maior densidade aparente.

Dos atributos químicos e físico estudados a densidade aparente, o cálcio e o fósforo foram os que mais refletiram as alterações nos tipos de uso da terra no solo.

## REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa estadual de zoneamento ecológico-econômico do Acre fase II**. Documento síntese – escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2006. 350p.
- ALENCAR, A.; NEPSTAD, N.; MCGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M. D. C. V e FILHO, B. S. **Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica**. Manaus, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), 2004, p. 89.
- ALTIERE, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, AS-PTA. , 2002 p. 592.
- ALTIERE, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café**. Universidad de California, Berkeley, 2002.
- ANJOS, J. T.; UBERTI, A. A. A.; VIZZOTO, V. T.; LEITE, G. B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.139-145, 1994.
- ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de ARGISSOLO Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, p. 307-315, 2004.
- ARAÚJO, Q. R. de; FIGUEIREDO, M. de S.; COSTA, L. M. da; LOURES, E. G.; REGAZZI, A. J.; FONTES, L. E. F.; CASALI, V. W. D. Efeito da queima e da percolação sobre a dinâmica de propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, variação Una. **Agrotropica**, Itabuna, v. 6, p. 15-25, 1994.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 31, p. 1099-110, 2007.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A. Matéria orgânica do solo. In: WADT, P. G. S. (Org.) **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. p. 93-119.

BOYER, W. D.; MILLER, J. H. Effect of burning and brush treatments on nutrient and soil physical properties in young longleaf pine stands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 70, p. 311-318, 1994.

CAMARGO, S. L. **Interpretação de análise de solo**. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2005. p. 11.

CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; FARIA, S. M.. Aspectos ecológicos da seleção de espécies para sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas. In: AQUINO, A. M. e DE ASSIS, R. L.. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 467-479.

CAPORAL, F. R. **Segurança alimentar e agricultura sustentável**: uma perspectiva agroecológica. Site: <http://www.fbsan.org.br/ATT393373.doc> acessado no dia 29/07/2006 às 15 horas

CARTER, M. R.; STEED, G. R. The effects of directdrilling and stubble retention on hydraulic properties at the surface of duplex soils in north-eastern Victoria. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 30, p. 505-516, 1992.

CARVALHO, J.O.M.; BARROSO, G.R.P.; SANTOS, M.R.A.; FERREIRA, M.G.R.; RODRIGUES, C.D.S.. Teor de macronutrientes e produção de biomassa de adubos verdes em Rondônia, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 2, n. 2, 2007.

CENTURION, J. F.,; BEUTLER, A. N.; DE SOUZA, Z. M.. Physical attributes of kaolinitic and oxidic oxisols resulting from different usage systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 47, n. 5, p. 725-732, 2004.

COUTINHO, H. L. C.; UZÊD, M. C.; ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. L.. Ecologia e biodiversidade do solo no contexto agroecológico. **Informe Agropecuário - Agroecologia**. Belo Horizonte: EPAMIG. v. 24, n. 220, p. 45-54, 2003.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 2. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173p.

DIAS-FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S de. Pastagens no ecossistema do trópico úmido. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: alternativas viáveis visando a sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas, Goiânia. **Anais...**Goiânia: SBZ, 2005. p. 95-104.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. A Soil health and sustainability. **Advances in Agronomy**, Newark. v. 56, p. 30-31, 1996.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, V. M. **Manual Agroflorestal para a Amazônia. Rede Brasileira Agroflorestal**, Rio de Janeiro/RJ: REBRAAF, 1996.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. p. 212. (EMBRAPA – CNPS, Documentos, 1)

ERICKSON, P. A. **A practical guide to environmental impact assessment**. San Diego: Academic, 1994. 266 p.

FEARNSIDE, P. M. **A floresta Amazônia nas mudanças globais**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), 2003, p. 134.

FEIDEN, A..Agroecologia: introdução e conceito. In: AQUINO, A. M. e DE ASSIS, R. L.. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 49-69.

FERNANDES, L. A. et al. Propriedades químicas e bioquímicas de solos sob vegetação de mata e campos cerrado adjacentes. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 21, n. 1, p. 58-70, 1997.

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N.; ARATANI, R. G.; LEONEL, C. L.; SILVA, Á. P.. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo no crescimento e na produtividade da cultura do milho. **Bragantia**, Campinas. v.66, n.3, p.477-486, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da Floresta**, São José dos Campos: Inpe, 2004.

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

KARLEN, D. L. ; MAUSBACH, M. J. ; DORAN, J. W. ; CLINE, R. G. ; HARRIS, R. F. ; SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. **Soil Science Society American Journal**, Madison. v. 61, p. 4–10, 1997.

LAL, R. **Métodos para a avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos**. Tradução: Cláudio Conti Medugno e José Flávio Dyania. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. p.97. (Embrapa Meio Ambiente – Documentos, 03).

LANNA, A. C.. **Impactos ambientais de tecnologias, indicadores de sustentabilidade e metodologias de aferição: uma revisão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Milho, 2002. p. 31. (Embrapa Arroz e Milho – Documento, 144).

LAURANCE, W. L.; ALBERNAZ. A. K. M.; FEARNSTIDE, P. M.; VASCONCELOS, H; FERREIRA, L. V. Deforestation in Amazonia. **Science**, v. 304, p. 1109- 1111, 2004.

LEONARDO, H. C. L..**Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do Rio Passo Cue, região oeste do Paraná**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Superior Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2003.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J..Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciências & Tecnologia**. Brasília, v. 17, n. 1, p.41-59, 2000.

MCGRATH, D. A.; DURYEA, M. L.; CROPPER, W. P. Soil phosphorus availability and fine root proliferation in Amazonian agroforests 6 years following forest conversion. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 83, p. 271-283, 2001.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G.R.; FONTES, L. E. F.; CHAGAS A. C.; LEMOS JÚNIOR, J. B.; DE ANDRADE, R. P.. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 30, p.1039-1050, 2006.

MENDONÇA, E. S. e MATOS, E. S.. **Matéria orgânica do solo: métodos de análise**. Viçosa: UFV, 2005. p. 107.

MONTAGNINI, F. (Org). **Sistemas agroflorestales**: principios y aplicaciones em los trópicos. San José: Organización para Estudios Tropicales, 1992. p. 622.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.11, p.1103-1110, 2004.

MULLER, M. M. L.; GUIMARAES, M. de F.; DESJARDINS, T.. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 36, n. 11, p.1409-1418, 2001.

OLIVEIRA, L. C. Fluxo de nutrientes em florestas tropicais manejadas. In: WADT, P. G. S. (Org.) **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. p. 435-458.

OLIVEIRA, T. K..Manejo da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais. In: WADT, P. G. S. (Org.) **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. p. 376-411.

OLIVEIRA, T.S.; COSTA, L.M.; FIGUEIREDO, M.S.; REGAZZI, A.J. Efeitos dos ciclos de umedecimento e secagem sobre a estabilidade de agregados em água de quatro latossolos Brasileiros **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas. v.20, p. 509-515, 1996.

SALGADO, B. G.; MACEDO, R. L. G.; ALVARENGA, M. I. N.; VENTURIN, N. Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Lavras-MG. **Revista Árvore**. Viçosa-MG. v.30, n.3, p.343-349, 2006.

SAMONEK, F.. **A borracha vegetal extrativa na Amazônia**: um estudo de caso dos novos encauchados de vegetais no Estado do Acre. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Acre. Rio Branco – AC, 2006.

SARANDÓN,S. J. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la Agricultura intensiva dela Revolución Verde. In: **“AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable”**. Ediciones Científica Americana, La Plata, 2002. p. 393-414.

SILVA, G. R.; SILVA Jr, M. L.; MELO, V. S. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um latossolo amarelo do Estado do Pará. **ACTA Amazônica**. Manaus, v. 36, n. 2, p.151-158, 2006.

SILVA, R. C.; PEREIRA, J. M.; ARAUJO, 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**. Campinas. v.31, n.1, p.101-107, 2007.

SOARES, A.T.. **A questão da borracha**. Os últimos 35 anos (1967 a 2002) da atividade econômica da borracha. Belém: APBNB, 2002.

SOUZA, Z. M. e ALVES, M. C. Propriedades químicas de um Latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas. v. 27, n. 1, p. 133-139, 2003.

TAVARES, S. R. L.; ANDRADE, A. G.; COUTINHO, H. L. C.. Sistemas agroflorestais como alternativas de recuperação de áreas degradadas com geração de renda. **Informe Agropecuário - Agroecologia**. Belo Horizonte: EPAMIG. v. 24, n. 220, p. 73-80, 2003.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Guidelines for soil quality assessment in conservation planning**. NRCS/Soil Quality Institute. 2001.

VIEIRA, L. S. e GAMA, J. R. N. F. Solos e plantio da seringueira. In: VIÉGAS, I. J. M. e CARVALHO, J. G. (Org.). **Seringueira: nutrição e adubação no Brasil**. Brasília: Embrapa. 2000.

WADT, P. G. S.. Recomendação de adubação para as principais culturas. In:\_\_\_\_\_. (Org.) **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. p. 491-635.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Fotos

**Pastagem****Sistema Agroflorestal****Seringal de Cultivo****Floresta**

## APÊNDICE B – Modelo de formulário: Informações gerais das áreas

**LOCAL:****ÁREA:****Data:****Uso do fogo:**

- quantas vezes na formação da área
- frequencia (de quantos em quantos anos a área é queimada)
- tempo desde a última queima

**Mecanização:**

- tipo de preparo que tem sido feito (aração ou gradagem pesada)
- frequencia
- tempo desde a última operação

**Uso Anterior**

- se houve culturas anteriores e por quantos anos ou se foi o uso atual direto
- quantos anos desde a mudança do uso da terra

**Relevo** (ondulado, suave ondulado, suave, etc)

- topografia (grau de inclinação do terreno no local da coleta)

**Solo** (apenas ordem: LATOSSOLO, ARGISSOLO, PLINTOSSOLO, etc)**OBS:**

APÊNDICE C – Análise de variância do pH, fósforo (P), carbono orgânico (C org), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (k), sódio (Na), alumínio trocável (Al troc), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), CTC potencial (T), CTC efetiva (t), saturação por bases (V), saturação de alumínio (m) e densidade aparente (*Da*) de um solo submetido a quatro tipos de uso diferentes em quatro profundidades diferentes, conduzido no delineamento inteiramente casualizado, no esquema parcela subdividida 4x4, com quatro repetições, totalizando 64 amostras.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios														
		pH	P	C org	Ca	Mg	K	Na	Al troc	H + Al	SB	T	t	V	m	Da
<b>T. de uso A</b>	3	3,875 **	1,766 <sup>ns</sup>	0,361**	2,523**	0,241**	1,889 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,074**	2,646**	8,825*	2,638 <sup>ns</sup>	7,940 <sup>ns</sup>	18887,2*	488,9*	0,264**
<b>Res. A</b>	12	0,208	1,062	0,042	0,142	0,037	2,088	0,001	0,011	0,409	2,386	1,965	2,413	352,60	103,99	0,003
<b>Prof. B</b>	3	0,141**	4,984**	0,066 <sup>ns</sup>	0,153**	0,036 <sup>ns</sup>	2,623**	0,001 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,084 <sup>ns</sup>	4,592**	3,501**	4,619**	465,16**	164,34**	0,022**
<b>Int. Ax B</b>	9	0,034 <sup>ns</sup>	1,038**	0,038 <sup>ns</sup>	0,005*	0,009 <sup>ns</sup>	0,320 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,053 <sup>ns</sup>	0,314 <sup>ns</sup>	0,172 <sup>ns</sup>	0,332 <sup>ns</sup>	19,93 <sup>ns</sup>	9,853 <sup>ns</sup>	0,021**
<b>Res. B</b>	36	0,024	0,348	0,032	0,026	0,013	0,274	0,000	0,004-	0,045	0,343	0,290	0,323	36,49	20,14	0,004
<b>Total</b>	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CV %</b>	-	3,30	27,56	12,05	17,07	59,64	37,23	33,24	9,99	9,86	22,59	11,35	17,56	11,49	20,11	4,01

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

APÊNDICE D – Resultados médios dos atributos químicos e densidade aparente de cada tipo de uso do solo em quatro profundidades.

Profundidades	pH H <sub>2</sub> O	P	C org	Ca	Mg	K	Na	Al troc	H + Al	SB	T	t	V	m	Da
	1:2,5	Mg . dm <sup>-3</sup>	g . kg <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> . dm <sup>-3</sup> -----							-----%-----		g . cm <sup>-3</sup>		
<b>Pastagem</b>															
0 – 5	5,6a	2,03a	1,37a	1,54a	0,43a	2,89a	0,08a	0,60a	1,41a	4,94a	6,35a	5,54a	76,89a	0,12a	1,74b
5 – 10	5,3a	1,62a	1,59a	1,31a	0,23a	1,59a	0,07a	0,60a	1,63a	3,20a	4,82a	3,80a	64,99a	0,17a	1,64ab
10 – 15	5,3a	1,97a	1,56a	1,37a	0,26a	1,91a	0,08a	0,63a	1,74a	3,61a	5,36a	4,24a	64,57a	0,17a	1,59a
15 – 20	5,1a	2,24a	1,47a	1,42a	0,39 <sup>a</sup>	1,00a	0,07a	0,55a	1,89a	2,87a	4,75a	3,42a	59,80a	0,17a	1,69ba
<b>Saf</b>															
0 – 5	5,1a	2,52a	1,83a	1,28a	0,31a	1,44a	0,08a	0,60a	1,98a	3,10a	5,07a	3,70a	60,91a	0,17a	1,62a
5 – 10	5,0a	1,79a	1,69a	1,11a	0,21a	1,14a	0,07a	0,60a	1,91a	2,52a	4,43a	3,12a	57,10a	0,20a	1,66a
10 – 15	4,9a	1,42a	1,62a	1,13a	0,25a	0,97a	0,06a	0,58a	1,88a	2,40a	4,28a	2,98a	54,31a	0,22a	1,66a
15 – 20	4,8a	1,37a	1,57a	1,02a	0,28a	0,76a	0,05a	0,60a	2,11a	2,10a	4,21a	2,70a	49,68a	0,24a	1,65a
<b>Floresta</b>															
0 – 5	4,3a	3,24a	1,82a	0,73a	0,19a	2,00a	0,03a	0,73a	2,40a	2,96a	5,36a	3,68a	53,75a	0,21a	1,27a
5 – 10	4,2a	2,24ab	1,95a	0,50b	0,07a	1,27a	0,04a	0,73a	2,60a	1,88a	4,48a	2,60a	41,76a	0,28a	1,40b
10 – 15	4,1a	2,34ab	1,77a	0,55b	0,08a	1,34a	0,06a	0,78a	2,61a	2,02a	4,62a	2,79a	43,46a	0,28a	1,43b
15 – 20	4,3a	1,52b	1,67a	0,52b	0,07a	1,36a	0,04a	0,73a	2,49a	1,98a	4,48a	2,71a	44,28a	0,27a	1,48b
<b>Seringal de Cultivo</b>															
0 – 5	4,5a	4,07a	1,96a	0,80a	0,06a	1,57a	0,06a	0,65a	2,44a	2,50a	4,94a	3,15a	49,72a	0,22a	1,37a
5 – 10	4,4a	2,35ab	1,80a	0,61b	0,07a	1,18a	0,05a	0,63a	2,46a	1,90a	4,36a	2,53a	41,36a	0,27a	1,54b
10 – 15	4,4a	1,82b	1,77a	0,62b	0,06a	1,08a	0,06a	0,65a	2,45a	1,82a	4,27a	2,47a	40,88a	0,29a	1,56b
15 – 20	4,4a	1,74b	1,77a	0,59b	0,08a	0,98a	0,05a	0,68a	2,44a	1,70a	4,14a	2,37a	37,56a	0,33a	1,54b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).