

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais

**NUTRIENTES E CARBONO NO SOLO EM ÁREAS COM DIFERENTES
SISTEMAS DE USO DA TERRA NA REGIÃO DO ALTO SOLIMÕES
(BENJAMIN CONSTANT – AM)**

ANTONIO EDSON DE SOUZA SOARES

Manaus, Amazonas

Janeiro, 2007

ANTONIO EDSON DE SOUZA SOARES

**NUTRIENTES E CARBONO NO SOLO EM ÁREAS COM DIFERENTES
SISTEMAS DE USO DA TERRA NA REGIÃO DO ALTO SOLIMÕES
(BENJAMIN CONSTANT – AM)**

Orientadora: Dra. SÔNIA SENA ALFAIA

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agricultura no Trópico Úmido - CPCA/INPA.

Manaus, Amazonas

Janeiro, 2007

Soares, Antonio Edson de Souza

Analises químicas de nutrientes em áreas com diferentes sistemas de uso da terra no município de Benjamin Constant, Amazonas/ , Antonio Edson de Souza Soares – Manaus: INPA/UFAM, 2007.

52p.

Dissertação de Mestrado – Área de concentração Agricultura no Tropicó Úmido

1. Fertilidade do solo 2. Agricultura de corte e queima, 3. Recursos Naturais

Sinopse:

Foram estudados os solos de áreas sob diferentes coberturas vegetais em duas comunidades rurais em solos Cambissolos no município de Benjamin Constant, Amazonas. As áreas estudadas foram: florestas, capoeiras com diferentes idades e quando parte dessas capoeiras foram derrubadas e queimadas para a implantação de roças. Nesta dissertação pretende-se descrever as principais características químicas dos solos antes e após a derruba e queima da vegetação, avaliando as mudanças na fertilidade do solo nesses sistemas de produção.

Resumo

O trabalho foi conduzido em duas comunidades rurais tradicionais da região do Alto Solimões, no estado do Amazonas, com o objetivo avaliar características químicas do solo (C orgânico, N total, P, K, disponíveis, Ca, Mg e Al trocáveis) de roças estabelecidas após a derruba e queima de florestas primárias e capoeiras com diferentes idades (3, 5, 10 e 20 anos de pousio) e como o tempo de pousio influencia na fertilidade do solo de capoeiras com diferentes idades e florestas. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com três repetições. Os sistemas estudados nas parcelas foram relacionados com a vegetação: com e sem queima e, nas sub-parcelas, o tempo de pousio (3, 5, 10 e 20 anos) e a floresta, como controle. Foram avaliados quatro capoeiras, uma floresta e cinco roças, somando dez sistemas, que repetidas em ambas as comunidades, totalizaram 20 sistemas. Nas condições edafoclimáticas locais, a derruba e queima da vegetação primária e secundária para implantação de roças, promoveram incremento nos teores de fósforo e potássio, cálcio e magnésio trocáveis. No entanto, não houve efeito significativo da queima, nem do tempo do pousio sobre os teores de carbono orgânico e nitrogênio total do solo. O tempo de pousio das capoeiras contribuiu para um aumento significativo no índice pH e nos teores de cálcio e magnésio trocáveis no solo, assim como para a redução do alumínio trocável. Por outro lado, não houve aumento dos teores de fósforo e potássio disponíveis. A mudança nos teores de cálcio e magnésio trocáveis sugere que curtos períodos de pousio possam não ser suficientes para reposição dos teores desses nutrientes no solo, podendo comprometer a produtividade das roças e das capoeiras. Nestes Cambissolos, os resultados indicam que cinco anos de pousio é o tempo mínimo para se obter valores de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis equivalentes aos encontrados em um pousio de vinte anos.

Abstract

The present work was conducted in two traditional rural communities in the upper Solimões region, in the state of Amazonas. Its purpose was to evaluate the soil chemical characteristics (organic C, total N, P, K available, Ca, Mg and Al exchangeable) in areas cleared for cultivation established following the clearing slashing and burning of different-aged primary forests and secondary growth plots (3, 5, 10 and 20 years of fallow period). It also studied how the time of the fallow period influenced the fertility in the soil of forest and secondary growth plots. An entirely random design with subdivided plots with three replicates, was used. The systems studied in the plots were related with the burning and of the vegetation, with and without the burning and, in the subplots, the fallow time (3, 5, 10 and 20 years) and the forest, as control. Four secondary growths, one forest and five areas cleared for planting, which summed up to ten systems that when replicated in both communities totalled 20 systems, were evaluated. In the local edaphoclimatic conditions, the primary and secondary vegetation slash and burn for the implantation of planting areas, promoted an increase on the contents of phosphorus and potassium, and exchangeable calcium and magnesium. Nonetheless, there was no significant effect either of the burn or the time of the fallow period on the soil's organic carbon and total nitrogen contents. The secondary growth fallow period time contributed to a significant increase on the pH index and exchangeable calcium and magnesium contents in the soil, as well as to the reduction of exchangeable aluminium. On the other hand, there was no increase on the available phosphorus and potassium contents. The change on exchangeable calcium and magnesium contents suggests that short fallow periods may not be sufficient for the reposition of the contents of those nutrients in the soil, being liable to compromise the yield on the cleared for planting and secondary growth areas. In these Cambissolos, the findings point out five years of fallow to be the minimum time needed for attaining exchangeable calcium, magnesium and aluminium values equivalent to those found in a twenty year old fallow period.

Agradecimentos

Aos meus pais Amadeu Santos Soares e Suely de Souza Soares, pelo exemplo de autodidata, estímulo e presença constante em minha vida.

A todas as famílias das duas comunidades de Nova Aliança e Guanabara II, por permitirem o aprofundamento dos estudos de campo em suas propriedades.

Aos colegas do curso de Agricultura no Tropicó Úmido (2004-2005) pelo companheirismo e ajuda mútua.

Aos técnicos do Laboratório Temático de Solos e Plantas da CPCA-INPA pelas análises químicas dos dados de solos.

Aos doutores que avaliaram a dissertação por suas sugestões e comentários, enriquecendo o trabalho final.

A minha orientadora, Dra. Sonia Sena Alfaia, por sua sabedoria e paciência. Sua orientação serena e segura demonstrou o quão profundo é o seu conhecimento sobre os solos da Amazônia.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo consentimento da bolsa de pesquisa, de suporte financeiro que foi essencial ao desenvolvimento do trabalho.

Ao Global Environment Facility (GEF), através do Projeto BiosBrasil (<http://www.biosbrasil.ufla.br/>), “Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity”, pelo suporte financeiro, o que permitiu os estudos com os aspectos químicos dos solos em diversos sistemas de uso da terra na região do Alto Solimões.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. JUSTIFICATIVA	2
3. OBJETIVOS	3
3. 1. Geral	3
3.2. Específicos.....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA	4
4.1. Agricultura tradicional de derruba e queima	4
4. 2. Dinâmica de nutrientes	5
4. 3. Uso da matéria orgânica no manejo da fertilidade do solo.....	6
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
5. 1. Área de estudo	7
5. 2. Sistemas de uso do solo	8
5.3. Solos da região	13
5.4. Histórico do uso da área	14
5.5. Divisão das áreas em parcelas	14
5. 6. Coleta, preparo e análises químicas da amostras de solo	14
5. 6. 1. Determinação do pH, C, N, P, K ⁺ Ca ⁺² , Mg ⁺² e AL ⁺³	15
5. 6. 2. Níveis de fertilidade do solo.....	16
5. 7. Análises estatísticas	16
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6.1. pHdo solo.....	17
6.2. C orgânico (C)	20
6.3. N total (N).....	23
6.4. Fósforo disponível (P)	25
6.5. Potássio disponível (K ⁺)	27
6.6. Cálcio trocável (Ca).....	29
6.7. Magnésio trocável (Mg ⁺²)	33
6. 8. Alumínio trocável (Al ⁺³)	36
7. CONCLUSÕES	39
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
9. APÊNDICE.....	52

Lista de Figura

- Figura 1. Localização da área de estudo, município de Benjamin Constant – AM. 8
- Figura 2. Nova aliança - Detalhes da área de floresta primária ao fundo, com parte da vegetação derrubada e queimada cerca de 1 mês antes para implantação de uma roça de banana e mandioca..... 10
- Figura 3. Guanabara II - Floresta primária e cultivo de mandioca, implantado após a derruba e queima de uma parte dessa floresta há 2 meses. A área foi mal queimada e está submetida à inundação, por estar situada nas proximidades de um igarapé..... 10
- Figura 4. Nova aliança - Vista da capoeira de 3 anos e da roça (com um plantio de mandioca de 20 dias) implantada após a derruba e queima de uma parte da vegetação dessa capoeira, há cerca de 1 mês (ao lado). Em 2001 o agricultor plantou um bananal, após a colheita em 2002 deixou a área em pousio. 11
- Figura 5. Guanabara II - Vista da capoeira de 3 anos ao fundo e parte dela derrubada e queimada cerca de 2 meses antes para implantação de uma roça de mandioca. A mesma havia sido cultivada por um período de três anos com milho no primeiro ano e mandioca no segundo e terceiro ano. A área estava em pousio em pousio desde 2002. 11
- Figura 6. Detalhes da capoeira de 5 anos e da roça (plantio de mandioca e arroz) implantada após a derruba e queima de uma parte da vegetação dessa capoeira, há cerca de 2 meses. Antes de deixar a área em descanso, o agricultor cultivou a mesma por um período 2 anos com mandioca..... 12
- Figura 7. Guanabara II – Vista da capoeira de 5 anos em pé e parte dela derrubada e queimada para implantação de uma roça. A amostragem do solo foi efetuada no dia da queima. O agricultor cultivou a área pela primeira vez há cerca de 20 anos (1985), daí deixou em pousio e desmatou novamente em 1995. Encontra-se em pousio desde 2000..... 12
- Figura 8. Relação entre o tempo de pousio e os teores de cálcio no solo sob vegetação secundária de diferentes idades, antes e após a queima da vegetação nas profundidades de 0-10 (a), 10-20 (b) e 20-30 cm (c) em um cambissolos de duas comunidades de agricultores

tradicionais na região do alto solimões (am). O tempo refere-se ao solo sob floresta primária antes e após a queima da mesma **32**

Figura 9 - Relação entre o tempo de pousio e a concentração de magnésio no solo sob vegetação secundária de diferentes idades, antes e após a queima da vegetação nas profundidades de 0-10 (a), 10-20 (b) e 20-30 cm (c) em um cambissolos de duas comunidades de agricultores tradicionais na região do alto solimões (am). O tempo 0 refere-se ao solo sob floresta primária antes e após a queima da mesma..... **35**

Lista de Tabela

- Tabela 1. Níveis de fertilidade de solos da América do Sul (Cochrane *et al.*, 1985) **16**
- Tabela 2. Valores de pH do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3). **19**
- Tabela 3. Teores de C do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3). **21**
- Tabela 4. Teores de N do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3). **24**
- Tabela 5. Teores de P do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3). **26**
- Tabela 6. Teores de K do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3). **28**
- Tabela 7. Teores de Ca do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3). **31**

Figura 8. Relação entre o tempo de pousio e os teores de cálcio no solo sob vegetação secundária de diferentes idades, antes e após a queima da vegetação nas profundidades de 0-10 (a), 10-20 (b) e 20-30 cm (c) em um cambissolos de duas comunidades de agricultores tradicionais na região do alto solimões (am). O tempo refere-se ao solo sob floresta primária antes e após a queima da mesma **32**

Tabela 8. Teores de mg do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do alto solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3). **34**

Tabela 9. Teores de al do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do alto solimões. Os valores correspondem à média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3). **38**

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção agrícola, utilizados pelos agricultores familiares tradicionais no Amazonas, na sua maior parte por caboclos e indígenas, têm permitido, durante séculos, a subsistência dessas populações em condições ambientais adversas, sem depender de insumos externos (Kleinman *et al.*, 1995).

As técnicas agrícolas em uso pelos agricultores familiares são voltadas basicamente, para a subsistência. Ela é feita geralmente de forma integrada com os demais componentes do sistema produtivo, principalmente o componente florestal e a capoeira e caracteriza-se por roças, policultivo e o descanso da área cultivada, denominado *pousio* (Noda & Noda, 1994).

Esse sistema de produção tradicional consiste na derruba e queima de áreas de florestas primárias e secundárias para a implantação de roças, que são geralmente deixadas em descanso após dois a quatro anos de cultivos devido a redução das reservas orgânicas e minerais do solo, não compensando mais sua utilização para a produção agrícola. Assim, o agricultor as deixa em *descanso* ou *pousio*, onde crescerá espontaneamente uma vegetação secundária denominada regionalmente como *capoeira* e busca outras áreas para nova implantação de cultivos (Denich & Kanashiro, 1995).

Nos últimos anos tem-se buscado desenvolver e melhorar tecnologias para o manejo de capoeiras na Amazônia, tais como o enriquecimento com espécies de leguminosas, pois as leguminosas são ricas em nitrogênio, e com a sua decomposição e mineralização, esse nutriente essencial fica disponível na solução do solo para as culturas, aumentando sua produtividade.

A capoeira melhorada com leguminosas é um dos primeiros passos para a transformação da agricultura de derruba e queima em sistemas de uso da terra de forma sustentável (Nair, 1990), pois essa família de plantas realiza associação simbiótica com bactérias fixadoras de N_2 , em que essas bactérias disponibilizam nitrogênio em forma absorvível para a planta (NO_3^- e NH_4^+) e da planta para o solo, quando essas são decompostas.

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa financiado pelo “GEF-Global Environment Facility”: “Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity”, intitulado no Brasil como projeto “BIOSBRASIL”, onde vários grupos têm estudado simultaneamente as mudanças relacionadas com os aspectos químicos, físicos e biológicos dos solos em diversos sistemas de uso da terra na região do Alto Solimões, visando propor técnicas de manejo e utilização sustentável da biodiversidade local.

2. JUSTIFICATIVA

A fertilidade está relacionada com as características químicas, físicas e biológicas do solo, favoráveis para que uma planta expresse seu potencial máximo de produtividade. Por ser um dos fatores que afetam o crescimento das plantas, as características do solo podem determinar a maior ou menor produtividade das culturas, por sua vez, formas de cultivo e manejo dos solos afetam a fertilidade (Freire *et al.*, 1988).

Ao promover o período de pousio, o agricultor busca recuperar a capacidade produtiva do solo para um próximo ciclo de cultivo. Essa produtividade é obtida através da disponibilidade de nutrientes via cinzas da biomassa aérea, decomposição da biomassa subterrânea e matéria orgânica do solo. Quanto maior o período de pousio, maior será a biomassa da vegetação secundária e, conseqüentemente, maior será a liberação dos nutrientes necessários para o desenvolvimento dos cultivos agrícolas, depois da queimada (Martins *et al.*, 1990).

Em condições de baixa densidade demográfica e baixa pressão sobre a terra, o sistema tradicional tem-se mostrado adequado para o manejo dos solos ácidos tropicais. No entanto, com o aumento populacional e da pressão pela posse da terra, um maior número de áreas de florestas estão sendo convertidas em sistemas agrícolas, ocasionando a redução do período de pousio, o que compromete a sustentabilidade desse sistema de produção devido à redução da fertilidade do solo ao longo dos ciclos produtivos (Kitamura, 1994).

Para auxiliar na avaliação e recomendação de formas de uso do solo que promovam o manejo sustentável e integrado dos recursos naturais da Amazônia, o presente trabalho se propõe a avaliar as mudanças relacionadas com as características químicas, determinantes para a fertilidade do solo, quando florestas são convertidas em agrossistemas (roças) manejados de forma tradicional em duas comunidades da região do Alto Solimões. Juntamente com outros estudos do projeto Biosbrasil fornecerá informações para que, em uma segunda etapa, possam ser testadas possíveis formas de manejo visando melhorar as capoeiras da região e diminuir seu período de pousio para, com isso, reduzir a pressão sobre áreas de florestas primárias.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Avaliar a fertilidade dos solos dos sistemas agrícolas de derruba e queima na região do Alto Solimões, a fim de se compreender o atual estado dessas áreas.

3.2. Específicos

1. Avaliar as características químicas do solo (pH, C orgânico, N total, P, K disponíveis, Ca, Mg e Al trocáveis) de roças, estabelecidas após a derruba e queima de florestas primárias e capoeiras com diferentes idades (3, 5, 10 e 20 anos de pousio).

2. Avaliar a influência do tempo de pousio sobre as características químicas do solo em capoeiras com diferentes idades e floresta primária.

3. Estimar o tempo de pousio necessário para a recuperação da fertilidade do solo nas capoeiras.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Agricultura Tradicional de Derruba e Queima

As florestas Amazônicas exibem uma vegetação rica e exuberante sobre solos de terra firme que em sua grande maioria, são ácidos e de baixa fertilidade natural. São solos de formação terciária, muito intemperizados, mas apresentando em geral, boas características físicas. Os nutrientes presentes nos solos e principalmente na biomassa da floresta encontram-se em um ciclo dinâmico, o qual é rompido quando essas florestas são derrubadas, queimadas e convertidas em roças (Alfaia & Souza, 2002).

A produtividade da agricultura tradicional depende da liberação de nutrientes oriundos das cinzas da biomassa que sofreu combustão. A queima da biomassa ocasiona o aumento das taxas de decomposição da liteira e da matéria orgânica do solo, causada pelo aumento da temperatura e aumenta a disponibilidade de nutrientes na solução do solo, o que favorece a absorção pelas raízes das plantas. Porém estes benefícios podem ser curtos, se os colóides do solo (argila e matéria orgânica) não adsorverem essa grande quantidade de nutrientes, que estão disponíveis e que podem ser perdidos através dos processos de lixiviação e erosão. A quantidade de nutrientes lixiviados segue a ordem de $K > Mg > Ca$ (Juo & Manu, 1996).

A combustão da biomassa causa significativas perdas de C, N e S para a atmosfera, foram observada perdas de 22% da quantidade original de N, 30% de C e 49% de S (Ewel *et al.* 1981). Essas grandes perdas têm levado muitos pesquisadores a questionar a sustentabilidade desse sistema de uso da terra.

Com o tempo de cultivo das áreas, fatores como perda de fertilidade do solo, aumento das plantas daninhas e o aumento da incidência de pragas e doenças ao longo dos anos, têm sido relatados por agricultores tradicionais como justificativas para deixar o solo em pousio (Brocki, 2001).

As características principais da agricultura tradicional são: várias espécies cultivadas nas roças (mandioca, milho, banana, feijão, cará e outros); policultivo, isto é, o cultivo de diferentes espécies nativas da região de forma consorciada (Mapati, Cupuaçu, Açaí, Pupunha e outras) e a adoção de sistemas de descanso do solo da área cultivada, denominada “pousio” (Noda & Noda, 1994).

São comuns os agricultores da Amazônia realizarem o rodízio das áreas de cultivo e pousio havendo, em cada propriedade, pequena mancha de vegetação em diferentes estádios de sucessão. Neste contexto, as capoeiras são partes integrantes do sistema de produção, com a função indireta de recuperar a capacidade produtiva do solo através da incorporação de nutrientes em sua biomassa durante o período de pousio e servindo também para o controle de plantas daninhas (Brocki, 2001). Do mesmo modo, a atividade biológica do solo vai sendo recuperada paulatinamente através da matéria orgânica que se acumula com o tempo de pousio (Ewel *et al.* 1981).

Em um estudo para a etno-classificação de capoeiras com populações tradicionais de Santarém – PA, Scatena *et al.* (1996) identificaram quatro estádios de vegetação: 1) juquirá, vegetação secundária com até 2 anos depois da última derruba; 2) capoeirinha, vegetação secundária entre 2 - 4 anos; 3) capoeira, vegetação secundária entre 4 - 10 anos; e 4) capoeirão, vegetação secundária com mais de 10 anos. Essa classificação é relevante no momento da escolha, pelo agricultor do tipo de capoeira que será derrubada e queimada para a implantação de determinado cultivo agrícola em função do período que esta levou para recuperar a fertilidade natural do solo.

4. 2. Dinâmica de Nutrientes

A quantidade de nutrientes liberados pela queima depende da idade da vegetação e da intensidade da queimada, porém a quantidade de nutrientes incorporados no sistema não depende somente da quantidade de cada elemento nas cinzas, mas também, da capacidade do solo em reter esses nutrientes numa forma que possam ser absorvidos pelas plantas (Juo & Manu, 1996). Após derruba e queima da vegetação, observa-se no solo um aumento no pH e nos teores de K, Ca e Mg trocáveis e uma diminuição do Al trocável (Holscher *et al.*, 1997). O ganho líquido em quantidade de cada nutriente segue a ordem de $Ca > K > Mg > P$. Porém com o tempo de cultivo dos solos, se não repostos, paulatinamente ocorre um decréscimo na disponibilidade desses nutrientes essenciais às plantas e conseqüentemente reduzindo a produtividade dos cultivos.

Devido à retirada de nutrientes do solo durante o período de cultivo das áreas, ou perdas por lixiviação ou erosão, as capoeiras novas incorporam menores quantidades de nutrientes que às florestas primárias e que estes nutrientes incorporados pela capoeira são oriundos principalmente do solo, que contém limitadas quantidades de cátions trocáveis, como

K^+ , Ca^{+2} , e Mg^{+2} . Com a remoção desses cátions do complexo de troca catiônica do solo, íons H^+ irão ocupar a superfície desse complexo, acidificando o solo (Szott *et al.*, 1999). Da mesma forma, o tempo de cultivo pode acidificar o solo devido à remoção de nutrientes em consequência da colheita das culturas. A magnitude e a velocidade da taxa de acidificação do solo dependem da duração e da intensidade de cultivo (Juo & Manu, 1996).

4. 3. Uso da Matéria Orgânica no Manejo da Fertilidade do Solo

A matéria orgânica do solo (MOS) é originária da decomposição de plantas, animais e microrganismos, sendo as plantas as principais fontes de matéria orgânica. Encontrada no solo em diferentes estádios de decomposição; o conteúdo e a composição da MOS são consequência de fatores diversos tais como, tipo de vegetação, topografia, clima e tempo (Kiehl, 1979). O húmus é a matéria orgânica já decomposta, estável e resistente a novos e intensos ataques de microrganismos. A MOS é um componente fundamental para a manutenção da produtividade do solo e está envolvida na maior parte dos processos químicos, físicos e biológicos, estando a sustentabilidade dos sistemas agrícolas relacionados a sua manutenção no solo (Roscoe & Machado, 2000).

O teor de MOS de um ambiente é resultante de um balanço entre as taxas de adição e de perdas. Em áreas queimadas, ocorre um aumento das taxas de perdas de MOS, e conduzem a alterações em suas propriedades, com implicações desfavoráveis em sua fertilidade. Nos primeiros anos de cultivo a medida que grande parte da MO se decompõe, ocorrem grandes perdas de nutrientes, como Ca, Mg, P, N e outros e elevação do teor de alumínio trocável. (Salek, 1988). Em solos da região de Manaus, foram observadas diminuições de 20 a 30% de carbono total do solo no primeiro ano de cultivo após a queima da vegetação (Cerri & Moraes, 1996), pois em solos tropicais, a reciclagem da matéria orgânica é mais rápida do que em solos de regiões temperadas, dada às características climáticas de alta temperatura e alta umidade durante todo o ano, que favorecem o processo de decomposição (Luizão *et al.*, 2000).

Com a diminuição de MOS em decorrência dos anos de cultivo, ocorre também a diminuição de nitrogênio, que se encontra predominantemente na forma orgânica, em torno de 95 a 98%, ou seja, a disponibilidade de nitrogênio é resultante da mineralização da MOS (Raij, 1981). É necessária a adoção de práticas agrícolas que ocasionem o mínimo de perdas de MOS, pois a sua presença é essencial para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, uma vez que na região do Alto Solimões, a agricultura é caracterizada por baixo aporte de insumos e

implementos agrícolas, onde a grande maioria dos agricultores são descapitalizados, dependendo intensamente da atividade da matéria orgânica no suprimento de nutrientes e estabilidade do solo (Luizão *et al.*, 2000).

5. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em duas fases:

- a) Uma fase de campo, na qual foram levantadas informações sobre o histórico de uso e coleta das amostras de solo dos diferentes sistemas de uso, em cada comunidade.
- b) Análise química das amostras em laboratório para avaliação da fertilidade do solo.

5. 1. Área de Estudo

O estudo foi realizado em ecossistemas de terra firme de duas comunidades tradicionais (Guanabara II e Nova Aliança) do município de Benjamin Constant, situado na microrregião geográfica do Alto Solimões, no estado do Amazonas (Figura 1).

As comunidades localizam-se à margem direita do rio Solimões:

1. Comunidade Guanabara II (4° 24' 21 "S, 69° 54' 29" W), de origem cabocla, encontra-se a uma distância de 13,8 km da cidade de Benjamin Constant;
2. Comunidade Nova Aliança (4° 25' 6 "S, 69° 58' 38" W), composta por população indígena da etnia Ticuna, de origem Brasileira e Cocama, Peruana, encontrando-se a uma distância de 46,7 km da cidade de Benjamin Constant.

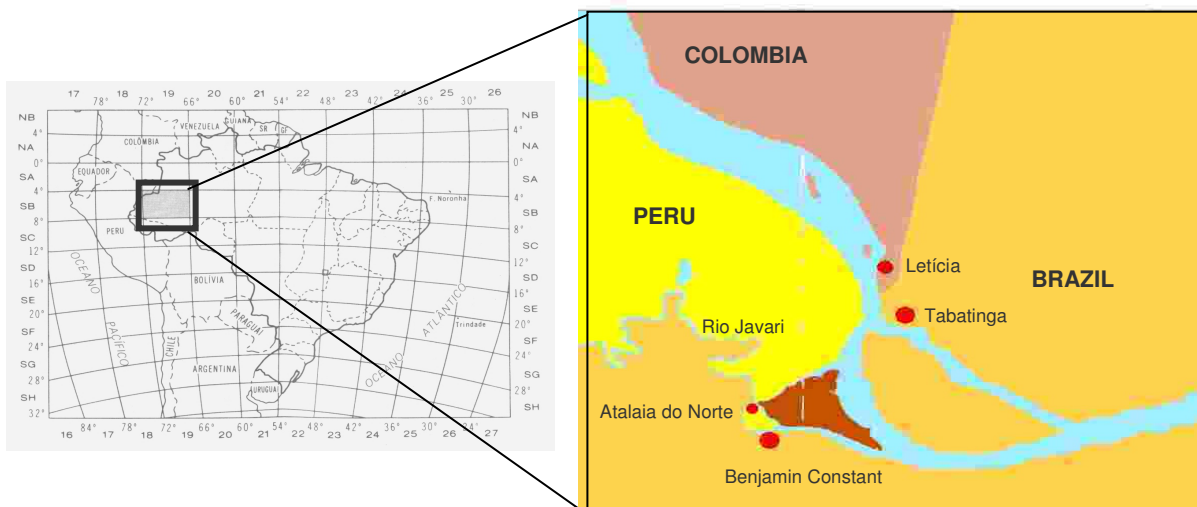


Figura 1. Localização da área de estudo, município de Benjamin Constant – AM.

Estas comunidades foram selecionadas em função do uso e manejo variados que utilizam em seus sistemas agrícolas.

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Afi, tropical úmido, onde a temperatura sofre pouca variação anual. A pluviosidade é bastante elevada, variando de 2200 a 2700 mm. A temperatura média anual varia de 24° a 26° C e a umidade relativa do ar pode alcançar mais de 90% durante o período de maiores chuvas (dezembro a abril) (Coelho, 2005).

5. 2. Sistemas de Uso do Solo

Para este estudo foram selecionados os seguintes sistemas de uso do solo (tratamento): quatro capoeiras com diferentes idades (3), 5, 10 e 20 anos de pousio, uma floresta primária (como controle) sem queima e parte delas que foram derrubadas e queimadas para a implantação de roças, pois os agricultores da região normalmente queimam somente uma parte de suas áreas de capoeiras e floresta, para o cultivo das roças, ou seja, são quatro capoeiras, uma floresta e cinco roças, somando dez sistemas, que repetidas em ambas as comunidades, totalizam 20 sistemas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com três repetições. Os sistemas estudados nas parcelas foram capoeiras de diferentes idades (3, 5, 10 e 20 anos de pousio) além da floresta, sem queima e com queima (roças) e, nas sub-parcelas, o tempo de pousio, mais a floresta, como segue abaixo:

Floresta primária: representada pela floresta tropical úmida de terra firme. Corresponde a maior parte da floresta da região e possui a maior biodiversidade.

Capoeiras: são áreas que foram cultivadas e deixadas em pousio por alguns anos: Capoeiras de 3, 5, 10 e 20 anos de pousio.

Roças, estabelecidas após a derruba e queima de parte da floresta e das capoeiras de diferentes idades, sendo as mesmas identificadas como:

Roça-1 (implantada após derruba e queima da floresta primária); Roça 3 (após derruba e queima da capoeira de 3 anos); Roça-5 (após derruba e queima da capoeira de 5 anos); Roça-10 (após derruba e queima da capoeira de 10 anos) e Roça-20 (após derruba e queima da capoeira de 20 anos).

Para a seleção dessas áreas, foram levantadas informações do histórico de uso e manejo, junto aos agricultores locais. Nas duas comunidades, as culturas mais cultivadas nas roças são, a mandioca e a banana, mas também o milho, arroz, abacaxi, cupuaçu, pupunha, mapati e o açaí, são comumente encontrados nas roças.



Figura 2. Nova Aliança - Detalhes da área de floresta primária ao fundo, com parte da vegetação derrubada e queimada cerca de 1 mês antes para implantação de uma roça de banana e mandioca.



Figura 3. Guanabara II - Floresta primária e cultivo de mandioca, implantado após a derruba e queima de uma parte dessa floresta há 2 meses. A área foi mal queimada e está submetida à inundação, por estar situada nas proximidades de um igarapé.



Figura 4. Nova Aliança - Vista da capoeira de 3 anos e da roça (com um plantio de mandioca de 20 dias) implantada após a derruba e queima de uma parte da vegetação dessa capoeira, há cerca de 1 mês (ao lado). Em 2001 o agricultor plantou um bananal, após a colheita em 2002 deixou a área em pousio.



Figura 5. Guanabara II - Vista da capoeira de 3 anos ao fundo e parte dela derrubada e queimada cerca de 2 meses antes para implantação de uma roça de mandioca. A mesma havia sido cultivada por um período de três anos com milho no primeiro ano e mandioca no segundo e terceiro ano. A área estava em pousio em pousio desde 2002.



Figura 6. Detalhes da capoeira de 5 anos e da roça (plantio de mandioca e arroz) implantada após a derruba e queima de uma parte da vegetação dessa capoeira, há cerca de 2 meses. Antes de deixar a área em descanso, o agricultor cultivou a mesma por um período 2 anos com mandioca.



Figura 7. Guanabara II – Vista da capoeira de 5 anos em pé e parte dela derrubada e queimada para implantação de uma roça. A amostragem do solo foi efetuada no dia da queima. O agricultor cultivou a área pela primeira vez há cerca de 20 anos (1985), daí deixou em pousio e desmatou novamente em 1995. Encontra-se em pousio desde 2000.

Nova Aliança - Capoeira de 10 anos e roça de mandioca, implantado após a derruba e queima de uma parte dessa capoeira há cerca de 10 dias. O agricultor cultivou banana e mandioca antes de deixar em pousio.

Guanabara II - Capoeira de 10 anos e roça de mandioca, implantado após a derruba e queima de uma parte desta capoeira há cerca de 1 mês. O agricultor cultivou banana e mandioca antes de deixar a área em pousio por um período de 10 anos

Nova Aliança - Capoeira de 20 anos e roça de mandioca, implantado após a derruba e queima de uma parte dessa capoeira há cerca de 15 dias. O agricultor cultivou 2 anos consecutivamente com mandioca antes de deixar a área em pousio.

Guanabara II - Capoeira de 20 anos e cultivo de mandioca, implantado após a derruba e queima de uma parte desta capoeira há cerca de alguns dias. O agricultor cultivou algumas fruteiras como banana e Mapati antes de deixar a área em pousio.

5.3. Solos da Região

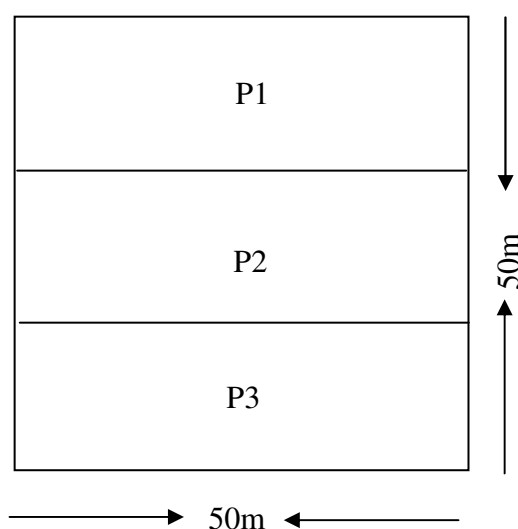
Embora a caracterização completa dos solos da região careça de dados mais detalhados, Coelho (2005) que participa do projeto Biosbrasil, caracterizou a classe dos solos das duas comunidades como sendo Cambissolo distrófico (saturação por base abaixo de 50 %), solos minerais, inseridas na formação geológica Solimões, caracterizado por sedimentos de formação terciária Plio- Pleistoceno, em estágio intermediário de formação se comparados com os Latossolos e Argissolos. São solos rasos e bem estruturados (horizonte B₁ bem estruturado) e incipientes; horizonte C a poucos centímetros (70 cm de profundidade, em média). O subsolo apresenta variadas cores que refletem o material de origem. Possui propriedades químicas bastante variáveis, praticamente dependentes da natureza do material originário, apresentando carência generalizada de nutrientes. São solos que apresentam altos e anormais teores de alumínio trocável, com valores variando de 1,4 a 9,6 cmol_c kg⁻¹ de solo em superfície e de 4,7 a 15,3 cmol_c kg⁻¹ de solo em profundidade.

5.4. Histórico do Uso da Área

As informações sobre o histórico de uso do solo foram levantadas através do registro de entrevistas junto aos produtores e complementadas por informações fornecidas por outros moradores da localidade.

5.5. Divisão das Áreas em Parcelas

Em cada sistema de uso do solo (tratamento), foi demarcada uma área de aproximadamente 0,25 ha (50 x 50 m), que foi dividida em três partes (sub-parcelas), usadas como repetições, nas duas comunidades.



5.6. Coleta, Preparo e Análises Químicas das Amostras de Solo

Foram coletadas dez amostras simples nas camadas de 0 - 10, 10 - 20 e 20 - 30 cm de profundidade por sub-parcela, onde as mesmas foram misturadas para formar uma única amostra composta, num total de 3 amostras compostas em cada sistema de uso (parcela), repetidas em cada uma das duas comunidades amostradas.

As amostras de solo foram colocadas em sacos plásticos, etiquetados, transportadas para a casa de vegetação, para secagem. Para a determinação química, as amostras foram secas

ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm. As amostras foram analisadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP) da CPCA, do INPA, Manaus – AM.

5. 6. 1. Determinação do pH, C, N, P, K⁺, Ca⁺², Mg⁺² e Al⁺³

Os teores de C orgânico e N Totais foram determinados de acordo com os métodos descritos pela EMBRAPA (1997).

O pH em H₂O, P, K⁺, Ca⁺², Mg⁺² e Al⁺³ foram determinados de acordo com os métodos descritos pela Embrapa (1997).

Determinação de pH em água

Medição eletroquímica da concentração efetiva de íons H⁺ na solução, eletronicamente, por meio de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo: água na proporção de 1: 2,5 ml.

Extração com Solução Mehlich 1: Fósforo e Potássio

A solução extratora de Mehlich I, também chamada de solução de duplo-ácido ou Carolina do Norte, é constituída por uma mistura de HCl 0,05 Mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 Mol L⁻¹. O emprego dessa solução como extratora de fósforo e potássio disponíveis do solo, baseou-se na solubilização desses elementos pelo efeito de pH, entre 2 e 3, sendo o papel do Cl⁻ o de restringir o processo de reabsorção dos fosfatos recém extraídos. A relação solo: extrato sugerido é de 1:5 ml.

Determinação: Fósforo disponível

A leitura é feita diretamente do material extraído, determinado por calorimetria no Espectrofotômetro.

Determinação: Potássio disponível

Importante: Antes se procedeu as diluições para K⁺.

Extração com Solução de KCl 1N: Cálcio, Magnésio e Alumínio

Princípio

O Ca^{+2} , Mg^{+2} e Al^{+3} trocáveis são extraídos por KCl Mol L^{-1} . O Al trocável, titulando-se numa fração do extrato com NaOH 0,025 Mol L^{-1} , na presença de azul de bromotimol como indicador. Em outra fração do extrato o Ca^{+2} e Mg^{+2} são determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica – EAA.

5. 6. 2. Níveis de Fertilidade do Solo

Os níveis de fertilidade dos solos foram discutidos com base na avaliação de Cochrane *et al.* (1985) para os solos da América do Sul (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis de fertilidade de solos da América do Sul (Cochrane *et al.*, 1985)

Níveis		C	P	K	Ca	Mg	Al
	pH (H ₂ O)	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)c mol _c	kg ⁻¹		
Alto	> 7,3	> 26	7	> 0,3	> 4,0	> 0,8	>1,5
Médio	5,3-7,3	8 – 26	3-7	0,15-0,3	0,4-4,0	> 0,2-0,8	0,5-1,5
Baixo	< 5,3	< 8	< 3	< 0,15	< 0,4	< 0,2	<0,5

5. 7. Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em parcelas subdivididas, com três repetições. Os sistemas (tratamentos) estudados nas parcelas foram relacionados com a queima da vegetação: com e sem queima e, nas sub-parcelas, o tempo de pousio (3, 5, 10 e 20 anos) e a floresta, como controle. As comparações entre as médias dos nutrientes e do carbono entre os diferentes sistemas, foram realizadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. pH do solo

Em Guanabara II os valores de pH variaram de 3,9 a 4,7 e de 3,7 a 4,8 em capoeiras e roças, respectivamente, enquanto em Nova Aliança foi de 3,7 a 4,6 e de 3,9 a 4,6 em capoeiras e roças. Estes solos apresentaram acidez elevada e índices baixos de pH, em ambas as comunidades (Tabela 2). Outros autores, também, têm encontrado valores baixos de pH nos solos de terra firme da Amazônia. Rodrigues (1996) relata em solos da Amazônia valores de pH de 3,5 e 4,3 em Cambissolos álicos e de 4,2 em Latossolo Amarelo álico, ambas na camada superficial, enquanto Kato *et al.* (2005) observaram valores mais elevados de pH, de 5,1 e 5,2 em capoeiras de 4 e 10 anos respectivamente, na camada de 0 - 30 cm, sobre um Argissolo Amarelo distrófico de Igarapé-Açu, Pará.

O pH é uma das propriedades químicas mais importantes do solo, uma vez que afeta a solubilidade de muitos dos nutrientes essenciais para as plantas e também de substâncias tóxicas para elas. Incide nas propriedades de troca de cátions e ânions e afeta a atividade dos microrganismos do solo. A faixa ideal de pH para o crescimento e desenvolvimento das plantas varia de 5,6 a 6,1 (Malavolta, 1987).

Neste trabalho, resultados obtidos logo após a derruba e queima da vegetação para a implantação das roças, observou-se que a queima não afetou o pH dos sistemas estudados em ambas as comunidades, exceto no solo da capoeira de 20 anos de Guanabara II. Silva (1998) também não observou nas condições edafoclimáticas da mata Atlântica um aumento de pH no solo após a queima de uma capoeira de 5 anos em Ilha Grande, Rio de Janeiro. Esses resultados podem estar relacionados a vários fatores, como a intensidade da queimada, pois em geral os agricultores da região do Alto Solimões realizam a queima de suas áreas com a vegetação derrubada ainda não totalmente seca, com isso as áreas ficam “mal queimadas” restando muitos troncos e galhos pouco queimados,

Contrariamente, alguns autores observaram aumentos significativos no pH do solo, logo após a queima da biomassa. Holscher *et al.* (1997) observaram aumento de 11% com a queima de duas capoeiras de 7 anos para a implantação de roças de mandioca e milho, sob um Argissolo em Igarapé-Açu, Pará. Aumentos acima de 15% foram observados após a queima de florestas sobre Latossolo em São Carlos do Rio Negro, na Venezuela por Sánchez *et al.* (1993)

e Sampaio (1997) igualmente observaram um aumento significativo do pH a 0 - 20 cm de profundidade após a queima de floresta sobre Argissolo, em Ji-Paraná (RO). As cinzas da biomassa, que sofreram combustão são ricas em nutrientes minerais essenciais as plantas e agem como corretivo da acidez do solo, adicionando íons OH^- e nutrientes na solução do solo, que irão neutralizar íons H^+ e precipitar o Al, desta forma aumentando o pH e diminuindo os teores de Al, condição esta favorável as culturas (Souza, 1995).

Foi observado efeito positivo do tempo de pousio sobre os valores de pH no solo. Os maiores valores foram observados nas capoeiras de maiores idades e os menores nas capoeiras novas, mostrando que nesses cambissolos o tempo de pousio pode ser uma prática de manejo importante para elevar o pH do solo. As mudanças do pH do solo durante a fase de pousio depende de muitos fatores, dentre estes, da quantidade de nutrientes e ácidos orgânicos liberados pela decomposição da matéria orgânica, da quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas, do tipo da vegetação, do grau de lixiviação, da quantidade e tipo de matéria orgânica produzida, da mineralogia da argila e do poder tampão do solo (Szott & Palm, 1984; Szott & Palm, 1999). Por outro lado, o relato dos trabalhos sobre as mudanças observadas nos valores de pH com o tempo de pousio são divergentes. Em alguns casos o pH decresce (Popenoe 1957; Zinke et al., 1978) e em outros aumenta (Aweto, 1981). Esses modelos são consistentes com as mudanças observadas nos níveis de Ca e Mg na camada superficial do solo (Szott & Palm, 1984). A maior quantidade de liteira que cai sobre o solo nas capoeiras mais velhas, que após a decomposição e mineralização também contribuem para o aumento da disponibilidade de nutrientes (Sanchez, 1976). Os valores de pH obtidos nas capoeiras de 5, 10 e 20 anos foram parecidos entre si e maiores do que na capoeira de 3 anos, em Guanabara II.

Tabela 2. Valores de pH do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3).

Tempo de pousio (anos)	pH do solo (H ₂ O)					
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm	
	sem queima	Com queima	sem queima	com queima	sem queima	com queima
Comunidade de Guanabara II						
20	4,5 Aa	4,8 Aa	4,5 Bab	4,8 Aa	4,6 A a	4,8 A a
10	4,5 Aa	4,4 Aa	4,4 Ab	4,3 Ab	4,5 A b	4,2 Ab
5	4,6 Aa	4,8 Aa	4,7 Aa	4,6 Aab	4,6 A a	4,7 A ab
3	3,9 Ab	3,7 Ab	4,0 Ac	3,9 Ac	4,0 Ac	3,8 Ac
Floresta	3,9 Ab	3,8 Ab	3,9 Ac	3,9 Ac	4,0 Ac	4,0 Ac
CV (%)	4,5		2,3		23,3	
Comunidade de Nova Aliança						
20	4,3 Aab	4,6 Aa	4,2 Aa	4,5 Aa	4,2 Aa	4,4 Aa
10	4,5 Aa	4,6 Aa	4,5 Aa	4,2 Aa	4,3 Aa	4,3 Aa
5	4,6 Aa	4,6 Aa	4,4 Aa	4,4 Aa	4,2 Aa	4,5 Aa
3	4,3 Aab	4,4 Aab	4,0 Aab	4,5 Aa	4,0 Aa	3,9 Aa
Floresta	4,1 Ab	4,1 Ab	3,8 Ab	4,0 Ab	3,7 Aa	4,2 Aa
CV (%)	3,2		1,5		3,7	

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas nas linhas, são referentes ao uso e não uso da queima, letras minúsculas distintas nas colunas, são referentes ao tempo de pousio e, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

6.2. C Orgânico (C)

Os teores de C orgânico na comunidade de Guanabara II variaram de 7,8 a 26,9 g kg⁻¹ e 7,90 a 27,2 g kg⁻¹ nas capoeiras e roças respectivamente, enquanto que em Nova Aliança, foram de 8,4 a 28,4 e de 9,4 a 24,1 g kg⁻¹ nas capoeiras e roças (Tabela 3). Entre os diferentes sistemas, os teores variaram bastante, de baixos a altos, sendo a grande maioria dos valores considerados médios (Tabela1). Em Cambissolos da Amazônia, os teores de C no solo, variam geralmente entre e baixos e médios (Rodrigues, 1996).

Em todas as áreas, os teores de C decrescem com a profundidade. Maiores teores de C nas camadas mais superficiais são comumente observados em diversos tipos de solos sob diferentes tipos de vegetação e estão relacionadas com maiores concentrações de matéria orgânica, que cerca de 58 % é constituída de C (Recco *et al.*, 2000; Resende, 1995). Os teores de C na camada 0-10 cm do solo sob a capoeira de 10 anos deste estudo foram 1,4 a 2,0 vezes maiores do que os encontrados em um Argissolo sob capoeira de 10 anos em Igarapé-Açu, no oeste do Pará (Holscher *et al.*, 1997).

Os dados obtidos mostraram que não houve um efeito significativo da prática da queima sobre os teores de C no solo, que permaneceram praticamente inalterados. Isto se deve provavelmente a queima incompleta da vegetação e, conseqüentemente, a não liberação de carbono da biomassa para o solo. Holscher *et al.*, (1997) mostra que cerca de 97% do C é volatilizado para o ambiente com a queima de uma capoeira de 7 anos, no Pará, Por outro lado, houve aumento de C no solo, nas roças oriundas com a queima das florestas (63 e 23 % em Guanabara II e Nova Aliança respectivamente).

Os relatos de diversos autores sobre as mudanças nos teores de C no solo causado pelo derruba e queima da floresta na Amazônia têm sido divergentes. Analisada um mês após a queima da floresta primária, não houve mudanças significativas nos teores de C no solo, sobre um Latossolo Amarelo, no município de Capitão Poço, Pará (Cerri *et al.*, 1985), enquanto que nos Latossolos da região de Manaus, foram observadas diminuições de 20 a 30% nos teores C nos primeiros anos após a derruba e queima (Cerri & Moraes, 1996). Por outro lado, Martins *et al.* (1990) relataram perdas de até 25% de C nos primeiros 15 cm de um Latossolo Amarelo após a queima de uma floresta no Pará. A diminuição dos teores de C nos solos está relacionada com a perda desse elemento com a queima da vegetação. Na Amazônia Oriental, Makensen *et al.* (1996) estimaram perdas de C da biomassa para a atmosfera, via volatilização,

de 94 a 98%, com a queima de uma capoeira de 7 anos, enquanto que Ewel *et al.* (1981) relataram perdas de apenas 30% após a queima de uma floresta na Costa Rica. Devido a esta grande perda, pesquisadores tem apontado que a agricultura de derruba e queima pode contribuir significativamente para o aumento de CO₂ para a atmosfera. A queima incompleta atinge temperaturas menores na superfície e é vantajoso, pois a decomposição da matéria orgânica é parcial, liberando nutrientes de forma gradual, ao solo e, conseqüentemente para as plantas.

Tabela 3. Teores de C do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3).

Tempo de pousio (anos)	Teores de C (g kg ⁻¹)					
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm	
	sem queima	Com queima	sem queima	com queima	sem queima	com queima
Comunidade de Guanabara II						
20	17,9 Aa	18,2 Aa	13,1 Abc	9,8 Bb	8,0 Ab	7,9 Ab
10	26,9 Aa	23,1 Aa	18,2 Aa	15,0 Aa	14,8 Aa	10,6 Aa
5	21,1 Aa	27,2 Aa	14,1 Aabc	16,7 Aa	10,3 Aa	11,3 Aa
3	22,8 Aa	21,0 Aa	15,6 Aab	14,7 Aab	13,0 Aa	13,0 Aa
Floresta	13,1 Ba	21,4 Aa	10,2 Ac	13,0 Aab	7,8 A a	11,3 Aa
CV (%)	9,69		8,94		15,02	
Comunidade de Nova Aliança						
20	19,8 Ab	21, Aa	12 Aab	14,6 Aa	9,8 Aab	10,3 Aab
10	18,5 Ab	20,6 Aa	11,6 B b	15,1 Aa	8,4 Ab	9,8 Ab
5	28,4 A a	19,4 Ba	15,2 Aab	12,1 Aa	10,7 Aab	9,4 Aab
3	18,9 Ab	21,8 Aa	12,6 Aab	13,6 Aa	10,9 Aab	11,0 Aa
Floresta	19,4 Bb	24,1 Aa	15,9 Aa	13,8 Aa	13,1 Aa	11,3 Aa
CV (%)	12,57		16,61		11,44	

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas nas linhas, são referentes ao uso e não uso da queima, letras minúsculas distintas nas colunas, são referentes ao tempo de pousio e, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Neste trabalho não se observou efeito do tempo de pousio sobre os teores de C no solo. Houve variações nos teores com tempo de pousio. Em Nova Aliança, a capoeira de 5 anos apresentou teores significativamente superiores aos demais, na camada superficial. Johnson *et al.* (2001) também não observaram diferenças significativas nos teores de C no solo, entre capoeiras de 10 e 20 anos de pousio e a floresta primária, na camada 0-20 cm de solo, sobre um Latossolo, no município de Bragança, Pará. Por outro lado, na região de Igarapé Açu, no Pará, Holscher *et al.* (1997) observaram um incremento do C na camada superficial do solo durante a fase de pousio, principalmente naqueles mais antigos. Szott & Palm (1999) observaram diminuições dos teores de C durante o início do período de pousio, porém aumentando depois. Essa diminuição pode ser resultado do aumento da taxa de decomposição devido a baixa entrada de nova liteira. O aumento é resultado da decomposição da matéria orgânica e menor taxa de decomposição causada pela baixa temperatura no solo e qualidade da liteira.

6.3. N total (N)

Os teores de N variaram de 0,6 a 2,4 e de 0,7 a 2,3 g kg⁻¹ nas capoeiras e roças respectivamente, na comunidade de Guanabara II, enquanto que em Nova Aliança, variaram de 0,8 a 2,6 e de 0,8 a 2,0 g kg⁻¹ nas capoeiras e roças. Foram obtidos 0,8 e 1,0 g kg⁻¹ em roças de mandioca e milho, um mês após a queima de uma capoeira de 7 anos, a 0-10 cm de solo, sobre um Argissolo, na Amazônia Oriental (Holscher *et al.*, 1997). Os teores de N foram maiores na camada mais superficial e decresceram com a profundidade, isto se deve a maior presença de matéria orgânica na camada superficial. Ocorreram menores variações entre os sistemas de uso do que as observadas para os teores de C (Tabela 4).

A queima da vegetação para implantação de roças não ocasionou mudanças significativas nos teores de N nos solos, exceto na camada de 10-20 cm de solo da capoeira de 5 anos (Tabela 4) em Nova Aliança. A inalteração dos teores de N nos solos das áreas queimadas pode estar relacionado com o uso do fogo, haja visto que o N é o nutriente que se perde em maior quantidade para a atmosfera, via volatilização (95 a 98 %) (Makensen *et al.* 1996). Na Costa Rica, Ewel *et al.* (1981) relataram perdas por volatilização da ordem de 22% de N após a queima da floresta. Em solos da Ásia, Andriesse & Schelhaas (1987) não observaram mudanças nos teores de N no solo, após a queima da floresta primária, sugerindo que o N da biomassa vegetal tenha sido completamente perdido para a atmosfera, via volatilização.

Não se observou efeito do tempo de pousio sobre os teores de N no solo. Na Amazônia Oriental, Johnson *et al.* (2001) também observaram que os teores de N das capoeiras com 10 e 20 anos e da floresta primária foram semelhantes, na camada 0-20 cm de solo. Por outro lado, Szott *et al.* (1999) relataram que durante os primeiros anos de pousio os teores de N no solo normalmente não aumentam; ao contrário, podem decrescer em torno de 7% com o abandono após a colheita. O N também pode ser perdido por desnitrificação, mas tais perdas são consideradas normalmente menores. Incrementos nos teores de N são muitas vezes observados em capoeiras antigas, como resultado das adições atmosféricas, da recuperação de N do subsolo e da fixação biológica de N₂. Para que ocorra um incremento nos teores de N no solo durante o período de pousio, essas adições devem ser superiores as perdas de N por processos tais como lixiviação, erosão, volatilização e desnitrificação (Szott *et al.*, 1999).

Tabela 4. Teores de N do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3).

Tempo de pousio (anos)	Teores de N total (g kg ⁻¹)					
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm	
	sem queima	com queima	sem queima	com queima	Sem queima	com queima
Comunidade de Guanabara II						
20	1,1 Ab	1,3 Aa	0,9 Aa	0,7 Aa	0,6 Aa	0,7 Aa
10	2,4 Aa	1,9 Aa	1,63 Aa	1,2 Aa	1,2 Aa	0,7 Aa
5	1,8 Aab	2,3 Aa	1,2 Aa	1,5 Aa	1,0 Aa	1,1 Aa
3	2,0 Aab	1,9 Aa	1,4 Aa	1,3 Aa	1,2 Aa	1,3 Aa
Floresta	1,2 Aab	2,1 Aa	0,8 Aa	1,2 Aa	0,7 Aa	1,1 Aa
CV (%)	13,5		15,1		3,8	
Comunidade de Nova Aliança						
20	1,7 Aab	2,0 Aa	1,1 a	1,3 a	0,9 Aa	1,0 Aa
10	1,5 Ab	1,7 Aa	1,0 Ba	1,4 Aa	0,8 Aa	0,8 Aa
5	2,6 Aa	1,8 B a	1,4 Aa	1,1 Ba	0,9 Aa	1,0 Aa
3	1,5 Ab	1,9 Aa	1,1 a	1,3 a	0,9 Aa	1,0 Aa
Floresta	1,6 Ab	1,8 Aa	1,2 a	1,3 a	1,1 Aa	0,9 Aa
CV (%)	12,0		13,9		10,6	

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas nas linhas, são referentes ao uso e não uso da queima, letras minúsculas distintas nas colunas, são referentes ao tempo de pousio e, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

6.4. Fósforo disponível (P)

Os teores de P no solo em Guanabara II variaram de 1,1 a 5,3 mg kg⁻¹ e de 0,9 a 9,1 mg kg⁻¹ nas capoeiras e roças, respectivamente, enquanto que em Nova Aliança os valores situaram-se entre 1,1 e 8,5 mg kg⁻¹ e de 1,2 a 6,8 mg kg⁻¹ nas capoeiras e roças. Os valores variaram bastante entre os diferentes sistemas, indo de baixos a altos, sendo que a maioria situou-se como médios teores. Esses valores evidenciam a escassez de P nos solos de terra firme da Amazônia, apesar dos teores obtidos situarem-se um pouco acima dos Latossolos da região, que são da ordem de 1 a 3 mg kg⁻¹ (Smyth, 1996; Alfaia & Souza, 2002). Em Cambissolo álico da Amazônia, Rodrigues (1996) relata valor de 1 mg kg⁻¹.

A derruba e queima da vegetação para implantação de roças, produziu incremento significativo na disponibilidade de P no solo na camada superficial, com a queima da floresta, em Guanabara e das capoeiras de 5, 10 e 20 anos de Nova Aliança (Tabela 5). Resultados semelhantes foram obtidos por Sampaio (1997) com a queima de uma floresta sobre Argissolo Vermelho Amarelo em Ji-Paraná, Rondônia.

De maneira geral, o tempo de pousio das capoeiras não contribuiu para um aumento significativo dos teores de P no solo. Johnson *et al.* (2001) observaram maiores teores de P nas áreas em pousio de 10 e 20 anos do que em floresta primária. Em Nova Aliança, os maiores teores de P na camada mais superficial, foram obtidos na capoeira de 5 anos de pousio.

Os incrementos dos teores em capoeiras antigas e florestas têm sido freqüentemente relacionados às adições atmosféricas, ao intemperismo mineral, a recuperação do P do sub-solo e as transformações do P do solo em formas quimicamente mais disponíveis (Szott *et al.*, 1999).

Tabela 5. Teores de P do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3).

Tempo de pousio (anos)	Teores de P disponível no solo (mg kg ⁻¹)					
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm	
	sem queima	com queima	sem queima	com queima	sem queima	Com queima
Comunidade de Guanabara II						
20	3,8 Aa	3,9 Ab	1,9 Ab	1,4 Ac	1,2 Aa	0,9 Aa
10	5,3 Aa	6,4 Aab	2,8 Aab	4,0 Aab	1,8 Aa	2,8 Aa
5	2,8 Ba	7,5 Aab	1,7 Bb	4,2 Aab	1,1 Aa	3,6 Aa
3	5,1 Aa	4,9 Ab	4,4 Aa	2,9 B bc	4,0 Aa	3,1 Aa
Floresta	3,5 Ba	9,1 Aa	2,7 Bab	5,7 Aa	2,0 Aa	3,8 Aa
CV (%)	26,8		13,7		18,87	
Comunidade de Nova Aliança						
20	2,7 Bb	6,3 Aa	1,6 Bb	4,1 Aa	1,1 Ba	2,0 Aab
10	3,4 Bb	6,8 Aa	2,7 Ba	4,4 Aa	1,6 Ba	2,4 Aa
5	8,5 Aa	6,3 Ba	2,9 Ba	3,4 Aab	1,5 Aa	1,3 Abc
3	4,9 Bb	6,4 Aa	2,3 Aab	3,0 Ab	1,1 Aa	1,3 Abc
Floresta	3,9 Ab	3,9 Ab	1,9 Aab	2,4 Ab	1,2 Aa	1,2 Ac
CV (%)	13,1		14,3		15,4	

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas nas linhas, são referentes ao uso e não uso da queima, letras minúsculas distintas nas colunas, são referentes ao tempo de pousio e, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

6.5. Potássio disponível (K⁺)

O K é um dos constituintes principais das bases trocáveis do solo, e geralmente apresenta teores menores que o Ca e Mg. No presente trabalho, os teores de K variaram de 0,13 a 0,19 cmol_c kg⁻¹ e de 0,14 a 0,28 cmol_c kg⁻¹ nos sistemas de capoeiras e roças respectivamente na comunidade de Guanabara II enquanto que em Nova Aliança esses valores foram de 0,12 a 0,29 e de 0,16 a 0,44 cmol_c kg⁻¹ em capoeiras e roças (Tabela 6). Esses valores variaram de baixos a altos, sendo que a maioria situou-se como teores médios. Valores médios (0,14 a 0,19 cmol_c kg⁻¹) e parecidos aos obtidos nesse trabalho foram também relatados em Cambissolos álicos da Amazônia (Rodrigues, 1996). Enquanto que, em Argissolos do oeste do Pará, valores mais elevados (0,30 a 0,80 cmol_c kg⁻¹) foram observados em capoeiras de 4 e 10 anos (Kato *et al.*, 2005).

A média dos teores de K nas profundidades estudadas foram estatisticamente iguais, diferindo dos demais elementos como o Ca, Mg e P, onde normalmente os maiores valores são encontrados na camada mais superficial e diminuindo ao longo do perfil do solo. Segundo Melo & Sobrinho (1983) a distribuição de K em determinados momentos depende da homogeneidade do material original, com relação ao tipo, a abundância dos minerais potássio e dos fatores envolvidos na formação do solo.

A derruba e queima da vegetação para a implantação de roças, causou incremento nos teores de K no solo nas diferentes profundidades. No entanto, esse aumento foi significativo apenas na camada mais superficial, no sistema de floresta e capoeira de 3 anos, na comunidade de Nova Aliança, com aumentos de 60 e 88%, respectivamente. Autores relatam incremento dos teores de K no solo, com a queima da vegetação (Juo & Manu, 1996; Smyth, 1996 e Sampaio, 1997). Em Argissolo da Amazônia peruana, Sanchez & Vilachica (1983) verificaram incrementos de 56% nos teores de K após a queima da floresta, por causa dos altos teores de K contidos nas cinzas, que são liberados para a solução do solo e disponibilizados as plantas.

Neste estudo, houve modificações nos teores de K no solo com o tempo de pousio, na comunidade de Nova Aliança, porém, o pousio não contribuiu para um incremento significativo de K no solo entre os diferentes sistemas. Esses resultados seguiram a mesma tendência dos obtidos por Johnson *et al.* (2001), que não observaram diferenças significativas

nos teores de K no solo, entre capoeiras de 10 e 20 anos de pousio e a floresta primária, em um Latossolo, no município de Bragança, Pará.

Tabela 6. Teores de K do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3).

Tempo de pousio (anos)	Teores de K trocável no solo (cmol _c kg ⁻¹)					
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm	
	sem queima	com queima	sem queima	Com queima	sem queima	com queima
Comunidade de Guanabara II						
20	0,17 Aa	0,20 Aa	0,16 Aa	0,14 Aa	0,15 Aab	0,16 Aa
10	0,19 Aa	0,19 Aa	0,15 Aa	0,14 Aa	0,16 Aab	0,15 Aa
5	0,14 Aa	0,22 Aa	0,16 Aa	0,18 Aa	0,13 Ab	0,15 Aa
3	0,16 Aa	0,28 Aa	0,14 Aa	0,15 Aa	0,13 Ab	0,14 Aa
Floresta	0,15 Aa	0,20 Aa	0,16 Aa	0,19 Aa	0,17 Aa	0,20 Aa
CV (%)	39,3		15,0		27,9	
Comunidade de Nova Aliança						
20	0,19 Aab	0,24 Aa	0,12 Ab	0,18 Ac	0,15 Aa	0,18 Ab
10	0,21 Aab	0,32 Aa	0,22 Ba	0,31 Ab	0,23 Aa	0,23 Aab
5	0,29 Aa	0,23 Aa	0,18 Aab	0,16 Ac	0,23 Aa	0,17 Ab
3	0,15 Bb	0,24 Aa	0,15 Bab	0,44 Aa	0,12 Ba	0,34 Aa
Floresta	0,17 Bab	0,32 Aa	0,16 Aab	0,15 Ac	0,15 Aa	0,16 Ab
CV (%)	12,1		15,2		11,9	

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas nas linhas, são referentes ao uso e não uso da queima, letras minúsculas distintas nas colunas, são referentes ao tempo de pousio e, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

6.6. Cálcio trocável (Ca⁺²)

Os teores de Ca variaram de 0,48 a 6,42 cmol_c kg⁻¹ e de 0,78 a 7,90 cmol_c kg⁻¹ em capoeiras e roças, respectivamente, em Guanabara II, enquanto que Nova Aliança variaram de 0,11 a 4,61 e 0,20 a 6,51 cmol_c kg⁻¹ em capoeiras e roças (Tabela 7). Os teores variaram bastante entre os diferentes sistemas, de baixos a altos, sendo que a maioria situou-se como teores médios, no entanto, estes podem ser considerados elevados quando comparados à maioria dos solos de terra firme da Amazônia. Malavolta (1987) obteve valor 0,18 cmol_c kg⁻¹ em Latossolo Amarelo álico no Amazonas. Moreira *et al.* (2005) obtiveram 0,9 cmol_c kg⁻¹ próximo a Manaus e Rodrigues (1996) relatou 0,49 cmol_c kg⁻¹ em Cambissolo álico na Amazônia. Os teores de Ca estão estreitamente relacionados com o nível de acidez do solo. Quando o solo é muito ácido, geralmente apresenta baixos teores de Ca e baixa saturação de bases, sendo necessário a utilização de adubos e corretivos para obter altas produtividades das culturas (Malavolta, 1987).

Nas duas comunidades, os resultados mostraram que a derruba e queima da vegetação para a implantação das roças, causaram um incremento nos teores de Ca no solo, principalmente na camada superficial, no entanto esse aumento foi significativo somente para os solos da comunidade de Nova Aliança. Esses resultados estão de acordo com muitos estudos na Amazônia que têm mostrado que a derruba e queima da floresta ocasiona um incremento deste nutriente no solo, pois a maior quantidade de Ca do sistema encontra-se na biomassa da vegetação e é liberada junto as cinzas, na ocasião da queima (Smyth, 1996; Holscher *et al.*, 1997). O acúmulo de nutrientes na vegetação em pousio está associado com a diversidade de espécies, o tamanho da vegetação e a fertilidade do solo (Szott *et al.* 1999). Em Argissolo da Amazônia peruana, Sanchez *et al.* (1993) verificaram um incremento de 130% nos teores de Ca após a queima de floresta.

Nas duas comunidades estudadas, o tempo de pousio das capoeiras contribuiu para um incremento significativo nos teores de Ca no solo. Foram maiores nas capoeiras com maior tempo de pousio e menores nas florestas e capoeiras de 3 anos. Esses resultados demonstram a importância do volume de biomassa produzido pelas capoeiras sobre a disponibilidade de Ca no solo (Kleinman *et al.*, 1995; Juo & Manu, 1996). Vários fatores podem estar influenciando, além do tempo de pousio, como a granulometria e a existência de outra classe de solo, além do Cambissolo. Também foram observados maiores teores de Ca no solo de

capoeiras (10 e 20 anos de pousio) do que em floresta primária, na camada de 0-20 cm de solo, sob Latossolos da Amazônia Oriental (Johnson *et al.*, 2001). Isto pode estar relacionado a queima incompleta das florestas primárias nas duas comunidades, que pode ter contribuído para a baixa disponibilidade de Ca nessas áreas, pois a quantidade de elementos minerais liberados pela queima depende não somente dos teores de nutrientes na biomassa da vegetação, mas também da intensidade da queima (Juo & Manu, 1996). Segundo informações dos agricultores, o processo de queima das florestas primárias é sempre mais difícil do que a queima das capoeiras, devido ao grande tamanho dos troncos e galhos e a secagem incompleta da vegetação.

Na comunidade de Nova Aliança, foi observada uma alta relação entre o tempo de pousio e os teores de Ca no solo, em todas as profundidades amostradas, nas áreas queimadas, sendo que quanto maior o tempo de pousio, maiores os teores do nutriente no solo (Figura 2). Esse aumento pode ser devido a liberação de Ca e Mg pela decomposição de troncos de árvores e raízes além de serem retidos pelos colóides do solo. As trocas nos teores de Ca e Mg no solo são devidas ao balanço entre a decomposição da matéria orgânica e perdas por lixiviação e extração pelas plantas (Szott & Palm, 1999). Na comunidade de Guanabara II, essa relação foi menos intensa e ocorreu principalmente nas áreas não queimadas.

Nas áreas em pousio, os incrementos nos teores de Ca são freqüentemente resultado das adições atmosféricas, do intemperismo mineral e da recuperação deste nutriente do subsolo pelas raízes da vegetação. Na Amazônia Oriental estima-se em $10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a quantidade de Ca recuperado do subsolo, (Mekonnen *et al.*, 1997) e em $3 \text{ kg Ca ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ as adições atmosféricas (Vitousek & Sanford, 1986). Segundo Kleinman *et al.* (1996), o tempo necessário para a reposição dos teores de um nutriente como o N nos sistemas em pousio dos trópicos pode ser ≤ 2 anos, mas para o Ca seriam necessários 15 a 20 anos. Os incrementos nos teores de Ca no solo normalmente só se iniciam após dois a seis anos de crescimento de um pousio tradicional.

Tabela 7. Teores de Ca do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3).

Tempo de pousio (anos)	Teores de Ca trocável no solo (cmol _c kg ⁻¹)					
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm	
	sem queima	com queima	sem queima	com queima	sem queima	com queima
Comunidade de Guanabara II						
20	5,26 Aa	6,39 Aa	3,92 Aa	6,50 Aa	3,47 Aa	6,07 Aa
10	6,42 Aa	6,23 Aa	4,17 Ab	4,54 Ab	4,69 Aa	3,30 Aa
5	6,03 Aa	7,90 Aa	6,27 Aa	7,78 Aa	5,60 Aa	4,74 Aa
3	2,76 Ab	2,12 Ab	1,54 Ac	1,05 Ac	0,98 Ab	0,78 Ab
Floresta	1,61 Ab	3,43 Ab	0,74 Bc	2,26 Ac	0,48 Ab	1,44 Ab
CV (%)	26,4		32,8		21,2	
Comunidade de Nova Aliança						
20	4,15 Ba	6,51 Aa	4,61 Aa	4,87 Aa	2,82 Aa	3,16 Aa
10	4,53 Ba	5,44 Aa	3,16 Ba	3,41 Aa	2,15 Ab	1,50 Abc
5	3,76 Ba	4,16 Ab	1,83 Bb	3,04 Ab	0,77 Ab	1,90 Ab
3	1,00 Bb	2,56 Ac	0,47 Bc	1,51 Ac	0,21 Ab	0,82 Acd
Floresta	0,40 Bb	1,08 Ad	0,17 Bc	0,37 Ac	0,11 Ab	0,20 Ad
CV (%)	8,7		13,2		49,0	

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas nas linhas, são referentes ao uso e não uso da queima, letras minúsculas distintas nas colunas, são referentes ao tempo de pousio e, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

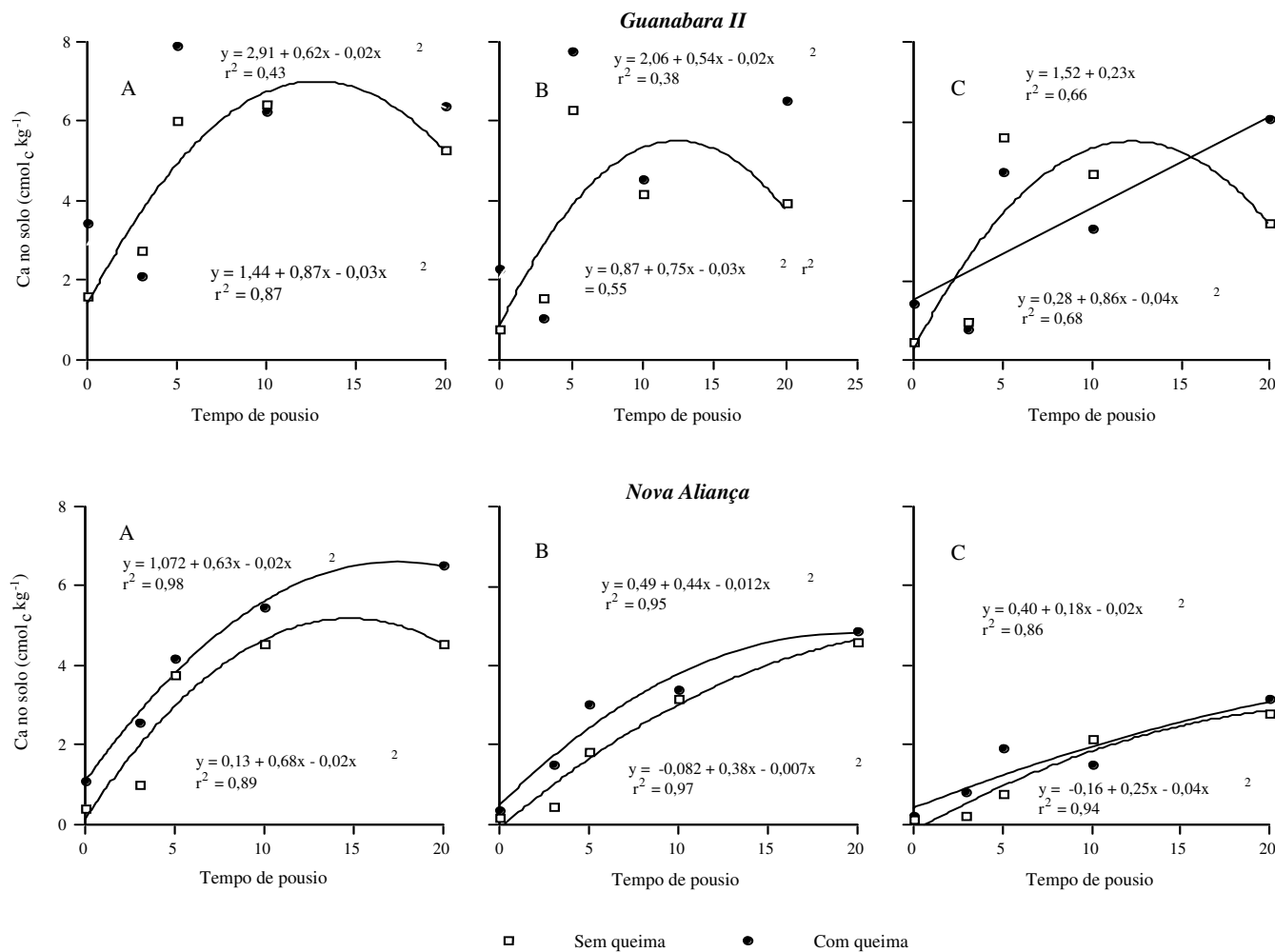


Figura 8. Relação entre o tempo de pousio e os teores de cálcio no solo sob vegetação secundária de diferentes idades, antes e após a queima da vegetação nas profundidades de 0-10 (A), 10-20 (B) e 20-30 cm (C) em um Cambissolos de duas comunidades de agricultores tradicionais na região do Alto Solimões (AM). O tempo refere-se ao solo sob floresta primária antes e após a queima da mesma

6.7. Magnésio trocável (Mg^{+2})

Os teores de Mg variaram de 0,39 a 2,01 $cmol_c kg^{-1}$ e de 0,37 a 2,10 $cmol_c kg^{-1}$ nos sistemas de capoeiras e roças, respectivamente, na comunidade de Guanabara II, enquanto que em Nova Aliança esses valores foram de 0,22 a 2,04 e de 0,24 a 1,98 $cmol_c kg^{-1}$ em capoeiras e roças (Tabela 8). Estes valores são considerados médios a altos, e assim como os observados para o Ca, os teores de Mg também foram elevados quando comparados à maioria dos solos de terra firme da Amazônia. Em um Latossolo próximo a Manaus, observou-se valor de 0,5 $cmol_c kg^{-1}$ (Moreira *et al.*, 2005), e em Argissolo Amarelo distrófico, na Amazônia Oriental, foram obtidos teores médios, variando de 0,2 a 0,4 $cmol_c kg^{-1}$, em capoeiras de quatro e dez anos de pousio (Kato *et al.*, 2005). Esses maiores valores dos Cambissolos podem estar relacionados a sua menor idade pedológica: são menos intemperizados, apresentando, desta forma, mais bases trocáveis no solo se comparados as classes de solos mais antigos e predominantes na região, como os Latossolos e Argissolos (Rodrigues, 1996; Coelho, 2005). Em solos ácidos, como os solos de terra firme da Amazônia, normalmente o Mg encontra-se em baixos teores na solução do solo, seja devido as perdas de bases ao longo do perfil, a pobreza do material de origem ou ao pH baixo do solo (Luchese *et al.*, 2001).

Nas duas comunidades agrícolas, os resultados mostraram que a derruba e queima da vegetação, para implantação de roças, produziu incrementos nos teores de Mg no solo, isto se deve a presença de cinzas oriundas da combustão da biomassa, que são ricas neste nutriente. Vários autores verificaram aumentos dos teores de Mg liberados ao solo através das cinzas, com a queima da vegetação, na Amazônia (Smyth, 1996; Sampaio, 1997; Holscher, *et al.*, 1997). Por outro lado, não foram observados nas condições edafoclimáticas da Mata Atlântica, sobre Latossolo aumentos nos teores do nutriente no solo, após a queima de uma capoeira de cinco anos, na região de Ilha Grande, Rio de Janeiro (Silva, 1998).

Conforme foi observado para o teor de Ca, o tempo de pousio das capoeiras também contribuiu para um aumento significativo do teor de Mg no solo. As capoeiras de maiores idades apresentaram teores significativamente maiores do que as florestas, nas três profundidades e em ambas as comunidades. Resultados semelhantes foram verificados por Johnson *et al.* (2001), que observaram teores significativamente superiores de Mg no solo de capoeiras de 10 e 20 anos do que em floresta primária, na camada de 0-20 cm de solo, sobre Latossolos da Amazônia Oriental.

Também nesse caso, houve, na comunidade de Nova Aliança, uma alta relação entre o tempo de pousio e os teores de Mg no solo (Figura 8).

Os teores de Ca e Mg observados nesse trabalho sugerem que curtos períodos de pousio possam não ser sustentáveis para reposição dos teores desses nutrientes no solo, podendo levar a um decréscimo na produtividade dos cultivos e capoeiras. Pelos dados encontrados nesse trabalho, assim como foi observado para o alumínio trocável, 5 a 10 anos de pousio parece ser o tempo mínimo necessário para se obter valores de Ca e Mg equivalentes a um pousio de 20 anos.

Tabela 8. Teores de Mg do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem a média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3).

Tempo de pousio (anos)	Teores de Mg tocável no solo (cmol _c kg ⁻¹)					
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm	
	sem queima	com queima	sem queima	com queima	Sem queima	com queima
Comunidade de Guanabara II						
20	1,45 Aa	1,65 Aa	1,27 Aa	1,70 Aa	1,26 Aab	1,92 Aa
10	1,37 Aa	1,62 Aa	1,18 Ab	1,39 Ab	1,01 Ab	1,32 Aa
5	1,85 Aa	2,10 Aa	2,01 Aa	2,09 Aa	1,94 Aa	1,58 Aa
3	0,51 Ab	0,51 Ab	0,59 Ac	0,39 Ac	0,48 Ac	0,37 Ab
Floresta	0,63 Ab	1,16 Ab	0,48 Ac	0,83 Ac	0,39 Ac	0,69 Ab
CV (%)	28,6		31,7		19,3	
Comunidade de Nova Aliança						
20	1,38 Ab	1,98 Aa	1,05 Aa	1,64 Aa	1,03 Aa	1,32 Aa
10	1,84 Aab	1,46 Aab	1,40 Aa	1,08 Ab	1,18 Aa	0,88 Ab
5	2,04 Aa	1,28 Ab	1,29 Aa	1,09 Ab	1,16 Aa	0,90 Ab
3	0,50 Ac	1,23 Ab	0,36 Ab	0,72 Abc	0,24 Ab	0,57 Abc
Floresta	0,41 Ac	0,55 Ac	0,28 Ab	0,33 Ac	0,22 Ab	0,24 Ac
CV (%)	26		26,2		45,8	

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas nas linhas, são referentes ao uso e não uso da queima, letras minúsculas distintas nas colunas, são referentes ao tempo de pousio e, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

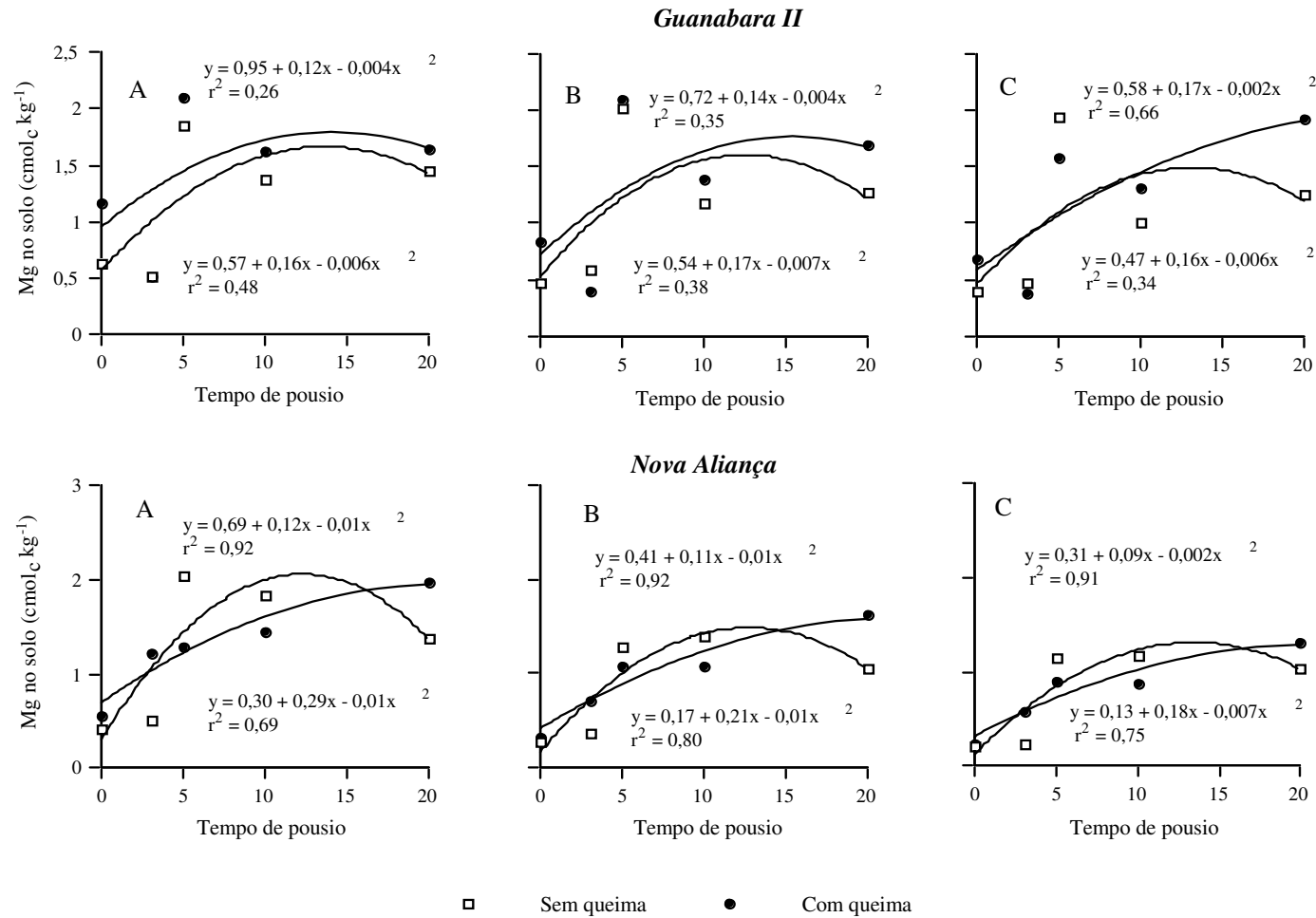


Figura 9 - Relação entre o tempo de pousio e a concentração de magnésio no solo sob vegetação secundária de diferentes idades, antes e após a queima da vegetação nas profundidades de 0-10 (A), 10-20 (B) e 20-30 cm (C) em um Cambissolos de duas comunidades de agricultores tradicionais na região do Alto Solimões (AM). O tempo 0 refere-se ao solo sob floresta primária antes e após a queima da mesma

6. 8. Alumínio trocável (Al^{+3})

A acidez elevada promove o aparecimento do alumínio em solução, que passa a ser um cátion trocável, que em altos teores no solo, o Al é tóxico as plantas (Raij, 1981).

Os teores de Al trocável variaram entre os diferentes sistemas, de 1,9 a 13,5 $cmol_c kg^{-1}$ e de 0,8 a 17,9 $cmol_c kg^{-1}$ nos sistemas de capoeiras e roças, respectivamente, na comunidade de Guanabara II, enquanto que em Nova Aliança variaram de 3,9 a 12,9 e 3,6 a 13,2 $cmol_c kg^{-1}$ em capoeiras e roças (Tabela 9). Estes são valores considerados extremamente elevados e superiores aos normalmente obtidos nos solos da Amazônia. Foram observados valores de 1,3 e 2,3 $cmol_c kg^{-1}$ em solos de terra firme, próximos a Manaus e Tabatinga, Amazonas, respectivamente (Moreira *et al.*, 2005); e de 0,2 a 0,5 $cmol_c kg^{-1}$ em capoeiras de 4 e 10 anos, sobre um Argissolo Amarelo, na Amazônia Oriental (Kato *et al.*, 2005). No entanto, teores extremamente elevados e anormais (1,4 a 9,6 $cmol_c kg^{-1}$) também foram encontrados em Cambissolos do Alto Solimões por Coelho *et al.* (2005) e, segundo estes autores, o extrator KCl estaria retirando todo o Al que se encontra ligado aos minerais de argila e desta forma, superestimando o valor deste elemento e a sua toxicidade.

Observou-se que os valores são menores na camada mais superficial e aumentam com a profundidade, isto se deve a maior presença de matéria orgânica em superfície, que possui radicais carboxílicos e hidroxílicos, que formam complexos com o Al e impedem que este possa atingir teores trocáveis (Al^{+3}) elevados, e tóxicos aos vegetais (Luchese, 2001).

Não se observou um efeito claro da queima da vegetação sobre os teores de Al trocável no solo dos sistemas estudados, o que foi observado unicamente nas camadas mais superficiais (0 a 20 cm) na roça implantada após a queima da capoeira de 20 anos em Guanabara II, e na camada 10-20 cm na roça implantada após a queima de uma capoeira de cinco anos, em Nova Aliança. Por outro lado, em outro local da Amazônia foram observadas reduções nos teores de Al trocável após a queima de uma capoeira de sete anos, para a implantação de roças de mandioca e milho, sobre um Argissolo no Pará (Holscher *et al.*, 1997). Normalmente, espera-se uma redução dos teores de Al trocável após a queima da vegetação, pois as cinzas resultantes da combustão da biomassa agem como corretivo da acidez do solo e precipitam (insolubilizam) os íons de Al do solo, numa forma não absorvível pelas plantas, $Al(OH)_3$, num claro efeito benéfico para o crescimento e desenvolvimento das culturas (Juo & Manu, 1996; Smyth, 1996).

Em todas as profundidades amostradas, foi observado que o tempo de pousio diminuiu significativamente os teores de Al no solo, isto pode estar relacionado a maior presença de matéria orgânica nos solos das capoeiras de maiores idades, pois a matéria orgânica forma complexos com o Al trocável, diminuindo desta forma o seu teor na solução do solo e aumentando a disponibilidade de nutrientes as plantas (Szott & Palm, 1999). A acidez em uma área em pousio depende de vários fatores, como a quantidade de nutrientes e ácidos orgânicos liberados pela decomposição da matéria orgânica, a quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas, o tipo de vegetação, o grau de lixiviação, a quantidade e o tipo de matéria orgânica produzida e a granulometria do solo (Szott & Palm, 1999). Esses resultados mostram que o tempo de pousio pode ser uma prática de manejo importante para a neutralização do Al nesses Cambissolos, muito ácidos. Pelos dados observados na comunidade de Guanabara II, 5 anos de pousio parecem ser o tempo mínimo necessário para se obter valores de Al equivalentes a um pousio de vinte anos. A quantidade e magnitude da mudança das propriedades químicas no solo são influenciadas pela composição química das cinzas, mineralogia e características das cargas do solo (Juo & Manu, 1996).

Tabela 9. Teores de Al do solo em áreas de floresta e de capoeiras com diferentes idades de pousio, sem queima e após a queima, em duas comunidades na região do Alto Solimões. Os valores correspondem à média de três amostras de solos, em cada uma das camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade (n=3).

Tempo de pousio (anos)	Teores de Al trocável no solo (cmol _c kg ⁻¹)					
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm	
	sem queima	com queima	sem queima	com queima	sem queima	com queima
Comunidade de Guanabara II						
20	2,7 Ab	0,8 Bc	6,7 Ab	2,9 Bb	11,7 Abc	6,2 Bb
10	1,9 Bb	7,7 Ab	6,1 Bb	12,6 Aa	10,7 Bab	17,9 Aa
5	2,7 Ab	2,2 Ac	4,3 Ab	5,1 Ab	8,3 Ac	8,5 Ab
3	12,3 Aa	10,8 Aa	13,5 Aa	11,9 Aa	17,0 Aa	13,1 Aa
Floresta	13,9 Aa	12,9 Aa	16,2 Aa	14,9 Aa	17,7 Aa	18,1 Aa
CV (%)	12,7		11,6		23,4	
Comunidade de Nova Aliança						
20	3,9 Ac	3,6 Ab	6,1 c	5,8 c	9,7 Ab	10,6 Aa
10	4,3 Abc	5,1b	8,0 bc	7,2 bc	10,6 Ba	13,2 A
5	5,7 Ab	5,3 Ab	10,5 Aa	7,7 Babc	12,6 Aa	11,6 Aa
3	7,6 Aa	6,5 Aa	10,3 ab	9,0 ab	12,9 Aa	11,4 Ba
Floresta	7,1 Aa	8,0 Aa	8,4 Bab	9,9 Aa	9,2 Bb	10,7 Aa
CV (%)	10,5		10,5		4,2	

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas nas linhas, são referentes ao uso e não uso da queima, letras minúsculas distintas nas colunas, são referentes ao tempo de pousio e, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

7. CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimáticas locais, verificou-se, que a derruba e queima das florestas primárias e secundárias para a implantação de roças, promoveram a melhoria nas características químicas do solo, com incremento nos teores de P, K disponíveis, Ca e Mg trocáveis, porém não houve efeito sobre o pH e os teores de C orgânico e N no solo.

O tempo de pousio das capoeiras contribuiu para um aumento significativo no valor do pH e nos teores de Ca e Mg no solo, assim como para a redução do Al trocável. Por outro lado, não houve efeito para o aumento nos teores de P e K, C e N no solo.

As mudanças nos teores de Ca e Mg, sugerem que curtos períodos de pousio das capoeiras, podem não ser suficientes para a reposição dos teores desses nutrientes no solo, podendo comprometer a produtividade das roças e das capoeiras. Para os Cambissolos estudados, os resultados indicam que cinco anos de pousio parecem ser o tempo mínimo necessário para se obter valores de Ca, Mg e Al, equivalentes aos encontrados em uma capoeira de vinte anos de pousio.

Pela grande variabilidade e heterogeneidade de resultados obtidos, há indícios de que os solos das duas comunidades estudadas apresentem outra classe de solo, além da classe Cambissolo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaia, S. S. & Souza, L. A. G. 2002. Perspectivas de uso e manejo dos solos na Amazônia. In: Araújo, Q. R. Ed. *500 Anos de uso do solo no Brasil*. Ilhéus: Editus, 311-327.
- Altieri, M. 2000. *Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. Ed. Universidade UFRGS. Porto Alegre. 110 p.
- Alvim, P. T. 2002. Solos dos trópicos úmidos e sua utilização sustentável. In: Araújo, Q.R. Ed. *500 Anos de uso do solo no Brasil*. Ilhéus, BA. Editus, 291-310.
- Andriessse, J. P.; Schelaas, R. M. 1987. The effects of land clearing through burning on fertility level. *Agriculture. Ecosystems and Environment*, 19: 311-332.
- Aweto, A. O. 1981. Secondary succession and soil fertility in southwestern. I. Succession. II Soil restoration. *J. Ecology*. 69: 601-14. Nigéria.
- Bayer, C. 1996. *Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo do solo*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 240p.
- Brienza JR, S. 1999. *Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in the Eastern Amazon of Brazil*. Tese (Doutorado) - Universitat Gottingen, Gottingen Alemanha. 139 p.
- Brocki, E. 2001. *Sistemas agroflorestais de cultivo e pousio: Etnoconhecimento de agricultores familiares do lago do Paru (Manacapuru, Am)*. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 165 p.
- Camargo, M. N.; & Rodrigues, T. E. 1979. Guia de excursão. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 17º, Manaus. EMBRAPA/SNLCS, Rio de Janeiro. 71p.
- Cerri, C. C. Volkoff, B. Eduardo, P. B. 1985. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. *Rev. Bras. Cie. do Solo*. Comissão III – Biologia do solo. v.9: 1 – 14, Campinas, SP

Cerri, C. C. & Moraes, J. L. 1996. Dinâmica do carbono no solo da Amazônia. In: *O solo do Brasil*. Viçosa. 930p.

Cochrane, T.T.; Sanchez, L.G.; Azevedo, L.G.; Porras, J.A; Garver, C.L. 1985. *A terra na América tropical*. Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT / Embrapa – Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC. Vol. 3.

Coelho, M. R.; Fidalgo, E. C.; Araújo, F.; Santos, H. G.; Brefin, M. L. M. S. 2005. The physical environment with emphasis on upland soils of the upper Solimões river, Benjamin Constant county (AM). In: *Inventory of below-ground biodiversity in the BGBD benchmark áreas in seven tropical countries*. In: Annual meeting, Manaus, AM.

Cunha, L. H. 1988. Principais classes de solos. In: *Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro* – Itaguaí: Ed. Universidade Rural. 2-12.

Denich, M.; Kanashiro, M. 1995. Secondary vegetation in the agricultural landscape of northeast Pará, Brasil. In: Kanashiro, M. & Rort, J. A. (Eds). *International Symposium Workshop on Management and Rehabilitation of Degraded Land and Secondary Forests in Amazon*. ITTF. Santarém, PA. 2-21.

Dubois, J. C. L. 1998. Manejo de capoeiras nas frentes de colonização na Amazônia. *Simpósio Internacional “Alternativas para o Desmatamento”*. Belém, PA.

Embrapa. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Vol. 2. ed. ver. atual, 212 p. Rio de Janeiro, RJ.

Embrapa Amazônia Ocidental (CPAA) 2000. Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural. *III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*. Anais. Documentos, vol. 7. 461 p, Manaus, AM.

Ewel, J.; Berish, C.; Brown, B.; Price, N.; Raich, J. 1981. Slash and burn impacts on Costa Rica wet Forest site, *Ecology*, 62: 816-829.

Fao. 1990. *Forest Resources Assessment Global synthesis*. Annex 2. Methodology and definitions, 125 p.

- Freire, L. R. ; Cunha, L. H.; Santos, G. A. ; Sobrinho, N. M. B.; Eira, P. A. 1988. Fertilidade do solo. In: *Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro – Itaguaí*: Ed. Universidade Rural. 15-18.
- Higuchi, N., Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Minette, L; Biot, Y. 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*, 28: 153-166. Manaus, 1988.
- Higuchi, N. 2004. *Floresta amazônica e suas múltiplas dimensões – Uma proposta de educação ambiental INPA/CNPq*. – 146 p. Manaus, 2004.
- Holscher, D.; Luwing, B.; Moller, R. F.; Folster, H. 1997. Dynamic of soil chemical parameters in shifting agriculture in the Eastern Amazon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 66. 153-163. Belém, 1997.
- Johnson, C. M.; Vieira, I. C. G. ; Zarin, J. F. ; Johnson, A. H. 2001. Carbon and nutrient storage in primary and secondary forests in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*. 147. 245 – 252.
- Jordan, C. F. 1985. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na Bacia Amazônica. In: *Simpósio sobre Reciclagem de Nutrientes e Agricultura de Baixos Insumos nos Trópicos*, Ilhéus, BA, 187-200.
- Juo, A. S. R. & Manu, A. 1996. Chemical dynamics in slash and burn agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 58: 49-60.
- Kato, O. R.; Kato, M. S. A. ; Carvalho, C. R. Figueiredo. 2005. Manejo de vegetação secundária na Amazônia visando ao aumento da sustentabilidade do uso agrícola do solo. In: *XXX Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*.
- Kiehl, E. J. 1979. *Manual de Edafologia. Relações solo-planta*. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 230 – 238.
- Kitamura, P. C. 1994. *A Amazônia e o Desenvolvimento Sustentável*. 1. ed. Brasileira, EMBRAPA/SPI, 182 p.
- Kleinman, P. J. A.; Pimentel, D.; Bryant, R. B. 1995. The ecological sustainability of slash and burn agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 52: 235-249.

Luchese, E. B.; Favero, L. O. B.; Lenzi, E. 2001. a matéria organica nos solos. In: *Fundamentos da química do solo*. Rio de Janeiro. 36 - 45.

Luizão, F. J.; Gallardo-Ordinola, J.; Sapia-Coral, S.E.V. 2000. *Carbono e Nutrientes na liteira em Sistemas Agroflorestais na Amazônia Central*. In: XXIV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Fertbio 2000. SBCS, Santa Maria, RS, CD-ROM, 4 p.

Luizão, F. J. 1989. Litter production and mineral element input to the Forest floor in a central Amazonian Forest. *Geol. J.* 19: 407-417.

Mackensen, J.; Holscher, D. R.; Klinge, R.; Folster, H 1996. Nutrient transfer to the atmosphere by burning of debris in eastern Amazonia. In: *Forest Ecology and Management*, 86. p. 121 – 128.

Malavolta, E. & H.J. Kleimann. 1985. *Desordens Nutricionais no Cerrado*. Instituto da Potassa. Piracicaba, São Paulo: 136 p.

Malavolta, E. 1987. Fertilidade dos solos da Amazônia. In: *Amazônia seus solos e outros recursos naturais*. Editora agronômica Ceres. São Paulo. Cap. 9. 375-413.

Martins, P. F.; Volkoff, B.; Cerri, C. C.; Andreux, F. 1990. Conseqüências do cultivo e do pousio sobre a matéria orgânica dos solos sob floresta natural na Amazônia oriental. *Acta Amazonica*, vol. 20: 19-28.

Mekonnen, K. B.; Jama, B. 1997. Root and inorganic nitrogen distributions in sesbania fallow, natural fallow and maize fields. *Plant and Soil*. 188: 319 – 327.

Melo, F. A.; Sobrinho, M. O. C. 1983. O potássio no solo. In: *Fertilidade do solo*. Ed. Nobel. São Paulo. Cap. 10. 223-261.

Monnier G.; Stengel, P.; Fies, J. C. 1973. Une methode de mesure de la densité apparente de petits agglomerats terreux. Application a la analyse de systemes de porosité du sol. *Agronomia*. 24, 533 – 545.

Moreira, A.; Castro, C.; Alfaia, S. S.; Malavolta, E. 2005. Fertilidade dos solos da Amazônia. In: Palestra apresentada no XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife, PE. p. 1 – 27.

Nair, P. K. R. 1990. An introduction to agroforestry. *Kluwer Academic Publisher*. The Netherlands. 499 p.

Noda, H. & Noda, S. 1994. Produção agropecuária. In: *Amazônia: Uma proposta interdisciplinar de educação ambiental: temas básicos*. - Brasília: IBAMA. 334 p.

Palm, C. A.; Swift, M. J.; Wooster, P. L. 1996. Soil biological dynamics in slash and burn agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 58: 61-74.

Paul, E. A.; Clark, F. E. 1989. *Soil microbiology and Biochemistry*. Academic Press. Inc., San Diego, California. 275 p.

Popenoe, H. 1957. The influence of the shifting cultivation cycle on soil properties in Central América. In: *Pacific science congress*, p-72.

Primavesi, A. 1990. *Manejo Ecológico do Solo: A agricultura em regiões tropicais*. Ed. Nobel. São Paulo. 449 p.

Raiji, B. V. 1981. *Avaliação da fertilidade do solo*. Instituto da Potassa & Fosfato (EUA), Instituto Internacional da Potassa (Suíça). Instituto Agrônomo do estado de São Paulo, Campinas, SP.

Raiji, B. V. 1991. Acidez e calagem. In: *Fertilidade do solo e adubação*. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Editora agrônoma Ceres. Piracicaba, SP. Cap. 8 p 137-140.

Recco, R. D.; Amaral, E. F.; Pinto, E. M.; Melo, A. W. F. 2000. Avaliação do nível de carbono orgânico em solos tropicais submetidos a plantio de sistemas agroflorestais em diferentes idades na Amazônia ocidental. In: *III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*. Anais. Manaus, AM.

Resck, D. V. S. 1981. *Parâmetros Conservacionistas dos Solos sob Vegetação de Cerrado*. Planaltina, D.F., Brasil. Embrapa. 42 p.

Resende, M. 1995. Matéria orgânica e seus componentes. In: *Pedologia: base para distinção de ambientes*. Neput. Viçosa. 79 – 85.

Rodrigues, T. E. 1996. Solos da Amazônia. In: *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa. MG. 19-60.

Roscoe, R. & Machado, P. L. A . 2000. *Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica*. EMBRAPA Dourados- MS, Agropecuária Oeste Solos, Rio de Janeiro. 86 p.

Salek, R. C. 1988. Uso da matéria orgânica no manejo de fertilidade dos solos. In: *Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro – Itaguaí*: Ed. Universidade Rural. P. 69-74.

Saldarriaga, J. G.; West, D. C.; Tharp, M. L.; Uhl, C. 1988. Long-term chronosequence of Forest succession in the upper rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal of Ecology*, 76, 938-958.

Sampaio, F. A. R. 1997. *Balço de nutrientes em um sistema de agricultura migratória no município de Ji-Paraná – RO*. Dissertação (Mestrado em Agronomia, solos e nutrição de plantas). UFV. Viçosa, MG. 1v. 1p.

Sanchez, P. A. 1976. Properties and management of soils in the tropic. New York, Wiley.

Sánchez, P. A. 1981. *Suelos del Trópico*. Características y manejo. San José, Costa Rica: IICA, 660p.

Sanchez, P. A.; Vilachica, J. H. 1983. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Peru. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 1171-1178.

Sánchez, P. A.; Garrity, D. P.; Brandy, D. E.; Torres, F.; Swift, M. J. 1993. Alternativas sustentáveis a agricultura migratória e a recuperação de áreas degradadas nos trópicos úmidos. In: *Simpósio de Áreas Degradadas e Florestas Secundárias na Amazônia*. Santarém, USDA, 1-13 p.

Santos, H. P.; Fontaneli, R. S.; Tomm,, G. O.; Spera, S. T. 2001. Efeitos de sistemas de produção mistos sobre o plantio direto e sobre a fertilidade do solo após oito anos. *Rev. Brás. de Ciências do Solo*, 27: 545 – 552.

Scatena, F. N.; Walker, R. T.; Homma, A. K. O.; Conto, A.; Ferreira, C. A. P. 1996. Cropping and fallowing sequences of small farms in the “terra firme” landscape of the Brazilian Amazon: A case of study from Santarém, PA. *Ecological Economics*, 18: 29-40.

Silva, R. F. 1998. *Roça caiçara: dinâmica de nutrientes, propriedades físicas e fauna do solo em um ciclo de cultura*. Dissertação (Mestrado em agronomia ciências do solo). UFRRJ. Seropedica, RJ. 1v. 192 p.

Silva, F. C. 1999. *Manual de Análises químicas de solos, plantas e fertilizantes* / Embrapa Solos, Embrapa Informática. Brasília. 370 p.

Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: hidrography, morphology of the river courses and river types. In: H. Sioli (ed.) *The Amazon. Limnology and landscape ecology of a migthy tropical river and its basin*. W. Junk Publication. Dordrecht. p. 127-165.

Smyth, T. J. 1996. Manejo da fertilidade do solo para a produção sustentada de cultivos na Amazônia. In: *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa. MG. 71 – 94.

Souza, E. C. 1995. *500 Perguntas e respostas sobre adubos e adubação*. Unesp, Jaboticabal, SP: Funep, 99 p.

Szott, L. T.; Palm, C. A.; Buresh, R. J. 1999. Ecosystem fertility and fallow function in the humid and subhumid tropics. *Agroforestry Systems*, 47: 163 – 196. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Szott, L. T. & Palm, C. A. 1999. Dinamica del suelo y la vegetacion alternando cultivos y periodos de descanso. Contribution of the tropical soil program in collaboration with the Instituto Nacional de Investigacion y Promocion Agropecuaria of Peru.

Szott, L.T. and C.A. Palm. 1986. Soil and Vegetation Dynamics in Shifting Cultivation Fallows. In: 1º Simpósio do Trópico Umido, EMBRAPA, Belem (PA), 1: 360-379.

Teixeira, W. G. & Bueno, N. 1995. Caracterização química e granulométrica de solos do Alto Solimões-AM. *XXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*.p. 276-278.

Vieira, L. S. & Santos, P. C. T. C. 1987. Pedogenese dos solos da Amazônia. In: *Amazônia seus solos e outros recursos naturais*. Editora Agronômica Ceres. São Paulo. Cap. 8. p. 219 – 373.

Vitousek, P. M. & Sanford, R. L. 1986. Nutrient cycling in moist tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 17: 137 – 167.

Zink, P.J.; Sabhasri, S.; Kundstadter, P. 1978. Soil fertility aspects of the Lua Forest fallow system of shifting cultivation. In: .; Kundstadter, P.; Chapman, E.C.; Sabhasri, S. (eds), Farmers in the forest: economic development and marginal agriculture in northern Thailand. Honolulu, University of Hawaii, p.134-159.

9. APENDICE

Trabalhos publicados

1. Sonia Sena Alfaia; Antonio Edson de Souza Soares; Jonas de Oliveira Moraes Filho; Acácia Lima Neves; Katell Uguen e Marta Iria da Costa Ayres. 2006. Influência do tempo de pousio para a fertilidade do solo em áreas de capoeiras e roças na região do Alto Solimões-AM. In: *Fertbio 2006*, Bonito-MS, Resumos Expandidos em CD ROM, 4p.

2. Antônio Edson Soares de Souza & Sonia Sena Alfaia. 2006. Avaliação da fertilidade do solo em diferentes sistemas de uso e manejo da terra na região do Alto Solimões-AM. In: *II Mostra de Pós-Graduação do POSGRAD/FAPEAM*, Resumos Expandidos em CD ROM, 4p. 1. 3.