



YGOOR YVANEY BESSA NEVES

**CARACTERÍSTICAS DE DIFERENTES
SISTEMAS DE USO DO SOLO EM CRUZEIRO
DO SUL - ACRE**

LAVRAS – MG

2013

YGOOR YVANEY BESSA NEVES

**CARACTERÍSTICAS DE DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO
EM CRUZEIRO DO SUL - ACRE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Nelson Venturin

LAVRAS – MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Neves, Ygoor Yvaney Bessa.

Características de diferentes sistemas de uso do solo em
Cruzeiro do Sul, Acre / Ygoor Yvaney Bessa Neves. – Lavras :
UFLA, 2013.

103 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Nelson Venturin.

Bibliografia.

1. Agrossilvicultura. 2. Química do solo. 3. Vale do Juruá. 4.
Vegetação. 5. Krigagem. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 634.99

YGOOR YVANEY BESSA NEVES

**CARACTERÍSTICAS DE DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO
EM CRUZEIRO DO SUL - ACRE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 18 de fevereiro de 2013.

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo UFLA

Dr. Régis Pereira Venturin EPAMIG

Dr. Nelson Venturin
Orientador

LAVRAS – MG

2013

A Deus e a toda minha família que sempre me apoiaram nos momentos de dificuldade, com gestos e palavras mostraram-me o quanto é importante à realização de um sonho, com espírito de persistência me ensinaram a cultivar meus ideais;

A minha mãe. Eliete, as minhas irmãs Sonja e Nayana, meus sobrinhos Davi e Camilly, minha esposa Pâmela e em especial a minha filha Sophia Heloyse

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que ilumina-me para o caminho da perfeição, Ele que deu a vida por mim para que pudesse usufruir dos prazeres do mundo e possibilitando o alcance dos meus objetivos;

Ao meu pai “In Memoriam” que com seus olhares do céu tem guiado me aqui na terra para o caminho do bem;

Agradeço a minha mãe, Eliete, minhas irmãs (Nayana e Sonja), minha esposa, Pâmela, aos meus sobrinhos (Davi e Camilly) e minha filha e princesinha Sophia Heloyse, principal fonte de inspiração. Esses que sempre confiaram e acreditaram no meu potencial e fizeram-me enxergar que por mais que houvesse dificuldade os objetivos seriam alcançados;

Ao meu professor e amigo, Dr. Josimar, por ter me incentivado a fazer o mestrado e acreditar no meu potencial;

Os meus agradecimentos ao Sr. Verdi, proprietário do Sítio Progresso, onde foi realizado todo o experimento e coleta de dados, Obrigado por permitir que pesquisas fossem realizadas na sua propriedade;

À Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC e a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Florestal da Indústria do Comércio e dos Serviços Sustentáveis, por financiar grande parte do meu projeto. Meus agradecimentos pelo incentivo à pesquisa;

Aos colegas Alan, Ângelo, Gleisson, Luan, Raimundo (Lôro) e Marcos, pela ajuda nas atividades de campo e coleta de dados;

Aos meus amigos André (pêludo) e Leandro (batata), por ajudarem na tabulação dos dados e confecção dos resultados, os meus agradecimentos a todos vocês;

Aos amigos, Iberê, Fábio (Zebra), Gleisson, Elliezer, Fernando, Mari, Eva, Thaís e Rachel, pela alegria do convívio diário proporcionando momentos de felicidades;

Aos pesquisadores Grisi, Bruna, Régis e Tadário por contribuírem de forma significativa na ascensão do meu estudo;

Em especial, agradeço ao meu orientador que nos momentos mais difíceis ajudou e mostrou-me o quanto é importante à realização de um sonho;

Ao meu amigo Nelson, o meu reconhecimento por sua disponibilidade, presteza e auxílio na elaboração da minha dissertação; Ao Dr. Nelson, deixo minha admiração e satisfação em ter sido orientado por um grande pesquisador e educador;

Meus agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado;

Ao Fundo de Desenvolvimento de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia – FDCT que juntamente com a Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC, foram financiadores do meu projeto, minha gratidão.

RESUMO

Com a tendência de desmatamento que ocorre no estado do Acre surge a necessidade de políticas que incentivem sistemas de manejo que possam reduzir essa prática. A utilização de sistemas agroflorestais é um meio para obter esse intento. Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar a composição florística de um sistema agroflorestal e uma floresta natural e comparar atributos químicos do solo entre o quintal agroflorestal, a floresta, um cultivo agrícola e uma pastagem. Este estudo foi desenvolvido em Cruzeiro do Sul, Acre. Para caracterização florística da área florestal utilizou-se o método de parcelas e no SAF o método de sondeio. Para análise do solo coletaram-se amostras nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm que foram enviadas ao laboratório da Universidade Federal de Lavras para caracterização química. Na comparação química do solo foram determinados os teores de M.O, P, K, Ca, Mg e Al, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado e as médias foram testadas por meio do teste de Scott-Knotta 5% de significância. Utilizou-se o método da Krigagem para elaborar mapas de distribuição espacial das variáveis nas áreas de estudo. As espécies identificadas da floresta apresentaram características madeireiras, enquanto o SAF possui características alimentares. Foi observado nos resultados da análise química do solo, que o teor de P foi maior no cultivo agrícola, diferindo-se dos demais sistemas de uso do solo. Para os nutrientes K e Mg não foi observada diferença estatística entre os ambientes. Para o Ca foi observado menor teor no solo do ambiente florestal, diferindo-se dos demais sistemas de uso do solo. Para o Al, foi observada diferença estatística na interação tratamento x profundidade. Foi identificado um grande número de espécie. Os mapas permitiram observar os nutrientes em todo o ambiente. Há semelhança edáfica entre o SAF e a floresta.

Palavras-chave: Agrossilvicultura. Vale do Juruá. Vegetação. Krigagem.

ABSTRACT

Accompanied by the tendency of deforestation in the state of Acre has arisen the need for policies that encourage the use of management systems to reduce it. Agroforestry systems represents a method to achieve this goal. This study aimed to characterize the floristic composition of an agroforestry system and a natural forest; to compare the chemical attributes among the agroforestry system, the natural forest, an agricultural cultivation and a pasture area. This work was conducted in Cruzeiro do Sul municipality – Acre, Brazil. In order to characterize the natural forest floristic was adopted the plot method and, for the Agroforestry, the probing method. Soil samples were collected at depths of 0-10, 10-20 and 20-40 cm in the areas and sent to the Universidade Federal de Lavras laboratory, where they were analyzed to determine the OM, P, K, Ca, Mg and Al levels. The Completely Randomized Design was adopted and the Scott-Knott test was applied at 5% of significance. It was used the Kriging method to spatially distribute the variables in all studied areas. The results showed that the identified species of the natural forest presented logging traits, while the Agroforestry system species presented feeding qualities. The results of the soil analysis indicated that the P levels were higher in the agricultural cultivation area than in the other areas, statistically differing up from the other land use systems. For K and Mg there were no statistical differences among the areas. The lowest levels of Ca were founded in the natural forest area, statistically differing up from the other land use systems. Regarding Al, the interaction between the treatments and the depths was significant. It was identified a great number of plant species. The maps allowed to observe the nutrient distribution in places where no soil samples were collected. There are edaphic similarities between the agroforestry and the natural forest area.

Keywords: Agroforestry. Juruá Valley. Vegetation. Krigagem.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | Localização das áreas de estudo, em que: F (floresta), CA (cultivo agrícola), P (pastagem), QA (quintal agroflorestal)..... | 37 |
| Figura 2 | A- Parcela instalada. B- Mensuração do DAP. C- Plaqueteamento. D- Anotador | 39 |
| Figura 3 | Delimitação dos ambientes e disposição das parcelas nos referidos sistemas | 41 |
| Figura 4 | A- Utilização do trado para coleta de solos. B- Coleta às profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. C- Obtenção da amostra composta. D- Amostra devidamente etiquetada e enviada ao laboratório | 42 |
| Figura 5 | Disposição das espécies no quintal agroflorestal | 47 |
| Figura 6 | Plantio de açaí no QA, em forma de renque limítrofe..... | 49 |
| Figura 7 | Cultivo de melancia..... | 53 |
| Figura 8 | Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i> | 54 |
| Figura 9 | Mapa de distribuição espacial dos teores de M.O (dag/kg) em função das classes de uso do solo..... | 59 |
| Figura 10 | Mapa de distribuição espacial dos teores de fósforo (mg/dm ³) em função das classes de uso do solo..... | 65 |
| Figura 11 | Mapa de distribuição espacial dos teores de potássio (mg/dm ³) em função das classes de uso do solo..... | 71 |
| Figura 12 | Mapa de distribuição espacial dos teores de cálcio (cmol/dm ³) em função das classes de uso do solo..... | 77 |
| Figura 13 | Mapa de distribuição espacial da variável cálcio, profundidade de 0-10..... | 82 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 14 | Mapa de distribuição espacial dos teores de alumínio (cmol/dm^3) em função das classes de uso do solo..... | 88 |
|-----------|---|----|

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabela 1 | Tamanho de quintais agroflorestais, segundo a classificação de vários autores..... | 25 |
| Tabela 2 | Classe de uso do solo da área de estudo com suas respectivas dimensões..... | 40 |
| Tabela 3 | Resultados das análises de solos..... | 43 |
| Tabela 4 | Lista de espécies cultivadas no quintal agroflorestal e suas utilidades..... | 48 |
| Tabela 5 | Espécies identificadas na área de floresta..... | 51 |
| Tabela 6 | Análise de variância para a variável matéria orgânica (dag/kg) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm..... | 55 |
| Tabela 7 | Conteúdo de M.O (dag/kg) nos diferentes ambientes..... | 56 |
| Tabela 8 | Conteúdo de M.O (dag/kg) nas diferentes profundidades do solo dos ambientes..... | 57 |
| Tabela 9 | Análise de variância para a variável fósforo (mg/dm^3) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm..... | 61 |
| Tabela 10 | Conteúdo de P (mg/dm^3) nos diferentes ambientes..... | 61 |
| Tabela 11 | Conteúdo de P (mg/dm^3) nas diferentes profundidades do solo dos ambientes..... | 63 |
| Tabela 12 | Análise de variância para a variável potássio (mg/dm^3) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, | |

| | |
|--|----|
| Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm..... | 67 |
| Tabela 13 Conteúdo de K (mg/dm ³) nos diferentes ambientes | 67 |
| Tabela 14 Conteúdo de K (mg/dm ³) nas diferentes profundidades do solo dos ambientes | 69 |
| Tabela 15 Análise de variância para a variável cálcio (cmol/dm ³) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm..... | 73 |
| Tabela 16 Conteúdo de Ca (cmol/dm ³) nos diferentes ambientes..... | 73 |
| Tabela 17 Conteúdo de Ca (cmol/dm ³) nas diferentes profundidades dos ambientes..... | 75 |
| Tabela 18 Análise de variância para a variável magnésio (cmol/dm ³) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta, e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm | 79 |
| Tabela 19 Conteúdo de Mg (cmol/dm ³) nos diferentes ambientes..... | 79 |
| Tabela 20 Conteúdo de Mg (cmol/dm ³) nas diferentes profundidades dos ambientes..... | 80 |
| Tabela 21 Análise de variância para a variável alumínio (cmol/dm ³) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm | 83 |
| Tabela 22 Análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade com relação à profundidade | 84 |
| Tabela 23 Conteúdo de Al (cmol/dm ³) para as interações significativas, Profundidade 0-10 cm: Tipo do tratamento..... | 84 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabela 24 | Conteúdo de Al (cmol/dm ³) para as interações significativas, Profundidade 10-20 cm: Tipo do tratamento..... | 85 |
| Tabela 25 | Conteúdo de Al (cmol/dm ³) para as interações significativas, Profundidade 20-40 cm: Tipo do tratamento..... | 85 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------|--|
| ANAVA | Análise de Variância |
| APP | Área de Preservação Permanente |
| CV | Coefficiente de Variação |
| DAP | Diâmetro à altura do peito |
| IFAC | Instituto Federal do Acre |
| INPA | Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia |
| PSA | Pagamento por Serviços Ambientais |
| QA | Quintal Agroflorestal |
| REBRAF | Rede Brasileira Agroflorestal |
| RPPN | Reserva Particular do Patrimônio Cultural |
| SAF | Sistema Agroflorestal |
| SEAPROF | Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar |
| UFAC | Universidade Federal do Acre |
| UFLA | Universidade Federal de Lavras |
| ZEE | Zoneamento Ecológico Econômico |

SUMÁRIO

| | | |
|----------------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 | Objetivo geral | 17 |
| 1.2 | Objetivos específicos | 18 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 19 |
| 2.1 | Conceitos e considerações de sistemas agroflorestais | 19 |
| 2.2 | SAF na Amazônia | 26 |
| 2.3 | SAF no Acre | 28 |
| 2.4 | Cruzeiro do Sul | 32 |
| 2.5 | Importância dos SAF no desenvolvimento sustentável | 33 |
| 2.6 | Krigagem | 34 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 36 |
| 3.1 | Descrição da área de estudo | 36 |
| 3.2 | Caracterização vegetativa das áreas | 36 |
| 3.2.1 | Quintal Agroflorestal | 37 |
| 3.2.2 | Floresta | 38 |
| 3.2.3 | Cultivo agrícola | 39 |
| 3.2.4 | Pastagem | 39 |
| 3.2.5 | Uso do solo | 40 |
| 3.3 | Comparação edáfica entre as áreas | 40 |
| 3.3.1 | Coleta de solo | 41 |
| 3.4 | Distribuição espacial dos nutrientes nas áreas estudadas | 43 |
| 3.4.1 | Análise Espacial | 44 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 46 |
| 4.1 | Caracterização vegetativa das áreas | 46 |
| 4.1.1 | Quintal Agroflorestal (QA) | 46 |
| 4.1.2 | Floresta | 50 |
| 4.1.3 | Cultivo Agrícola | 52 |
| 4.1.3.1 | Pastagem | 53 |
| 4.2 | Comparação edáfica entre as áreas de estudo | 54 |
| 4.2.1 | Teores de matéria orgânica no solo dos ambientes estudados | 55 |
| 4.2.1.1 | Distribuição espacial da matéria orgânica nos ambientes estudados | 57 |
| 4.2.2 | Teores de Fósforo no solo dos ambientes estudados | 61 |
| 4.2.2.1 | Distribuição espacial do Fósforo nos ambientes estudados | 64 |

| | | |
|----------------|--|-----------|
| 4.2.3 | Teores de Potássio no solo dos ambientes estudados | 67 |
| 4.2.3.1 | Distribuição espacial do Potássio nos ambientes estudados | 69 |
| 4.2.4 | Teores de Cálcio no solo dos ambientes estudados | 73 |
| 4.2.4.1 | Distribuição espacial do Cálcio nos Ambientes estudados | 75 |
| 4.2.5 | Teores de Magnésio nos ambientes estudados..... | 78 |
| 4.2.5.1 | Distribuição espacial de Magnésio nos Ambientes estudados..... | 81 |
| 4.2.6 | Teores de Alumínio nos ambientes dos solos estudados | 83 |
| 4.2.6.1 | Distribuição do Alumínio nos ambientes estudados | 86 |
| 5 | CONCLUSÕES | 90 |
| | REFERÊNCIAS | 91 |

1 INTRODUÇÃO

Com a tendência de desmatamento que ocorre no estado do Acre surge à necessidade de políticas que incentivem a implantação de espécies florestais para suprir a necessidade madeireira.

Nesse sentido, os Sistemas Agroflorestais – SAF's são vistos como opção para minimização do desmatamento por quebrarem a predominância do ciclo de agricultura migratória e pecuária extensiva praticadas na Amazônia, sendo opção para gerar lucros significativos em áreas relativamente pequenas (SERRÃO, 1995; SMITH et al., 1998). Outro aspecto é o da diversificação na produção, fator contribuinte para obtenção de renda contínua, o que pode ser um critério para a adoção desse sistema.

No estado do Acre existem poucos incentivos à implantação de espécies madeiras. Isso se dá por conta das características culturais do estado que se limitam à plantação de espécies agrícolas. Portanto, há a necessidade de estudos que validem a utilização de SAF's.

Outro fator agravante é a forma de limpeza das áreas para cultivo feito por agricultores que utilizam uma técnica conhecida por coivara e consiste na queima, seguido da retirada do material para implantação da cultura. Nesta atividade não há utilização de insumos para fertilização do sistema o que agrava o processo de degradação e empobrecimento do solo.

Na Amazônia o fogo é um dos instrumentos mais utilizados nas atividades produtivas pela cultura do corte-queima para a limpeza de roçados e transformação da floresta em pastagem. O impacto ambiental das queimadas envolve a fertilidade dos solos, a destruição da biodiversidade, a fragilização de agroecossistemas, a destruição de linhas de transmissão, a qualidade do ar e de visibilidade (ACRE, 2010b).

Normalmente, nessas áreas que utilizam esse tipo de técnica é feita a rotação de cultura nos três primeiros anos, após isso as áreas são abandonadas e os agricultores buscam novas localidades, o que acarreta em mais áreas desmatadas e com posterior degradação.

A queimada é a principal causa da perda na qualidade das características edáficas, pois há melhoria nos primeiros meses, após isso há um desgaste na fertilidade do solo.

No estado do Acre são poucos os estudos realizados em que comparam diferentes sistemas de uso do solo, surgindo então à necessidade de pesquisas que confirmem a adoção de práticas sustentáveis e de sistemas que favoreçam a utilização do solo por um período mais longo.

Sendo assim, justifica-se a execução desse trabalho para que as análises provenientes desse estudo possam fornecer informações sobre a comparação química do solo e com isso observar a fertilidade do solo de diferentes sistemas de uso do solo.

1.1 Objetivo geral

Fornecer subsídios técnicos-científicos da caracterização vegetativa e comparação das características químicas do solo de diferentes sistemas de uso em Cruzeiro do Sul, Acre.

1.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar a vegetação dos diferentes sistemas de uso do solo;
- b) Determinar e comparar os teores de M.O, P, K, Ca, Mg, Al de um quintal agroflorestal, de uma floresta natural, de um cultivo agrícola e de uma pastagem;
- c) Analisar a distribuição espacial dos teores de M.O, P, K, Ca, Mg, Al em um quintal agroflorestal, uma floresta natural, um cultivo agrícola e uma pastagem, em locais não amostrados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos e considerações de sistemas agroflorestais

Os sistemas agroflorestais surgiram nas regiões tropicais da Ásia com o tradicional Sistema Taungya onde plantios florestais eram associados a culturas anuais. No Brasil as primeiras divulgações de sistemas agroflorestais com livros e artigos foram feitas por Jean Dubois na década de 60 e posteriormente, foram realizados trabalhos no Rio de Janeiro com a criação da Rede Brasileira Agroflorestal (REBRAF) (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010).

Porém, em 1918 já existiam trabalhos que podem ser considerados sistemas agroflorestais e consistiam em associação de pastagem com floresta e criação de ovinos e uso apícola (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010). No entanto, foi em 1962 em trabalhos realizados por Gurgel Filho, com a cultura do *Eucalyptus alba*, consorciado com o milho que se iniciaram os primeiros trabalhos científicos. A partir da década de 70 os SAF's passaram, a fazer parte das propriedades privadas e das estações experimentais na Amazônia, no Nordeste, no Sudeste e no Sul do Brasil, principalmente incentivados por ações da EMBRAPA.

Os sistemas agroflorestais (SAF's) podem ser definidos como técnicas alternativas de uso da terra, que implicam na combinação de espécies florestais com culturas agrícolas, atividades pecuárias ou ambas. Desse modo, Nair (1993) destaca que se trata de um sistema dinâmico baseado no manejo de recursos naturais, que por meio da integração nas propriedades rurais com árvores, cultivos agrícolas e animais, diversifica e contribui para a sustentabilidade da produção, promovendo o aumento significativo dos benefícios ambientais econômicos e sociais para as propriedades rurais.

São várias as classificações que têm sido propostas, algumas simples e outras complexas, com terminologias que provocam controvérsias (JONHSON; NAIR, 1985; NAIR; DAGAR, 1991). No entanto, são três os tipos de SAF's reconhecidos na literatura: silviagrícola, que combina árvores com culturas agrícolas, também chamados de agrossilvícolas ou agrossilviculturais; silvipastoril que combina árvores com pasto e conseqüentemente introdução de animais e agrossilvipastoril que é a combinação dos dois anteriores, espécies florestas/agrícolas/animais (COMBE; BUDOWSKI, 1979; NAIR; DAGAR, 1991).

Não é necessário o sistema conter esses 3 componentes, mas é de obrigatoriedade conter uma espécie florestal associado a um desses cultivos para ser considerado SAF.

Conforme citação de Combe e Budowski (1979), os sistemas agroflorestais (SAF's) apresentam um conjunto de técnicas alternativas de utilização dos recursos naturais, onde espécies florestais são associadas a cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma superfície. Essas consorciações podem ser instaladas e manejadas de maneira simultânea/sequencial no espaço e podem ter o caráter temporário ou permanente.

Abdo, Valeri e Martins (2008) definiram que os SAF's sequenciais ocorrem de forma que haja um intervalo de tempo entre a colheita da primeira cultura e a semeadura da cultura subsequente. Já para os simultâneos existem várias situações: duas culturas com a mesma época de plantio e colheita (SAF coincidente), culturas de mesma época de semeadura e épocas diferentes de colheita (concomitantes).

Os sistemas agroflorestais são vistos como alternativa promissora para propriedades rurais dos países em desenvolvimento. Pela integração da floresta com culturas agrícolas e com a pecuária, esse sistema oferece uma alternância de

produtos e produção ao longo do tempo, gerando a possibilidade de renda contínua (ALMEIDA et al., 1995; SANTOS, 2000).

De acordo com definição descrita por Engel (1999) um sistema agroflorestal é definido como um sistema agropecuário diferenciado, na verdade o autor enfatizou que um sistema agroflorestal se caracteriza por ter um componente arbóreo ou lenhoso, o qual tem um papel fundamental, podendo desempenhar a função de produção e proteção. Essa afirmação está de acordo com o que foi citado por Abdo, Valeri e Martins (2008), que levando em consideração os aspectos ecológicos e econômicos, os SAF's podem ser classificados como protecionistas ou produtivos, estes, quando visam à comercialização dos produtos obtidos.

Para Kageyama (1999), o conceito mais tradicional de SAF apontava que o simples fato de juntar uma espécie agrícola com uma florestal já caracterizava esse tipo de sistema, levantando-se a vantagem de maximizar a utilização do espaço aéreo e radicular. Isto representou de fato, o início de um movimento em favor do plantio consorciado que hoje tem culminado num sistema multi-espécies, imitando a alta diversidade natural, principalmente nos ecossistemas tropicais.

Outra definição desse sistema descrito por Abdo, Valeri e Martins (2008) é que os sistemas agroflorestais constituem sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras) são manejadas em associação com plantas herbáceas, culturas agrícolas e/ou forrageiras e/ou em integração com animais, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com a disposição, arranjo espacial e temporal, contendo uma alta diversidade de espécies e interações ecológicas entre estes componentes.

Altieri (2002, p. 229) define um sistema agroflorestal como:

O Sistema Agroflorestal é um sistema sustentável de manejo de solo e de plantas que procura aumentar a produção de forma contínua, combinando produção de árvores (incluindo frutíferas e outras) com espécies agrícolas e animais, simultaneamente ou sequencialmente, na mesma área, utilizando práticas de manejo compatíveis com a cultura da população local.

De acordo com Altieri (2002), qualquer que seja a definição é consenso que o Sistema Agroflorestal representa um conceito de uso integrado da terra, particularmente adequado às áreas marginais e a sistemas de baixo uso de insumos.

Uma das vantagens dos sistemas agroflorestais citados por Viana, Dubois e Anderson (1996) deve-se principalmente ao fato de que muitas árvores e arbustos utilizados nestes sistemas têm também a função de adubar, proteger e conservar o solo. Esse tipo de sistema é quase sempre manejado sem aplicação de agrotóxicos ou requerem quantidades mínimas dessas substâncias químicas. Os efeitos negativos sobre o ambiente são mínimos.

Dentre os sistemas agroflorestais citam-se os quintais agroflorestais (QA) que estão inseridos dentro das classificações de SAF. Segundo Wiersum (1982), os quintais agroflorestais são uma forma de uso da terra em propriedade particular, na qual várias espécies de árvores são cultivadas, juntamente com culturas perenes e anuais, e, ocasionalmente, criação de pequenos animais, ao redor da casa.

Segundo a definição de Nair (1986), os quintais agroflorestais representam uma unidade agrícola de uso tradicional do solo, considerada como uma das formas mais antigas de uso da terra, promovendo a sustentabilidade. O autor afirmou que esse tipo de sistema era utilizado principalmente pelos índios. Sua principal finalidade é a produção de alimento para complementação da dieta familiar e as práticas de manejo são consideradas ecologicamente sustentáveis.

Fernandes e Nair (1996) afirmam que esse tipo de sistema pode ser compreendido como parte integrante de sistemas agroflorestais que envolvem o cultivo de plantas lenhosas, associado à prática de monocultura e à criação de animais domésticos em uma determinada área.

Esse tipo de sistema, também chamado de horto caseiro ou pomar caseiro, consiste na associação de espécies florestais, agrícolas, medicinais, ornamentais e animais ao redor da residência, com o objetivo de fornecer várias formas de bens e serviços (LUNZ, 2007).

Os QA consistem na área ao redor das casas, aonde são realizadas atividades sociais e são encontradas plantas frutíferas, medicinais, olerícolas e ornamentais, sendo uma fonte importante de complementação de recursos. São caracterizados pela produção intensiva em quantidade e variedade em uma área reduzida. Promovem, portanto, um importante complemento da nutrição, saúde e outras necessidades humanas (CABALLERO, 1992; GUIMARÃES, 1998). As pessoas responsáveis pelos quintais têm um alto grau de conhecimento sobre o seu manejo e zonificação (GAMERO; LOK; SOMARRIBA, 1996).

Para Viquez et al. (1994), os QA requerem baixos insumos e representam uma fonte alternativa de renda, caracterizando-se como uma atividade potencial para a obtenção de alimentos e para suprir as necessidades de lenha e madeira da família.

É evidente a importância dos quintais sob vários aspectos, mas pouca atenção ainda tem sido dada a essas práticas, especialmente no Brasil. Para ter uma ideia, só na Ásia até a década de 90, os quintais foram objeto de estudo em aproximadamente 40% das publicações, sendo a maioria de cunho qualitativo, descrevendo o ambiente, sua composição florística e função (NAIR, 2004).

Macedo (2000) cita que os sistemas agroflorestais baseiam-se no princípio ecológico, denominado biodinâmica da sobrevivência, devido o maior aproveitamento da energia solar vital, por meio da multiestratificação

diferenciada de uma grande diversidade de espécies de usos múltiplos, as quais exploram os perfis verticais e horizontais da paisagem, visando à utilização e recirculação dos potenciais produtivos dos ecossistemas.

Essa afirmação feita por Macedo vai ao encontro do que disse Costantin (2005), que afirma que os quintais agroflorestais possuem sustentabilidade ecológica e biológica, associado a um alto grau de aceitabilidade social, devido à diversificação em sua produção, redução dos riscos de perda da produção, aumento da eficiência de mão-de-obra, à boa ciclagem de nutrientes e à redução da erosão em função da boa cobertura, proporcionando proteção.

De acordo com afirmação feita por Dubois, Viana e Anderson (1996, p. 54),

Os quintais agroflorestais são o modelo de SAF mais antigo e comum encontra doem todo trópico úmido. O quintal agroflorestal caracteriza-se pelo trabalho feminino, pois a mulher é responsável pela alimentação e os produtos desse quintal influenciam diretamente na dieta alimentar da família (frutas, hortaliças, condimentos, plantas medicinais, pequenos animais). O excesso de produção deste quintal pode ser comercializado, sendo este, visto como uma ajuda da esposa ao marido no orçamento doméstico.

Trabalho realizado por Rondon Neto et al. (2004) concluiu que em 60% das propriedades analisadas, a tarefa de cultivar e manejar os quintais, é atribuição das donas de casa e nos demais estabelecimentos há a participação do marido, dos filhos e das mulheres.

Os quintais agroflorestais podem apresentar diferentes tamanhos, de acordo com a classificação de vários autores, mostrando tamanho variável em diversas localidades do mundo (Tabela 1).

Tabela 1 Tamanho de quintais agroflorestais, segundo a classificação de vários autores

| Autores | País | Estado/Local | Tamanho (ha) |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| Price (1983) | Costa Rica | – | 0,005– 1 |
| Geilfus (1989) | Tanzânia | Chagga | 0,7 |
| Geilfus (1989) | Ilha de Granada | Caribe | 0,2 |
| Prado e Callero (1993) | Nicarágua | – | 0,7 – 3,5 |
| Dubois, Viana e Anderson (1996) | Brasil | Amazônia | □ 1 |
| Rosa et al. (1998b) | Brasil | Benevides (PA) | 6,4 |
| Rosa et al. (1998a) | Brasil | Rio Pedreira (AP) | 3,2 |
| Gama, Gama e Tourinho (1999) | Brasil | Bragança (PA) | 1,8 |
| Costa, Ximenes e Mcgrath(2002) | Brasil | Baixo Amazonas | 0,075 |
| Wazel e Bender (2003) | Cuba | Oeste | 0,06 |
| Kehlenbeck e Maass (2004) | Indonésia | – | 0,024 – 2,4 |
| Rondon Neto et al. (2004) | Brasil | Paraná | 0,025 |
| Das e Das (2005) | Índia | Assam | 0,02 – 1,2 |
| Alam e Masum (2005) | Bangladesh | – | 0,43 – 4,25 |
| Gazel Filho (2008) | Brasil | Manzagão (AP) | 0,35 – 0,82 |
| Gomes (2010) | Brasil | Irati (PR) | 0,02 – 0,1 |
| Neves et al. (2011) | Brasil | Cruzeiro do Sul (AC) | 0,85 |

Dessa forma, observa-se que não há um tamanho padrão para caracterizar os quintais agroflorestais. Conforme Gunderson (2000) o que define um quintal agroflorestal é a sua funcionalidade ecológica, ou seja, sua biodiversidade funcional entendida como diversidade associada às funções ecológicas desempenhadas por espécies.

2.2 SAF na Amazônia

Um dos maiores desafios enfrentados pelo homem, na Amazônia e no mundo, é o de promover o desenvolvimento sem agredir a natureza. Uma estratégia para obter esse intento seria combinar inovações técnicas com conhecimentos empíricos visando criar alternativas que contribuam para reduzir agravos sócioeconômicos e progresso agroflorestal (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 1998).

Na Amazônia devido à dinâmica da sucessão vegetal e diversidade natural, a classificação pode ser ainda mais variada e indefinida. De acordo com Macedo (2000), os SAF's têm sido classificados de diferentes maneiras, segundo sua estrutura no espaço, seu desenho por meio do tempo, a importância relativa e a função dos diferentes componentes, assim como os objetivos da produção e suas características sociais e econômicas.

No final dos anos oitenta e início da década de noventa, ocorreu um sensível aumento no incentivo à implantação de Sistemas Agroflorestais por agricultores familiares na Amazônia. O Núcleo Agroflorestal do INPA programou ações neste sentido junto às famílias de produtores em municípios da Amazônia Central (LEEUWEN et al., 1994).

Na Amazônia, existem diversos sistemas agroflorestais em uso há muito tempo, que foram desenvolvidos por comunidades indígenas, caboclas e ribeirinhas, com o objetivo de subsistência (VIANA; DUBOIS; ANDERSON, 1996). O autor enfatiza que muitos sistemas de produção, praticados por estes povos tradicionais, nunca foram bem descritos e podem constituir um conhecimento que corre o risco de ser perdido para sempre.

Segundo definição feita por Freitas, Rosa e Macedo (2004, p. 518),

Na Amazônia existe uma grande variedade de modelos de Sistemas Agroflorestais (SAFs), dentre eles os quintais agroflorestais, os quais poderiam ser mais bem estudados, especialmente considerando a diversidade de características estruturais, temporais e de composição de espécies que neles habitam, como também, o importante papel na garantia da segurança alimentar dos moradores do espaço rural, uma vez que muitos dos produtos utilizados diariamente na dieta alimentar são cultivados, em sua grande maioria, juntamente com outras plantas medicinais que os produtores utilizam para curar doenças.

Segundo Andrade (2001), na Amazônia Legal as áreas alteradas de florestas e cerrados totalizam aproximadamente 150,36 milhões de hectares, as quais deverão se tornar, no futuro, as áreas mais adequadas para o desenvolvimento de sistemas tecnificados de uso da terra em escala comercial. Os sistemas agroflorestais, por serem de fácil adequação as condições edafoclimáticas da região, poderão ser os sistemas de manejo mais utilizados (DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1996).

Freitas (2008) afirmou que o uso de sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira está voltado principalmente para recuperação de áreas degradadas em decorrência da atividade agrícola migratória, pastagem abandonada ou pela exploração do recurso madeireiro. Porém, a utilização desse sistema tem como função adquirir benefícios sociais, ambientais e econômicos, atendendo os princípios da sustentabilidade.

Santos (2000), avaliando Sistemas Agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia, concluiu que além de economicamente viável, esses sistemas são benéficos para recuperar essas áreas.

Na Amazônia brasileira os trabalhos realizados em áreas alteradas se caracterizam com a predominância de dois grupos: no primeiro grupo estão os trabalhos científicos coordenados por instituições de pesquisas; no segundo grupo predominam experiências empíricas realizadas por produtores, que realizam seus trabalhos por meio do conhecimento popular, principalmente das

experiências adquiridos de seus antecedentes, porém para se chegar aos resultados não há a preocupação com os meios utilizados (BRIENZA-JÚNIOR et al., 2009).

Vergara (1987) afirmou que os sistemas agroflorestais são reconhecidos como uma importante alternativa de uso da terra em áreas que foram alteradas e que estão abandonadas, podendo desempenhar um papel fundamental nos planos de desenvolvimento das regiões tropicais úmidas. A importância dos SAF como alternativa em áreas alteradas ocorre principalmente na Amazônia brasileira (DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1996; FREITAS, 2008).

A Associação dos Produtores Alternativos (APA) e o projeto Reflorestamento Consorciado Adensado (RECA) localizado em Rondônia são os dois principais núcleos de organização dos agricultores e formam o elo mais forte da rede emergente de agricultura de base ecológica do sudeste da Amazônia (SIVIERO et al, 2007).

Dessa forma, Siviero et al. (2007) enfatizam que a região sudoeste da Amazônia apresenta um mosaico diversificado de modalidades de experiências agroecológicas de uso da terra .

2.3 SAF no Acre

No estado do Acre, os quintais agroflorestais caracterizam-se por sua estrutura vegetal biodiversa, apresentam uma grande quantidade de espécies agrícolas e florestais, seus arranjos espaciais normalmente não apresentam sistematização, distribuindo-se de forma aleatória.

A primeira iniciativa de pesquisa com espécies perenes no Estado do Acre foi conduzida pela Universidade Federal do Acre (UFAC), nos anos de 1981 e 1982 quando foi instalado, no campus universitário de Rio Branco, o “Experimento Arboreto”. Esse experimento consiste em uma coleção de 150

espécies arbóreas frutíferas e madeiras, em suas maiorias nativas da Amazônia que tinha por objetivo estudar o comportamento dessas espécies sob diferentes condições de luminosidade (MENEZES-FILHO; FERRAZ; BRILHANTE, 1995).

No Acre estudos como o de Barbosa et al. (2000), buscaram difundir os sistemas agroflorestais como alternativa de cultivo entre pequenos produtores rurais, porém ainda não se tem dados consistentes sobre a sustentabilidade destes sistemas em solos pobres e ácidos.

Neste estado um dos modelos de Sistema Agroflorestal mais comum é o multiestratificado, superado apenas pelos Quintais Agroflorestais. Entre as espécies mais utilizadas pelos agricultores da região destacam-se o cupuaçu, o cacau, a pupunha, o café, a castanha-do-brasil, o mogno e o feijão. Os produtos gerados nesse tipo de sistema destinam-se à venda (DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1996).

Em trabalho realizado por Brilhante et al. (2002) avaliando os SAF's ao longo da BR-364, sentido Cruzeiro do Sul – Rio Branco, observou-se que todos os SAF's estudados foram implantados em área de floresta primária ou capoeiras. Das 29 áreas avaliadas 28 possuíam tamanhos variando entre 0,25 e 2,0 ha. Os SAF's avaliados caracterizavam-se pela baixa diversidade de espécies.

Informações colhidas no ZEE (ACRE, 2006) do estado do Acre faz saber que os cultivos permanentes voltados para o mercado, incluindo os SAF's, ocupam aproximadamente 2% da área antrópica do Estado, porém representam cerca de 9% do valor bruto da produção agropecuária e extrativista dos seus estabelecimentos rurais, evidenciando sua importância no contexto socioeconômico regional.

O vale do Acre, que compreende os municípios de Rio Branco, Brasília e Sena Madureira, durante os anos 90 foram programados diversos SAF's em

áreas de produtores familiares e comunidades agroextrativistas, em especial nos Projetos de Colonização Pedro Peixoto, Humaitá e Quixadá, na RESEX “Chico Mendes” e nos Polos Agroflorestais do município de Rio Branco (PENEIREIRO et al., 2000).

Esse mesmo projeto, em 1998 iniciou uma pesquisa participativa junto com produtores do Projeto de Colonização Humaitá, em Porto Acre. Os sistemas produtivos do Grupo de Agricultores Ecológicos do Humaitá possuía muita diversidade de espécies, inclusive leguminosas utilizadas como adubação verde e espécies oriundas da regeneração natural (PENEIREIRO, 2002). O autor salientou que à adoção de sistemas agroflorestais agroecológicos, onde espécies de interesse econômico são introduzidas dentro do componente florestal, há maior conservação dos recursos naturais e maior similaridade com o ambiente florestal.

Estudos realizados por Vivan, Monte e Gavazzi (2002) informam que o plantio e manejo de espécies agroflorestais nas Terras Indígenas no estado do Acre ocorre em três espaços geográficos: i) nas divisas territoriais, funcionando como marcos verdes; ii) nos roçados, onde se pratica o enriquecimento da sucessão ecológica; e iii) no entorno das habitações e das aldeias, atuando como renques limítrofes.

Dessa forma, Rodrigues (2005) aponta alguns fatores sócioeconômicos restritivos à adoção de SAF's no Estado do Acre: i) falta de participação ativa dos produtores em todas as etapas da adoção dos SAF's; ii) os produtos e processos orgânicos não são certificados e não existe valorização por serviços ambientais prestados; iii) falta de conhecimento e valorização por parte dos consumidores, em relação aos produtos regionais orgânicos; iv) fragmentação da cadeia produtiva agroflorestal, com lacunas no planejamento, transporte, beneficiamento, armazenamento e marketing da produção.

No estado do Acre a SEAPROF (Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar) e EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) são responsáveis pelo incentivo e fomento de atividades agroflorestais, porém, no Vale do Juruá, região que abrange a cidade de Cruzeiro do Sul o trabalho mais intenso é realizado pela SEAPROF e por trabalhos de extensão desenvolvidos pela UFAC (Universidade Federal do Acre) e IFAC (Instituto Federal do Acre). No entanto, grande parte dos sistemas agroflorestais existente nessa região são proveniente do conhecimento etno silvicultural, ou seja, do conhecimento empírico. São poucos ou nenhum estudo científico realizado na cidade de Cruzeiro do Sul.

Nesse sentido, Poubel (2006) mencionou ser indispensável para o avanço das políticas relacionadas ao meio ambiente, à articulação entre a sociedade civil e o Estado, feita de maneira inter-setorial e integrada. Schreiner (2000) comentou que a falta de subsídios técnicos aplicáveis nas condições ambientais e econômicas é uma dificuldade à adoção de SAF's no país e ainda, o fato de que a assistência técnica só iniciou seus trabalhos na área florestal há poucos anos.

No estado do Acre, especialmente em Cruzeiro do Sul, o governo tem investido em casas populares, segundo Neves et al. (2011), o governo do estado do Acre entregou no ano de 2009, vinte e duas casas populares, cuja área total do terreno de cada casa é de 8.500 m², para o cultivo de espécies agrícolas, ainda com presença de espécies florestais remanescentes. De acordo com o autor os quintais agroflorestais peri-urbanos foram desenvolvidos por produtores rurais que trabalham como autônomos, exercendo diretamente a atividade de agricultura familiar. A implantação dos QA alcançou a meta habitacional, produção e recuperação de áreas com a formação de pomares e hortas que estão em processo de desenvolvimento.

2.4 Cruzeiro do Sul

A cidade de Cruzeiro do Sul está localizada no extremo oeste do estado do Acre, com uma população de 78.444, tornando-se a segunda cidade mais populosa e segunda mais importante do estado. Com aproximadamente 12% da população é a primeira da mesorregião do Vale do Juruá, concentrando 8,3% do PIB do Estado. A população está dividida em 39.185 são homens e 39.259 são mulheres. A maior parte da população está concentrada no perímetro urbano com 55.259 pessoas e a zona rural com 23.185 pessoas, o que corresponde a 70% e 30%, respectivamente (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE, 2012).

Cruzeiro do Sul possui a maior diversidade de unidades de paisagem, com 236 Unidades de Paisagem Biofísicas em seu território e índice de diversidade de paisagem de 26,8 (ACRE, 2006).

No estado do Acre, Cruzeiro do Sul mostra-se como um polo secundário, exercendo seu poder econômico pelos diversos indicadores sociais, relativamente melhores quando comparado com outros municípios do estado do Acre, sendo motivo de destaque, principalmente por conta da sua localização no extremo oeste, distanciando 643 km da capital acreana.

A regional do Juruá apresenta uma grande diversidade de solos, desde mais jovens como os Vertissolos, até mais intemperizados como os Latossolos. Na predominância de solo estão os argissolos, com 65%, seguidos pelos Luvisolos, com 19%. Os Gleissolos e Neossolos Flúvicos se destacam na região de Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima (ACRE, 2006).

2.5 Importância dos SAF no desenvolvimento sustentável

Os sistemas agroflorestais são considerados uma atividade de baixo impacto ambiental, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Dessa forma, os SAF atendem os requisitos básicos da sustentabilidade.

Quando implantados em uma determinada região possuem uma importante função social, a de fixação do homem no campo devido principalmente ao aumento da demanda de mão-de-obra e sua distribuição normalmente mais uniforme durante o ano (tratos culturais ocorrem em diferentes épocas e formas, de acordo com as culturas) e da melhoria das condições de vida, promovidas pela diversificação da produção (produtos agrícolas, florestais e animais) (MACEDO, 2000).

A sustentabilidade econômica proporcionada pela alternância e diversificação da produção e de produtos ao longo do ano caracteriza o principal princípio econômico dos Sistemas Agroflorestais (MACEDO, 2000).

Conforme Neves et al. (2011), um sistema agroflorestal pode apresentar grande diversidade de produto, o que torna possível uma alternância na produção ao longo do ano, aumentando assim a possibilidade de renda para o produtor

May (2008, p. 66) reforça que:

Um fator econômico importante é a temporalidade do fluxo de caixa financeiro nos SAF's, que quando bem planejados, reunindo técnicas de manejo apropriadas e integrando agricultores familiares organizados em torno de uma estratégia de abastecimento local e ou regional, são capazes de gerar renda ao longo de um período bem superior ao dos cultivos apoiados em monocultivos convencionais. O próprio volume de produção gerado por um SAF estável chega a surpreender, excedendo na sua maturidade, boa parte dos sistemas convencionais.

O princípio ecológico baseia-se na biodinâmica da sobrevivência, proporcionando o máximo aproveitamento da energia solar vital, por meio da multiestratificação diferenciada de uma grande diversidade de espécies de usos múltiplos, as quais exploram os perfis verticais e horizontais da paisagem, visando à utilização e recirculação dos potenciais produtivos dos ecossistemas. Sua diversidade de espécies vegetais forma uma estratificação diferenciada do dossel de copas e do sistema radicular das plantas no solo (MACEDO, 2000).

Sistemas agroflorestais são considerados alternativas sustentáveis de uso da terra para os trópicos úmidos, porque podem imitar características dos ecossistemas naturais e apresentar benefícios nas propriedades do solo (TORNQUIST et al., 1999).

Duboc (2006) afirma que na adoção de SAF há maior sedentarização do homem ao campo, melhor distribuição na utilização da mão-de-obra ao longo do ano e pela produção de maior número de serviços e produtos para consumo humano, contribuindo para a segurança alimentar.

2.6 Krigagem

A Krigagem é um método de interpolação de dados, no qual utiliza a posição geográfica de determinada variável para estimar sobre locais não amostrados. A Krigagem ordinária é um método de interpolação de dados que usa a dependência espacial entre amostras vizinhas, expressa no semivariograma, para estimar valores em qualquer posição dentro do espaço analisado, ao qual o modelo do semivariograma foi ajustado, sem tendência e com variância mínima. Esse estimador nada mais é do que uma média ponderada dos valores observados (MOTOMIYA et al., 2006). Housseini, Gallichand e Caron (1993), ao comparar técnicas de interpolação para o

mapeamento do solo, concluiu que a Krigagem ordinária é o método mais apropriado.

A Krigagem utiliza o princípio da Primeira Lei de Geografia de Tobler, que diz que unidades de análise mais próximas entre si são mais parecidas do que unidades mais afastadas. Utilizando funções matemáticas para acrescentar pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas posições mais distantes criando-se assim os novos pontos interpolados com base nessas combinações lineares de dados (JAKOB, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no Ramal do Pentecostes, sítio Progresso de propriedade do Sr. Verdi Ferreira da Silva, localizado na zona rural do município de Cruzeiro do Sul, estado do Acre. O empreendimento está sob as coordenadas UTM 18 M 740164 m E 9162282 m S.

O clima é do tipo equatorial, quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, elevados índices de precipitação pluviométrica e alta umidade relativa do ar. A temperatura média anual é em torno de 24,5 °C, a mínima média entre 17,4 a 20,4 °C, enquanto a máxima média fica em aproximadamente 32 °C, uniforme para todo o estado (ACRE, 2010 a).

3.2 Caracterização vegetativa das áreas

Para descrição da vegetação presente nos diferentes sistemas de uso do solo, foi realizada a delimitação das áreas de estudo (Figura 1). As áreas de estudo são adjacentes ao quintal agroflorestal e para a descrição foram utilizadas metodologias diferentes para cada sistema.



Figura 1 Localização das áreas de estudo, em que: F (floresta), CA (cultivo agrícola), P (pastagem), QA (quintal agroflorestal)

3.2.1 Quintal Agroflorestal

Este sistema consiste numa área de 10.700 m² e se caracteriza principalmente pela alta biodiversidade na sua composição do sistema. Não há histórico de adubações ou queima.

Para descrição do quintal agroflorestal foi utilizada uma metodologia conhecida por “Sondeio”, que se trata de um procedimento utilizado para obter

informações rápidas com baixo custo, tendo como ponto central a descrição do agroecossistema, a partir de entrevistas realizadas com o produtor (HILDEBRAND; POATS; WALECKA, 1992). Com objetivo de confirmar alguns dados das entrevistas, paralelamente, foram realizadas observações de campo (LUNZ, 2007).

3.2.2 Floresta

A área de floresta utilizada no estudo foi de 21.400 m², cujo histórico em sua bordadura é de perturbação.

Para o levantamento florístico da área florestal foi utilizado o método de parcelas, conforme recomendação de Mueller-Dombois e Elleberg (1974). Para analisar o levantamento florístico foram instaladas seis parcelas de 10 m x 10 m, perfazendo uma área total por parcela de 100 m², o que resultou numa área amostral de 600 m². Para identificação dos indivíduos foi estabelecido medida mínima de 20 cm de diâmetro a altura do peito – DAP, conforme Heinsdijk e Campos (1967) que utilizaram esse mesmo critério de DAP, para realização de levantamentos florísticos (Figura 2).

Para descrição florística foi utilizada a experiência de um parataxonomista. Os nomes científicos foram descritos de acordo com a lista da EMBRAPA e confirmados no site The plant list.



Figura 2 **A-** Parcela instalada. **B-** Mensuração do DAP. **C-** Plaqueteamento. **D-** Anotador

3.2.3 Cultivo agrícola

O sistema agrícola ocupou uma área de 5.300 m². Foram realizadas visitas e observação em campo para a caracterização do sistema. Esse sistema apresenta histórico de adubação. Os tratos culturais realizados nesse cultivo são capinas manuais para retirada de plantas invasoras. O histórico de abertura da área para implantação do cultivo agrícola é de 30 anos.

3.2.4 Pastagem

A área de pastagem utilizada ocupou 7.300 m². Para a descrição do referido sistema foram realizadas visitas a campo e constatado que não houve histórico de adubações ou correções do solo nesta área. Na ocasião a pastagem

encontrava-se ociosa, sem a presença do componente animal. O histórico de abertura da área para implantação da pastagem é de 30 anos.

3.2.5 Uso do solo

O tamanho das áreas de estudo e porcentagem das áreas em relação a área total podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 Classe de uso do solo da área de estudo com suas respectivas dimensões

| Classe de uso do solo | Área | |
|-------------------------|------|-------|
| | ha | % |
| Floresta | 2,14 | 47,87 |
| Cultura Agrícola | 0,53 | 11,86 |
| Pastagem | 0,73 | 16,33 |
| SAF | 1,07 | 23,94 |
| Total | 4,47 | 100 |

3.3 Comparação edáfica entre as áreas

Foram avaliados as variáveis P, K, Ca, Mg, Al e M.O. Para a comparação dessas variáveis nos diferentes ambientes, os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e ao verificar diferenças significativas, pelo teste F a 5% de probabilidade, foi aplicado o teste de média (Teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado – DIC, disposto no esquema fatorial 4x 3 x 6, sendo 4 sistemas de uso do solo, 3 profundidades

de coleta do solo e 6 repetições. As análises foram realizadas utilizando o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

3.3.1 Coleta de solo

Foi realizado o georreferenciamento das áreas e das parcelas instaladas em cada ambiente (Figura 3).



Figura 3 Delimitação dos ambientes e disposição das parcelas nos referidos sistemas

Para coleta das amostras de solo foram instaladas seis parcelas de 10 m x 10 m em cada um dos 4 sistemas de uso do solo. As amostras simples de solo foram coletadas nos 4 vértices e no centro da parcela a fim de formar uma amostra composta, sendo a coleta realizada com auxílio de um trado. Foram retiradas amostras às profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm (Figura 4). Todas as amostras foram devidamente secas, acondicionadas em sacos plástico, etiquetadas e enviadas ao laboratório do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras. No total foram coletadas 72 amostras, sendo (4x3x6) 4 sistemas de uso do solo, 3 profundidades e 6 repetições.



Figura 4 **A-** Utilização do trado para coleta de solos. **B-** Coleta às profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. **C-** Obtenção da amostra composta. **D-** Amostra devidamente etiquetada e enviada ao laboratório

A análise de solo contemplou a determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, t, T e, M.O (Tabela 3). Para a quantificação dos teores de Ca, Mg e Al, foi utilizado o extrator KCL – 1 mol/L. Para os teores de P e K utilizou o extrator de Mehlich 1. E para a quantificação da M.O (matéria orgânica) utilizou a oxidação $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 4 N + H_2SO_4 10 N.

Tabela 3 Resultados das análises de solos

| | Floresta | | C.A | | Pasto | | SAF | |
|------|-----------------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| | 0-20 | 20-40 | 0-20 | 20-40 | 0-20 | 20-40 | 0-20 | 20-40 |
| | Profundidade cm | | | | | | | |
| P | 3,22 | 1,71 | 4,16 | 2,91 | 2,45 | 1,71 | 4 | 1,71 |
| K | 17,26 | 7,8 | 31,2 | 21,84 | 25,74 | 14,04 | 39 | 24,96 |
| Ca | 0,1 | 0,1 | 0,45 | 0,2 | 0,45 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Mg | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,15 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| Al | 2,1 | 2,1 | 1,05 | 1,3 | 1,7 | 2 | 1,8 | 1,8 |
| H+Al | 8,8 | 7,04 | 5,64 | 5,64 | 7,45 | 7,04 | 7,45 | 7,04 |
| SB | 0,24 | 0,22 | 0,73 | 0,36 | 0,66 | 0,34 | 0,21 | 0,46 |
| t | 2,44 | 2,32 | 1,78 | 1,66 | 2,36 | 2,34 | 2,24 | 2,26 |
| T | 9,04 | 7,26 | 6,37 | 6 | 8,13 | 7,38 | 7,9 | 7,5 |
| M.O | 1,66 | 0,86 | 1,81 | 1,29 | 1,99 | 1,29 | 1,58 | 0,97 |

Nota: C.A (cultivo agrícola), SAF (sistema agroflorestal). P, K (mg/dm^3); Ca, Mg, Al, H+Al (cmol/dm^3); SB, t, T (cmol/dm^3); M.O (dag/kg). Os valores da profundidade de 0-20 cm correspondem aos valores médios de 0-10 e 10-20 cm.

3.4 Distribuição espacial dos nutrientes nas áreas estudadas

Foram elaborados mapas de distribuição espacial das variáveis P, K, Ca, Mg, Al e M.O pelo método de Krigagem, onde observou-se a dependência dessas variáveis nos ambientes estudados.

3.4.1 Análise Espacial

Nesta etapa investigou-se a presença de dependência espacial das variáveis P, K (mg/dm³), Ca, Mg, Al (cmol/dm³) e M.O (dag/kg) nos ambientes de Cultivo Agrícola, Floresta, Pastagem e SAF, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm.

Inicialmente estimaram-se os semivariogramas, segundo a equação (1), descrita por Vieira (2000):

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

em que $\hat{\gamma}(h)$ é a semivariância experimental obtida pelos valores amostrados $z(x_i)$ e $z(x_i + h)$; h é a distância entre os pontos amostrais; e $N(h)$ é o número total de pares de pontos possíveis a uma distância h considerada. Na análise geoestatística, o semivariograma é a representação gráfica do ajuste de modelos matemáticos aos dados observados, de onde se definem parâmetros necessários à estimação de valores para locais não amostrados (SOUZA; COGO; VIEIRA, 1997). Dessa forma, é possível representar a variabilidade espacial por meio de mapas confeccionados a partir de estimativas efetuadas na variável estudada pela técnica da Krigagem (CARVALHO; TAKEDA; FREDDI, 2003).

A análise de tendência, com os eixos x e y, foi realizada em todos os pontos, por meio da avaliação de equações de regressão até o nível quadrático e com todas as interações entre esses eixos. Como os pontos apresentaram tendência significativa, trabalhou-se com os resíduos conforme descrito por Azevedo (2004). Desta maneira, foram construídos semivariogramas

experimentais visando analisar o comportamento do número de indivíduos presente na área em cada ambiente estudado.

Para ajuste do semivariograma testaram-se os modelos esférico, exponencial e gaussiano, definindo os parâmetros: efeito pepita (C_0) representa o valor da função na origem, evidenciando a descontinuidade; patamar (C_0+C) refere-se ao valor em que ocorre a estabilidade no campo e a contribuição; alcance da dependência espacial (a) indica a partir de que distância os pares de pontos tornam-se independentes.

Comprovada a dependência espacial, estimou-se o teor dos nutrientes com a elaboração dos mapas de distribuição espacial.

A estimativa pela Krigagem ordinária em um ponto não amostrado $z_{KO}^*(x_0)$ é obtida como uma combinação linear dos vizinhos próximos. A estimativa, após a correção dos pesos negativos, no ponto não amostrado (x_0) é dada por Journé e Rao (1996), pela equação (2),

$$z_{KO}^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \tau_i z(x_i) \quad (2)$$

em que $z_{KO}^*(x_0)$ é o valor estimado no ponto (x_0); $z(x_i)$ é o valor da variável aleatória no i -ésimo ponto.

Os semivariogramas e as krigagens foram ajustados e construídos utilizando o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012) e o pacote geo R (RIBEIRO-JÚNIOR; GEOR, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização vegetativa das áreas

A caracterização vegetativa consistiu na descrição das espécies vegetais que compõem o referido sistema.

4.1.1 Quintal Agroflorestal (QA)

A disposição, combinação e arranjo espacial das espécies do quintal agroflorestal foram provenientes do conhecimento etno silvicultural. Nota-se que os indivíduos presente no QA estão dispostos sem espaçamentos regulares. Outro fato que pode ser constatado é a formação multiestratificada do SAF, caracterizado por apresentar 3 estratos (Figura 5).

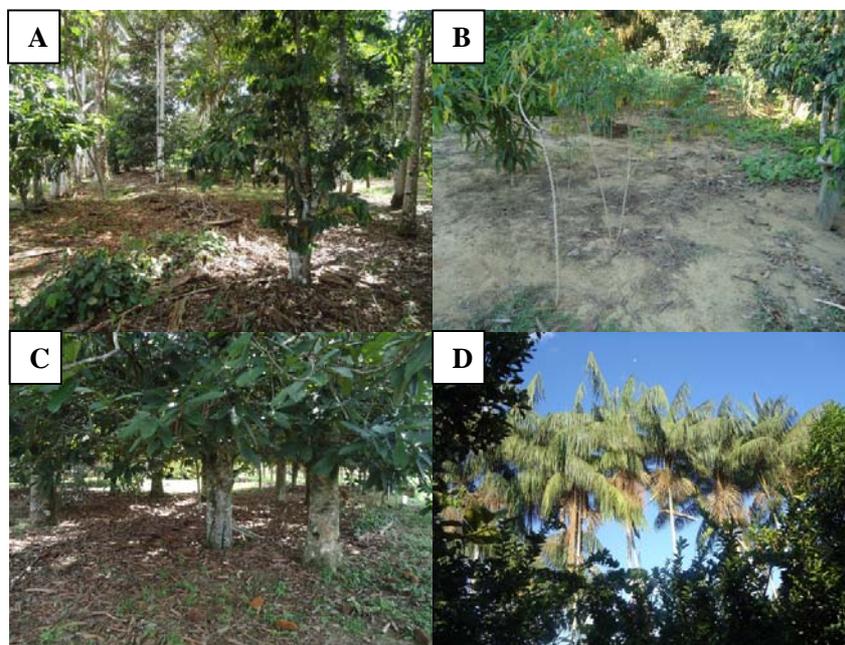


Figura 5 Disposição das espécies no quintal agroflorestal

Nota: **A**- Acúmulo de serapilheira; **B**- Estrato inferior; **C** – Estrato intermediário; **D**- Estrato superior.

No QA foi observado um canteiro utilizado para o cultivo de algumas hortaliças, porém é a alta biodiversidade de espécies vegetais a principal característica do sistema. Alguns indivíduos identificados foram classificados no nível de gênero (Tabela 4).

Tabela 4 Lista de espécies cultivadas no quintal agroflorestal e suas utilidades

| Nome comum | Espécie | Família | Utilidade |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------|
| Abacate | <i>Persea americana</i> | <i>Lauraceae</i> | Alimentação |
| Abacaxi | <i>Ananas comosus</i> | <i>Bromeliaceae</i> | Alimentação |
| Abiu | <i>Pouteria caimito</i> | <i>Sapotaceae</i> | Alimentação |
| Açaí | <i>Euterpe oleraceae</i> | <i>Arecaceae</i> | Alimentação |
| Coco | <i>Cocos nucifera</i> | <i>Arecaceae</i> | Alimentação |
| Cupuaçu | <i>Theobroma grandiflorum</i> | <i>Malvaceae</i> | Alimentação |
| Graviola | <i>Annona muricata</i> | <i>Annonaceae</i> | Alimentação |
| Ingá | <i>Inga edulis</i> Mart | <i>Leguminosae</i> | Alimentação |
| Jaca | <i>Artocarpus integrifolia</i> L. | <i>Moraceae</i> | Alimentação |
| Jambo | <i>Syzygium malaccense</i> L | <i>Myrtaceae</i> | Alimentação |
| Laranja | <i>Citrus sinensis</i> | <i>Rutaceae</i> | Alimentação |
| Mandioca | <i>Manihot esculenta</i> Crantz | <i>Euphorbiaceae</i> | Alimentação |
| Mogno | <i>Swietenia macrophylla</i> | <i>Meliaceae</i> | Madeira |
| Pimenta-do-reino | <i>Piper nigrum</i> | <i>Piperaceae</i> | Alimentação |
| Seringueira | <i>Hevea brasiliensis</i> | <i>Euphorbiaceae</i> | Látex |
| Urucu | <i>Bixa orellana</i> | <i>Bixaceae</i> | Alimentação |

Nota: Alguns indivíduos identificados foram classificados no nível de gênero.

No QA foi observado uma predominância de espécies que são utilizadas para alimentação (Tabela 4). Vieira et al. (2008) em seu estudo, verificaram que dos 32 sistemas agroflorestais observados, 84,4% foram compostos por espécies frutíferas, fato que pode estar relacionado com a segurança alimentar. Esterik (2012) definiu segurança alimentar como a garantia da obtenção de alimento em quantidade e qualidade suficientes para que todos possam manter uma vida produtiva e saudável, hoje e no futuro.

Apesar da cidade de Cruzeiro do Sul apresentar a maior área plantada de mandioca do estado do Acre (ACRE, 2006), na propriedade onde o presente estudo foi realizado, esse cultivo é utilizado apenas para a subsistência da família.

A renda obtida pela família é proveniente dos recursos implantados no sistema, como o açaí, cultivo âncora do sistema. Na propriedade foi verificado em média 100 indivíduos de açaí, plantados em espaçamento de 2 m, na forma

de renques limítrofes que delimita a parte detrás do empreendimento (Figura 6). Segundo informações do produtor a comercialização do açaí é realizada a US\$ 1,75 o litro ou US\$ 3,00 a polpa congelada.



Figura 6 Plantio de açaí no QA, em forma de renque limítrofe

De acordo com Andrade et al. (2008), o açaí é um importante recurso natural que se destaca economicamente para a população, tanto pelo consumo quanto pela fonte de renda que representa. Após a descoberta de seu valor nutritivo-energético, houve o aumento da produção o que acarretou no crescimento das exportações para outros estados brasileiros e mesmo para o exterior.

Existem dois tipos de açaí, *Euterpe oleracea* açaí de touceira e *Euterpe precatoria* açaí solteiro. Nos últimos anos a demanda pelo açaí tem crescido de forma gradativa e o estado do Acre tem trabalhado com sistemas de produção estratégica visando fortalecer a economia (FRANKE et al., 2001).

Siviero et al. (2011) estudaram a diversidade de espécies vegetais em quintais urbanos na cidade de Rio Branco, Acre e constataram a presença das duas espécies de açaí tanto da *Euterpe oleraceae* quanto *Euterpe precatoria*.

4.1.2 Floresta

O estado do Acre possui aproximadamente 88% de sua cobertura florestal conservada, mas ainda existem milhares de produtores rurais que se encontram em condição de irregularidade perante a legislação florestal.

Utilizando os indicadores área desmatada, população e área de floresta, Cruzeiro do Sul e Rio Branco, em função de sua concentração populacional e da quantidade de floresta remanescente enquadram-se na categoria de desmatamentos de baixa intensidade (ACRE, 2006).

A área florestal em estudo possui características de floresta densa e borda em estágio secundário avançado. Nota-se que há uma grande biodiversidade de espécies vegetais com várias utilidades. Alguns indivíduos identificados foram classificados no nível de gênero. (Tabela 5).

Tabela 5 Espécies identificadas na área de floresta

| Nome comum | Espécie | Família | Utilidade |
|---------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------|
| Abiurana | <i>Micropholis</i> sp. | <i>Sapotaceae</i> | Madeira |
| Almesca | <i>Protium heptaphyllum</i> | <i>Burceraceae</i> | Madeira |
| Angico | <i>Parkia</i> sp. | <i>Leguminosae</i> | Madeira |
| Bacuri-bravo | <i>Coussarea brevicaulis</i> | <i>Clusiaceae</i> | Alimentação humana |
| Biribá da mata | <i>Rollinia exsucca</i> | <i>Annonaceae</i> | Alimentação humana |
| Cajuí | <i>Anacardium giganteum</i> | <i>Anacardiaceae</i> | Madeira |
| Embaúba-branca | <i>Cecropia pachystachya</i> | <i>Urticaceae</i> | Alimentação animal |
| Faveira | <i>Piptadenia suaaveolens</i> | <i>Leguminosae</i> | Madeira |
| Imbirindiba | <i>Buchenavia capitata</i> | <i>Combretaceae</i> | Madeira |
| Ingá ferro | <i>Inga</i> sp. | <i>Leguminosae</i> | Lenha/carvão |
| Louro Abacate | <i>Ocotea miriantha</i> | <i>Lauraceae</i> | Madeira |
| Marupá | <i>Simarouba amara</i> | <i>Simaroubaceae</i> | Madeira |
| Matamatá | <i>Eschweilera odorata</i> | <i>Lecythidaceae</i> | Madeira |
| Merda de gato | <i>Ocotea</i> sp. | <i>Lauraceae</i> | Madeira |
| Milho cosido | <i>Vatairea sericea</i> | <i>Leguminosae</i> | Madeira |
| Mulungu | <i>Ormosia</i> sp. | <i>Leguminosae</i> | Madeira |
| Mutamba-da-capoeira | <i>Guazuma</i> sp. | <i>Malvaceae</i> | Madeira |
| Patauá | <i>Oenocarpus bataua</i> | <i>Arecaceae</i> | Alimentação humana |
| Pequiarana | <i>Caryocar glabrum</i> | <i>Caryocaraceae</i> | Madeira |
| Pitaíca | <i>Swartzia acreana</i> | <i>Leguminosae</i> | Alimentação animal |
| Sorva | <i>Couma macrocarpa</i> | <i>Apocynaceae</i> | Alimentação animal |
| Taxi-branco | <i>Sclerolobium paniculatum</i> | <i>Leguminosae</i> | Lenha/carvão |
| Ucuúba branca | <i>Osteophloeum platyspermum</i> | <i>Myristicaceae</i> | Alimentação animal |
| Ucuúba-Punã | <i>Iryanthera</i> sp. | <i>Myristicaceae</i> | Alimentação animal |
| Urucu da Mata | <i>Bixa arborea</i> | <i>Bixaceae</i> | Construção rústica |

Nota: Alguns indivíduos identificados foram classificados no nível de gênero.

Nota-se que a área em estudo apresenta uma aptidão madeireira e algumas espécies se destacam pelo valor econômico e boa utilidade para fins

comerciais. No entanto são poucos os estudos que destacam as espécies florestais mais utilizadas na cidade de Cruzeiro do Sul.

Estudo realizado por Silva (2010) listou as espécies florestais mais utilizadas por madeireiros e marceneiros na cidade de Cruzeiro do Sul, destacando-se as espécies: angelim, marupá, tauari, cedro, louro, louro roxo, marfim, amarelinho e louro abacate. Observa-se que duas das nove espécies mais utilizadas na cidade, também foram identificadas na área de floresta (Tabela 5) o que corrobora a ideia de que a área estudada apresenta potencial madeireiro.

Na área de floresta, além da supressão de alguns indivíduos de interesse comercial, foram observados alguns indivíduos caídos de forma natural.

As florestas acreanas são regulamentadas pela Lei nº 1.426 de 27 de dezembro de 2001, que: “Dispõe sobre a preservação e conservação das florestas do Estado, institui o Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas, cria o Conselho Florestal Estadual e o Fundo Estadual de Florestas e dá outras providências” (ACRE, 2001).

4.1.3 Cultivo Agrícola

O cultivo utilizado é a melancia (*Citrullus lanatus*), produto agrícola de suma importância para a cidade de Cruzeiro do Sul (Figura 7). Segundo informações do produtor a área já recebeu algum tipo de adubação, mesmo que de forma esporádica e sem orientação técnica.



Figura 7 Cultivo de melancia

Uma prática comum é após a derruba e queima das florestas utilizar a área para cultivos agrícolas (melancia e outras culturas anuais), por dois ou três anos, e após esse ciclo aproximadamente 12% das terras são utilizadas para cultivo de culturas perenes, tais como o abacate, manga e os diversos tipos de citros (ACRE, 2006).

O cultivo da melancia torna-se uma renda alternativa para o produtor, que utiliza a pequena área desmatada da sua propriedade com essa cultura. O Sr. Verdi não sabe ao certo a produção, mas estima uma produtividade de 250 unidades, sendo comercializado por um preço médio de US\$ 5,00 a unidade, o que geraria uma renda em torno de US\$ 1.250 anual.

4.1.3.1 Pastagem

No sistema pastagem (Figura 8) o capim utilizado é *Brachiaria decumbens*, observou a presença de algumas plantas espontâneas como ervas daninha e embaúba, segundo informações a área não passou por nenhum

processo de adubação ou correção do solo. O uso da *Brachiaria decumbens* é muito utilizado em solos de baixa fertilidade.



Figura 8 Pastagem com *Brachiaria decumbens*

A evolução da pecuária, no Acre, está associada com o crescimento das áreas com pastagens e, principalmente, com a intensificação dos sistemas de produção. As pastagens cultivadas para a pecuária bovina ocupam 81,1% do total de área desmatada, até 2004 consistia como principal uso da terra nas áreas alteradas. Os municípios de Marechal Thaumaturgo, Santa Rosa do Purus, Assis Brasil, Tarauacá e Brasileia apresentaram mais de 90% da área desmatada ocupada com pastagens. Por outro lado, Porto Walter, Rodrigues Alves e Cruzeiro do Sul possuíam, respectivamente, 45,3%, 57,3% e 69,3% de área desmatada e ocupada com pastagens em 2004 (ACRE, 2006).

4.2 Comparação edáfica entre as áreas de estudo

Os valores de coeficiente de variação das variáveis analisadas foram classificados como médio, alto e muito alto, conforme Pimentel-Gomes e Garcia

(2002). No entanto, esses valores são aceitáveis por se tratarem em ambiente de campo e de diferentes sistemas.

Nos ambientes estudados foram verificados os valores médios de pH, do solo, obtendo-se valor de pH de 4.9, 4.8, 4.5 e 4.2 para os ambientes de pastagem, cultivo agrícola, SAF e floresta, respectivamente.

4.2.1 Teores de matéria orgânica no solo dos ambientes estudados

Os teores de matéria orgânica presente no solo apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os sistemas de uso do solo e as profundidades de coleta de solo, porém, não houve efeito significativo ($p > 0,05$) da interação dos dois fatores (Tabela 6).

Tabela 6 Análise de variância para a variável matéria orgânica (dag/kg) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm

| FV | GL | QM |
|---------------------------|-----------|----------------------|
| Tratamento | 3 | 1.1305* |
| Profundidade | 2 | 6.2836* |
| Tratamento x Profundidade | 6 | 0.0890 ^{NS} |
| Resíduos | 60 | 0.1937 |
| TOTAL | 71 | |

CV = 25.65 %. NS: Não significativo * significativo ao nível de 0,05 de significância

Ao submeter os dados dos teores de matéria orgânica (M.O) no solo ao teste de média de Scott-Knott entre os ambientes, foi observada a formação de dois grupos (Tabela 7).

Tabela 7 Conteúdo de M.O (dag/kg) nos diferentes ambientes

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| Floresta | 1.98 a |
| Cultivo Agrícola | 1.77 a |
| Pastagem | 1.73 a |
| SAF | 1.37 b |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott($p > 0,05$).

De acordo com as médias (Tabela 7), observa-se que a área de SAF apresentou a menor média de M.O, diferenciando significativamente ($p \leq 0,05$) do conteúdo de M.O presente nos demais sistemas de uso do solo. Apesar do fato de haver grande quantidade de serapilheira sobre a área (SAF), aparentemente o processo de condução e implantação desse sistema não proporcionou a recuperação da matéria orgânica.

O ambiente florestal por não apresentar sistemas de manejo, foi observado maior valor absoluto de incorporação da matéria orgânica no solo, porém, não diferenciou estatisticamente ($p > 0,05$) da M.O observado no solo da área de cultivo agrícola e da pastagem, que podem apresentar incorporação de raízes finas no solo. Estes resultados de M.O diferem dos resultados de Menezes et al. (2008), que não constataram diferença significativa entre o conteúdo de matéria orgânica do SAF e o da floresta adjacente.

De acordo com Wiethölter et al. (1998), o teor de matéria orgânica do solo, pode aumentar o teor de N do solo, uma vez que o teor de N da matéria orgânica vegetal é relativamente constante (5 %). Dessa forma, Menezes et al. (2008) afirmaram que manter um alto teor de matéria orgânica no solo é de grande interesse para suas qualidades produtivas, uma vez que isso aumenta a capacidade de retenção de água e de nutrientes, além de contribuir para a melhoria da estrutura do solo.

Em solos tropicais e subtropicais, a matéria orgânica tem grande contribuição na fertilidade, aumento da capacidade de troca de cátions, melhoria

nas características químicas, físicas e biológicas dos mesmos, sendo de fundamental importância na manutenção da sustentabilidade (BARRETO et al., 2006). A atuação da M.O nas propriedades do solo é importante, uma vez que atua como fonte de energia para a massa microbiana e nutriente para as plantas. A mineralização da M.O resulta na liberação de nutrientes essenciais à planta, tais como N, P, S, K, Ca, Mg e micronutrientes (MARIN, 2002).

Ao realizar o teste de média com os dados de teores de M.O presente nas diferentes profundidades, observou-se a formação de três grupos (Tabela 8).

Tabela 8 Conteúdo de M.O (dag/kg) nas diferentes profundidades do solo dos ambientes

| Tratamentos | Médias |
|-------------|--------|
| 0-10 cm | 2.22 a |
| 10-20 cm | 1.71 b |
| 20-40 cm | 1.20 c |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott ($p > 0,05$).

Conforme os resultados de teste de média foi observado maior teor de M.O na profundidade de 0-10 cm, diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) do conteúdo de M.O nas demais profundidades. Foi verificado que com o aumento da profundidade de coleta de solo (Tabela 8), os teores de M.O foram diminuindo e sendo estatisticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

4.2.1.1 Distribuição espacial da matéria orgânica nos ambientes estudados

Para distribuição dos teores de M.O presente no solo utilizaram-se os seguintes modelos e obtiveram-se os seguintes parâmetros: Profundidade de 0-10 cm modelo esférico, efeito pepita (0,06), patamar (0,88) e alcance espacial (1178,89). Profundidade 10-20 cm modelo esférico efeito pepita (0,06), patamar

(0,82) e alcance espacial (678,89). Profundidade de 20-40 cm modelo gaussiano, efeito pepita (0,0), patamar (0,24) e alcance espacial (346,32). Com os valores estimados do teor de matéria orgânica presente no solo, foi possível a elaboração de mapas de distribuição espacial da variável matéria orgânica presente no solo nos 4 ambientes e nas 3 profundidades (Figura 9).

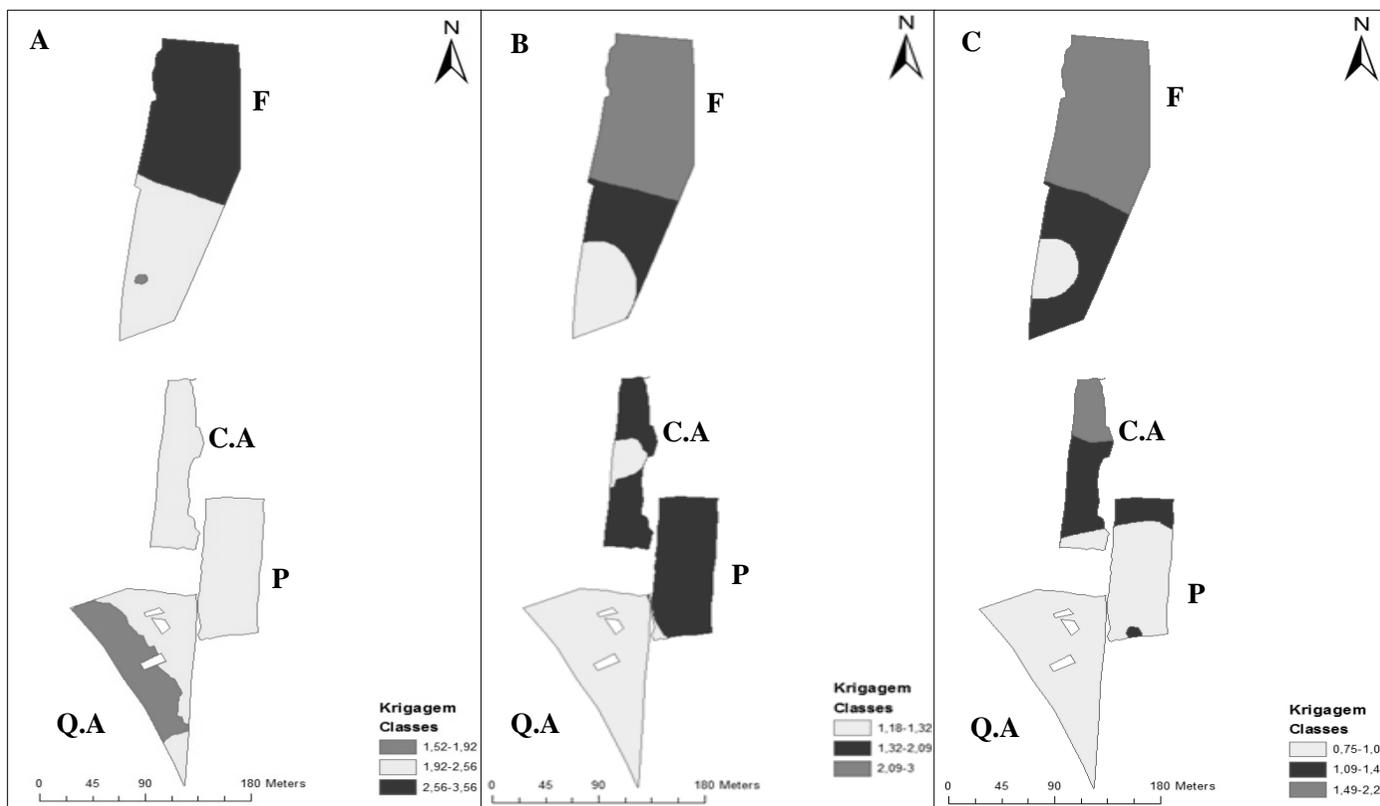


Figura 9 Mapa de distribuição espacial dos teores de M.O (dag/kg) em função das classes de uso do solo
 Nota: **A-** Profundidade de 0-10; **B-** 10-20; **C-** 20-40. As áreas são as seguintes: **F-** Floresta; **C.A-** Cultivo agrícola; **P-** Pastagem; **Q.A-** Quintal agroflorestal.

Avaliando os mapas de distribuição espacial da variável M.O em cada profundidade, foi observado que na profundidade de 0-10 cm (Figura 9 A), as áreas de cultivo agrícola e pastagem os teores de matéria orgânica presente no solo variam de 1,92 a 2,56 dag/kg, a área de quintal agroflorestal apresentou menor teor, quando avaliados com os outros sistemas, essa área apresenta valores variando de 1,52 a 2,56 dag/kg. A área de floresta apresentou distribuição de matéria orgânica com maiores valores, variando de 1,92 a 3,56 dag/kg.

Na profundidade de 10-20 cm (Figura 9 B) foi observado que a área de quintal agroflorestal apresentou em sua totalidade baixo teor de matéria orgânica, com valores variando de 1,18 a 1,32 dag/kg. O ambiente pastagem apresentou valores intermediários, com valores variando de 1,32 a 2,09 dag/kg, da mesma forma ocorreu com a área de cultivo agrícola que apresentou predominância do mesmo valor de matéria orgânica. Área de floresta apresentou valores baixo, médio e intermediário, de acordo com a distribuição de classes de valores, com teores de matéria orgânica variando de 1,18 a 3 dag/kg.

A análise do mapa na profundidade de 20-40 cm (Figura 9 C) constatou que o quintal agroflorestal apresentou em sua totalidade teores de matéria orgânica variando de 0,75 a 1,09 dag/kg, o mesmo foi observado para a pastagem que apresentou grande parte de sua área com o esses valores. O monocultivo e a área florestal apresentaram distribuição heterogênea dos teores de matéria orgânica no solo, com valores variando de 0,75 a 2,23 dag/kg.

No geral, com os mapas de distribuição espacial, observou que as classes de valores de matéria orgânica no solo diminuam de acordo com a profundidade.

4.2.2 Teores de Fósforo no solo dos ambientes estudados

Os teores de P no solo apresentaram efeito principal significativo ($p \leq 0,05$) dos sistemas de uso do solo e das profundidades de coleta do solo (Tabela 9).

Tabela 9 Análise de variância para a variável fósforo (mg/dm^3) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestral, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm

| FV | GL | QM |
|---------------------------|-----------|----------------------|
| Tratamento | 3 | 10.8460* |
| Profundidade | 2 | 32.1920* |
| Tratamento x Profundidade | 6 | 2.0320 ^{NS} |
| Resíduos | 60 | 1.1790 |
| TOTAL | 71 | |

CV = 33.9%. NS: Não significativo * significativo ao nível de 0,05 de significância

Com relação à interação tratamento x profundidade (Tabela 9), observa-se que não foi significativo ($p > 0,05$).

Ao aplicar os dados do P ao teste de média de Scott Knott entre os ambientes, há a formação de 3 grupos (Tabela 10).

Tabela 10 Conteúdo de P (mg/dm^3) nos diferentes ambientes

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| Cultivo Agrícola | 4.20 a |
| SAF | 3.24 b |
| Floresta | 3.03 b |
| Pastagem | 2.32 c |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott ($p > 0,05$).

Foi observada maior quantidade de P na área de cultivo agrícola (Tabela 10) quando comparado aos demais sistemas de uso do solo. No sistema pastagem foi observada menor concentração de P no solo. Esse tipo de resultado já era esperado pelo fato da área de cultivo agrícola ter recebido adubações anteriores. O fósforo é um elemento de suma importância para o aumento da produtividade do cultivo de melancia, o que pode confirmar a presença em maior quantidade desse elemento.

Estudo realizado por Sabino-Neto et al. (2011) comparando a variável P em diferentes sistemas de uso de solo concluiu que as áreas de Cultivo agrícola, Pastagem e Solo nu apresentaram valores mais altos de P quando comparados à floresta, capoeira e cerradão. Segundo o autor, esses já eram esperados visto que normalmente nessas áreas são realizadas adubações e correções sistemáticas do solo. Observa-se que o mesmo foi constatado nesse estudo para a área de cultivo agrícola, porém o sistema pastagem diferiu-se dos resultados de Sabino-Neto et al. (2011), visto que no presente estudo este sistema apresentou baixo de P, diferindo-se dos demais ambientes.

O tratamento pastagem ficou no grupo inferior, sendo o que apresentou menor teor de fósforo. Souza, Cogo e Vieira (1998) afirmaram em seus estudos que as áreas de pastagem mostraram os menores teores para todas as variáveis estudadas.

Barreto et al. (2006) afirmam que o sistema pastagem, propicia uma grande saída de fitomassa, o que contribui para a redução de fósforo da área. Talvez a menor quantidade de P na área de pastagem deve-se ao fato de possíveis queimas na área para implantação do capim.

Observa-se que entre a floresta e o SAF não houve diferença significativa para o teor de P. Isso vai ao encontro dos estudos realizadas por Menezes et al. (2008) que em seus resultados não apresentaram diferença significativa da variável P entre os ambientes de SAF e floresta. Resultados

similares ratificam esses resultados, onde Alfaia et al. (2004) menciona a possível exportação desse nutriente por sucessivas safras de produtos em SAF's. Possivelmente, o SAF e a floresta mantiveram a quantidade original de P. Menezes et al. (2008) afirmam que os SAF's preservam algumas propriedades químicas do solo com valores similares ao da floresta natural.

A área florestal por apresentar grande quantidade de serapilheira esperava-se maior teor de P. Marin (2002) defende que de 15 a 80% do P do solo tem provável proveniência da matéria orgânica.

Avaliando o teste de média entre as profundidades, houve a formação de três grupos diferindo-se estatisticamente ($p \leq 0,05$), constatando maior teor desse nutriente na profundidade de 0-10 cm (Tabela 11).

O acúmulo de P na superfície do solo é decorrente da decomposição dos resíduos de plantas e dejetos animais (MORAES, 1993).

Tabela 11 Conteúdo de P (mg/dm^3) nas diferentes profundidades do solo dos ambientes

| Tratamentos | Médias |
|-------------|--------|
| 0-10 cm | 4.45 a |
| 10-20 cm | 2.99 b |
| 20-40 cm | 2.16 c |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott ($p > 0,05$).

Trabalho realizado por Oliveira et al. (2008) avaliando a variável fósforo à profundidade de 0-20 e 20-40 cm em 3 ambientes (1º povoamento de *Corymbia citriodora*, 2º *Eucalyptus grandis*, *Toona ciliata* e *Albizia lebbbeck* 3º pastagem com *Brachiaria decumbens*) não apresentaram diferença significativa das profundidades entre os ambientes estudados.

Leão et al. (2007) afirmaram que em área sob neossolos flúvicos, geralmente não apresentam homogeneidade ao longo do perfil. Possivelmente

essa pode ser uma explicação para os menores teores de P nas amostras mais profundas, visto que a área de estudo pode ser classificada como neossolos flúvicos.

4.2.2.1 Distribuição espacial do Fósforo nos ambientes estudados

Na variável fósforo utilizaram-se os seguintes modelos e obtiveram-se os seguintes parâmetros: Profundidade de 0-10 cm modelo esférico, efeito pepita (0,00), patamar (3,9) e alcance espacial (454,71). Profundidade 10-20 cm modelo esférico efeito pepita (0,82), patamar (1,91) e alcance espacial (454,71). Profundidade de 20-40 cm modelo gaussiano, efeito pepita (0,23), patamar (0,67) e alcance espacial (158,67).

Com os valores estimados, foram elaborados mapas de probabilidade da ocorrência dos valores das variáveis na área estudada, mostrando a distribuição espacial desse nutriente nas 3 profundidades (Figura 10).

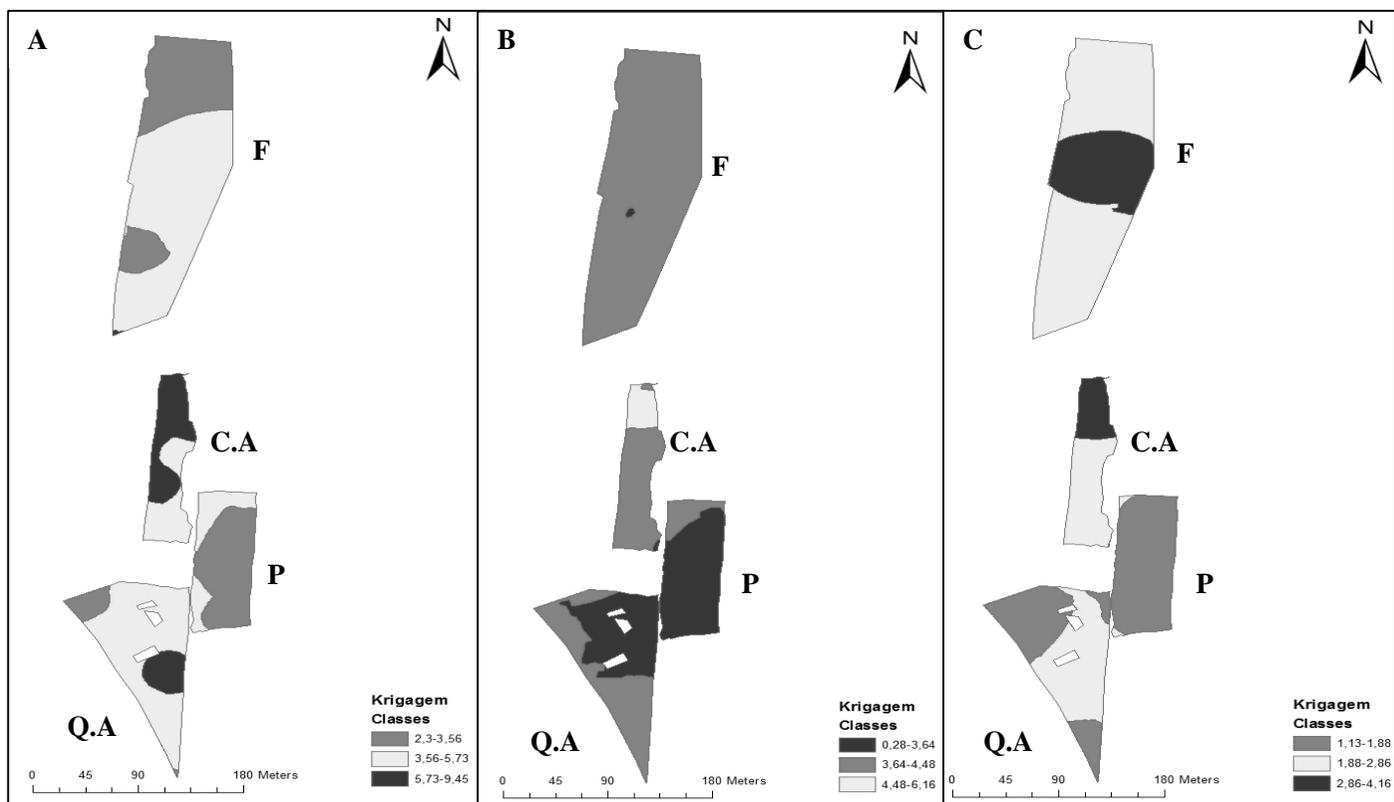


Figura 10 Mapa de distribuição espacial dos teores de fósforo (mg/dm^3) em função das classes de uso do solo

Nota: **A**- Profundidade de 0-10; **B**- 10-20; **C**- 20-40. As áreas são as seguintes: **F**- Floresta; **C.A**- Cultivo agrícola; **P**- Pastagem; **Q.A**- Quintal agroflorestal.

Avaliando os mapas de distribuição espacial da variável P em cada profundidade, nota-se que na profundidade de 0-10 cm (Figura 10 A), as áreas não apresentam uniformidade quanto à distribuição dessa variável nos ambientes. Na área de cultivo agrícola na maior parte os valores de P variam de 5,73 a 9,45 mg/dm³. Possivelmente a distribuição não-uniforme dessa variável está relacionada à aplicação não-uniforme de corretivos. A área de floresta e pastagem apresentaram teores de P variaram de 2,3 a 5,73 mg/dm³. O quintal agroflorestal apresentou em sua maior parte valores de P variando de 3,56 a 5,73 2,3 a 5,73 mg/dm³.

A área de cultivo agrícola ainda apresentou maior teor de P na profundidade de 10-20 cm (Figura 10 B), onde os teores variaram de 3,64 a 6,16 mg/dm³ de fósforo. As áreas QA e pastagem os teores de P variaram de 0,28 a 4,48 mg/dm³, enquanto a área florestal praticamente em sua totalidade os teores de P variaram de 0,28 a 3,64 mg/dm³.

Na profundidade de 20-40 cm (Figura 10 C) as áreas de quintal agroflorestal, floresta e cultura agrícola apresentaram em sua maior parte teores de P variando de 1,88 a 2,86 mg/dm³, enquanto que a área de pastagem apresentou teores de P variando de 1,13 a 1,88 mg/dm³. Por meio dos mapas de distribuição espacial da variável P, observa-se que as classes de valores para a profundidade de 20-40 cm do solo são inferiores quando comparado com os teores de fósforo de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, confirmando menor teor de P no perfil mais profundo.

Esses resultados estão de acordo com o estudo realizado por Leão et al. (2007) constatando que os maiores teores de fósforo disponível encontram-se na camada superior do solo, que eles diminuem com a profundidade e que não há um comportamento homogêneo na distribuição dos mesmos, sugerindo a existência de diferentes zonas de manejo na área.

Da mesma forma, Sabino-Neto et al. (2008), avaliando a distribuição espacial do fósforo em 6 ambientes, verificaram maior quantidade de P nos ambientes de solo nu e cultivo agrícola e baixo teor de P na área florestal.

4.2.3 Teores de Potássio no solo dos ambientes estudados

Os teores de fósforo no solo só foram significativos entre as profundidades (Tabela 12).

Tabela 12 Análise de variância para a variável potássio (mg/dm^3) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm

| FV | GL | QM |
|---------------------------|-----------|------------------------|
| Tratamento | 3 | 163.0900 ^{NS} |
| Profundidade | 2 | 1053.5800* |
| Tratamento x Profundidade | 6 | 153.0100 ^{NS} |
| Resíduos | 60 | 86.4100 |
| TOTAL | 71 | |

CV = 37.67%. NS: Não significativo * significativo no nível de 0,05 de significância

A área de SAF apresentou maior teor de K presente no solo, porém não apresentou diferença estatística quanto ao teor de K presente no solo (Tabela 13).

Tabela 13 Conteúdo de K (mg/dm^3) nos diferentes ambientes

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| SAF | 29.12 a |
| Cultivo Agrícola | 23.92 a |
| Floresta | 23.05 a |
| Pastagem | 22.62 a |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott ($p > 0,05$).

Estudos realizados por Menezes et al. (2008), corroboram esses resultados, onde os teores de K não apresentaram diferença significativa entre o teor de K dos solos dos SAF's e das florestas remanescentes adjacentes.

Oliveira et al. (2008), comparando o potássio nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, em 3 ambientes (1º povoamento de *Corymbia citriodora*, 2º *Eucalyptus grandis*, *Toona ciliata* e *Albizia lebbbeck* 3º pastagem com *Brachiaria decumbens*) não encontraram diferenças entre as profundidades do solo e os ambientes analisados.

Como não houve diferença significativa entre os ambientes, esses resultados destoam dos resultados obtidos por Campanha et al. (2007), que ao comparar um SAF com cultivo de café, observou maior teor desse nutriente no ambiente agroflorestal.

A área de SAF e floresta não diferiram dos demais ambientes, possivelmente devido às menores alterações ambientais e o fato dessa variável estar presente nos próprios componentes da vegetação. Ferreira et al. (2006) em seus estudos mostraram que o menor teor de potássio no solo se deve a exportação pelo sistema solo-planta.

Com relação às áreas de cultivo agrícola essa variável pode ter sido perdido por lixiviação ou retirados junto com as culturas, enquanto o sistema pastagem o elemento K pode ter sido perdido por lixiviação.

Ao aplicar teste de média, verificou diferença estatística entre as profundidades (Tabela 14).

Tabela 14 Conteúdo de K (mg/dm³) nas diferentes profundidades do solo dos ambientes

| Tratamentos | Médias |
|-------------|---------|
| 0-10 cm | 31.85 a |
| 10-20 cm | 23.40 b |
| 20-40 cm | 18.78 b |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott($p > 0,05$).

Nota-se que há a formação de dois grupos que se diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$), a profundidade de 0-10 cm foi a que apresentou maior quantidade de potássio quando comparada com as demais. Possivelmente esse maior teor do potássio na profundidade de 0-10 cm deve-se ao fato de que as áreas de pastagem, cultivo agrícola, quintal agroflorestal e floresta não foram submetidas ao preparo do solo com aração, ficando em maior quantidade na parte superior. Sousa e Volkweiss (1987) afirmam que o não revolvimento do solo reduz a absorção de potássio pela não exposição de novos sítios de absorção. A movimentação do potássio depende do tipo de solo (NEVES; ERNANI; SIMONETE, 2009).

4.2.3.1 Distribuição espacial do Potássio nos ambientes estudados

Para a variável potássio foram utilizados os seguintes modelos e obtidos os seguintes parâmetros: Profundidade de 0-10 cm modelo gaussiano, efeito pepita (0,0), patamar (103,22) e alcance espacial (138,25). Profundidade 10-20 cm modelo exponencial efeito pepita (6,07), patamar (38,21) e alcance espacial (138,25). Profundidade de 20-40 cm modelo gaussiano, efeito pepita (0,0), patamar (253,62) e alcance espacial (288,25).

O modelo do semivariograma e seus parâmetros (efeito pepita, alcance e patamar) foram usados conjuntamente com técnica da Krigagem para obter os

mapas de probabilidade (Figura 11). Os teores de K nos ambientes podem ser observados de acordo com as classes contidos nos mapas.

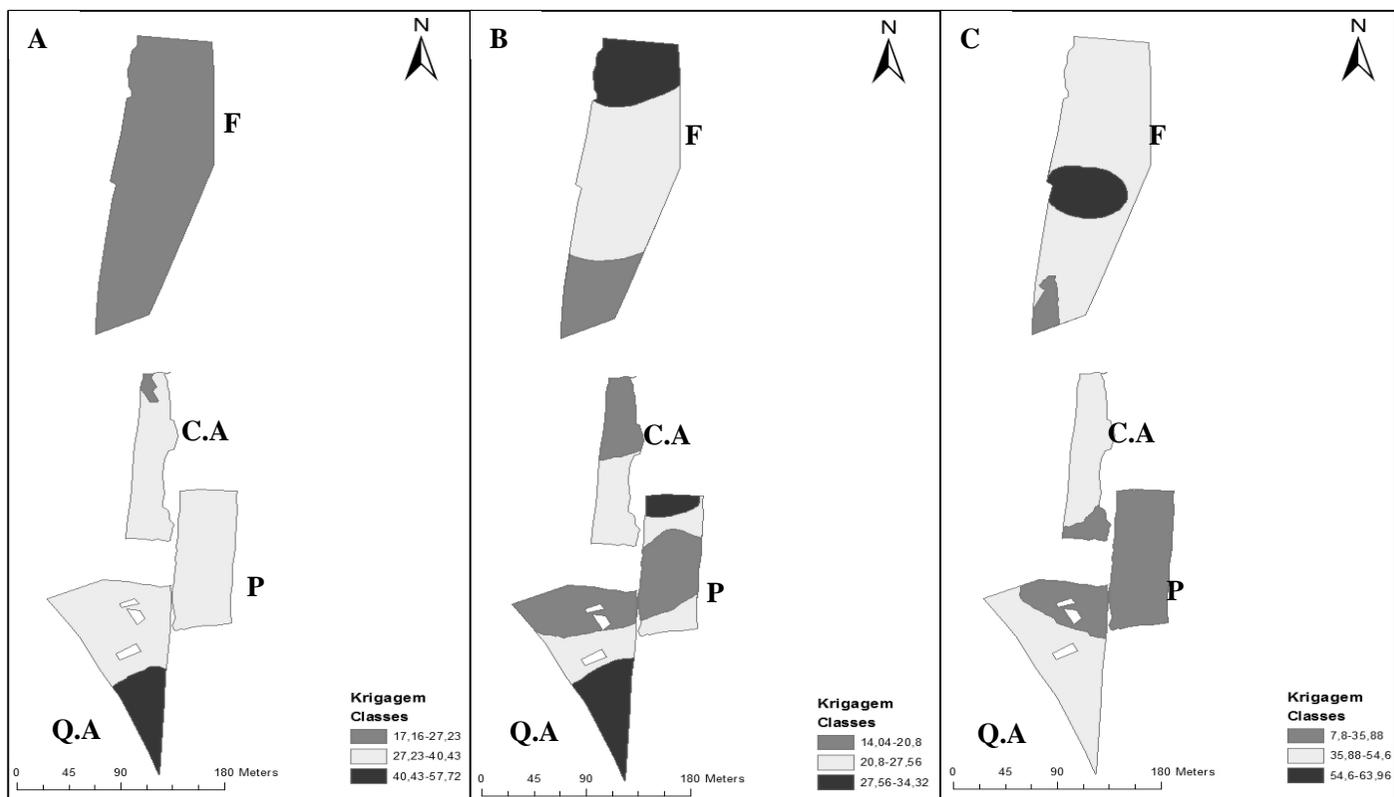


Figura 11 Mapa de distribuição espacial dos teores de potássio (mg/dm^3) em função das classes de uso do solo

Nota: **A**- Profundidade de 0-10; **B**- 10-20; **C**- 20-40. As áreas são as seguintes: **F**- Floresta; **C.A**- Cultivo agrícola; **P**- Pastagem; **Q.A**- Quintal agroflorestal.

Conforme os mapas de distribuição espacial na profundidade de 0-10 cm (Figura 11 A) observa-se que na área florestal em sua totalidade a distribuição da variável K os valores variaram de 17,16 a 27,23 mg/dm³. As áreas de pastagem e cultivo agrícola os valores de K variaram de 27,23 a 40,43 mg/dm³. A área de quintal agroflorestal apresentou valores de K variando de 27,23 a 57,72 mg/dm³.

Na profundidade de 10-20 cm (Figura 11 B) as áreas de floresta, pastagem e quintal agroflorestal apresentaram distribuição heterogênea com os valores de K variando entre 14,04 a 34,32 mg/dm³, enquanto a área de cultivo agrícola os valores de K variam de 14,04 a 27,56 mg/dm³.

A profundidade de 20-40 cm (Figura 11 C) o sistema pastagem apresentou teores de K com valores que variam de 7,8 a 35,88 mg/dm³, as áreas de cultivo agrícola e quintal agroflorestal os teores de K variaram de 7,8 a 54,6 mg/dm³, enquanto a área florestal apresentou as 3 classes de valores, conforme os mapas de distribuição espacial.

Os mapas de distribuição espacial dos teores de K permitiram observar que houve uma distribuição não-uniforme desse nutriente nas áreas. De acordo com Sabino-Neto et al. (2011), esse fenômeno pode ser facilmente compreendido por se tratar de estudo em áreas sob distintas formas de uso e de manejo de adubação, o mesmo ocorre com a decomposição de restos culturais e da serapilheira dos estratos arbóreos, provocando assim alta variabilidade da variável nos atributos do solo.

Portanto a falta de uniformidade dos dados provavelmente foi devido à aplicação não-uniforme de adubos ou mesmo pela diferentes formas de uso e manejo nas áreas de cultivo agrícola, pastagem e quintal agroflorestal. Corá e Beraldo (2006) citam que em alguns locais há menor teor de nutriente e outras com maior teor. Nesse sentido, o estudo geoestatístico não exige que esses tenham distribuição uniforme, o que pode ser facilmente visualizado nos mapas.

4.2.4 Teores de Cálcio no solo dos ambientes estudados

Com relação aos teores de Ca presente no solo, tanto os tratamentos como as profundidades foram significativos no nível de 95% de probabilidade (Tabela 15).

Tabela 15 Análise de variância para a variável cálcio (cmol/dm^3) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm

| FV | GL | QM |
|---------------------------|-----------|-----------|
| Tratamento | 3 | 0.1742 |
| Profundidade | 2 | 0.1029 |
| Tratamento x Profundidade | 6 | 0.0138 |
| Resíduos | 60 | 0.0107 |
| TOTAL | 71 | |

CV = 42.85%. NS: Não significativo * significativo no nível de 0,05 de significância

O teste de média apontou uma diferenciação da floresta em relação aos outros ambientes (Tabela 16).

Tabela 16 Conteúdo de Ca (cmol/dm^3) nos diferentes ambientes

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| Pastagem | 0.31 a |
| Cultivo Agrícola | 0.30 a |
| SAF | 0.25 a |
| Floresta | 0.10 b |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott($p > 0,05$).

Verificou-se menor quantidade de Ca para a floresta e também menor valor de pH. Resultados similares foram verificados por Feitosa (2004) que observou menor pH e menor teor de Ca. Fialho, Borges e Barros (1991)

encontraram maior teor de Ca e maiores valores de pH em área de mata natural. Neste estudo as áreas com maior teor de Ca, também foram as áreas com maior valor de pH.

A menor quantidade de Ca no ambiente florestal possivelmente deve-se ao fato desse nutriente está na planta ou na matéria orgânica. Espig et al. (2008) buscaram explicar a exuberância da floresta em solo de baixa fertilidade e constataram que era 10 vezes maior a quantidade de Ca na matéria orgânica, quando comparado com o Ca presente na camada do solo.

Possivelmente, pelo fato de a floresta apresentar grande heterogeneidade quanto à composição florística e conter grande quantidade matéria orgânica, é provável que o Ca esteja na planta ou na matéria orgânica presente no solo. O que pode confirmar o baixo teor dessa variável na área de floresta.

Rodrigues et al. (2004) observaram que os teores de Ca no solo são influenciados pela acidez potencial, ou seja, áreas mais ácidas apresentam menor quantidade de Ca.

Sabino-Neto et al. (2011), ao estudar o teor de Ca em diferentes sistemas de manejo, observou maior quantidade desse nutriente nas áreas de solo nu, cultivo agrícola e pastagem, diferindo-se estatisticamente da floresta, capoeira e cerradão. O autor enfatiza que normalmente essas áreas que apresentaram maior teor de Ca normalmente passam por adubação.

Apesar da área de cultivo agrícola ser a única com histórico de adubação, a mesma não difere estatisticamente ($p > 0,05$) da pastagem e do SAF, eventualmente pode ter ocorrido lixiviação ou esse nutriente pode ter sido retirado por colheitas. As perdas por lixiviação de Ca variam principalmente em função do estágio de desenvolvimento das culturas. Fullin e Dadalto (2001) citam que a aplicação de corretivos ao solo, como o calcário, promovem o aumento da disponibilidade de Ca e Mg, além de aumentarem a CTC do solo e diminuírem o teor de Al.

Os teores de Ca no teste de média de Scott-Knott apresentou diferenciação, com a formação de 2 grupos, diferindo-se estatisticamente ($p \leq 0,05$) (Tabela 17).

Tabela 17 Conteúdo de Ca (cmol/dm^3) nas diferentes profundidades dos ambientes

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| 0-10 cm | 0.31 a |
| 10-20 cm | 0.22 b |
| 20-40 cm | 0.18 b |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott($p > 0,05$).

Percebe-se que o teor de Ca reduziu de acordo com a profundidade. Espig et al. (2008) enfatizam que reduções significativas dos teores a partir de 0,05 m ocorrem com todos os nutrientes. Porém, Faquin (2005) afirma que em solos ácidos de regiões úmidas, estes minerais são intemperizados e o cálcio, em parte, é perdido por lixiviação.

Nesse sentido, os resultados deste trabalho confirmam a pesquisa realizada por Oliveira et al. (2008), constatando menor teor de Ca nas maiores profundidades, nos 3 ambientes.

4.2.4.1 Distribuição espacial do Cálcio nos Ambientes estudados

Na variável cálcio utilizaram-se os seguintes modelos e obtiveram-se os seguintes parâmetros: Profundidade de 0-10 cm modelo exponencial, efeito pepita (0,01), patamar (0,026) e alcance espacial (516,19). Profundidade 10-20 cm modelo gaussiano, efeito pepita (0,01), patamar (0,029) e alcance espacial (516,19). Profundidade de 20-40 cm modelo gaussiano, efeito pepita (0,001), patamar (0,01) e alcance espacial (272,71).

Com os valores estimados, foram elaborados mapas de probabilidade da ocorrência dos valores das variáveis na área estudada, mostrando a distribuição espacial desse nutriente nas 3 profundidades (Figura 12).

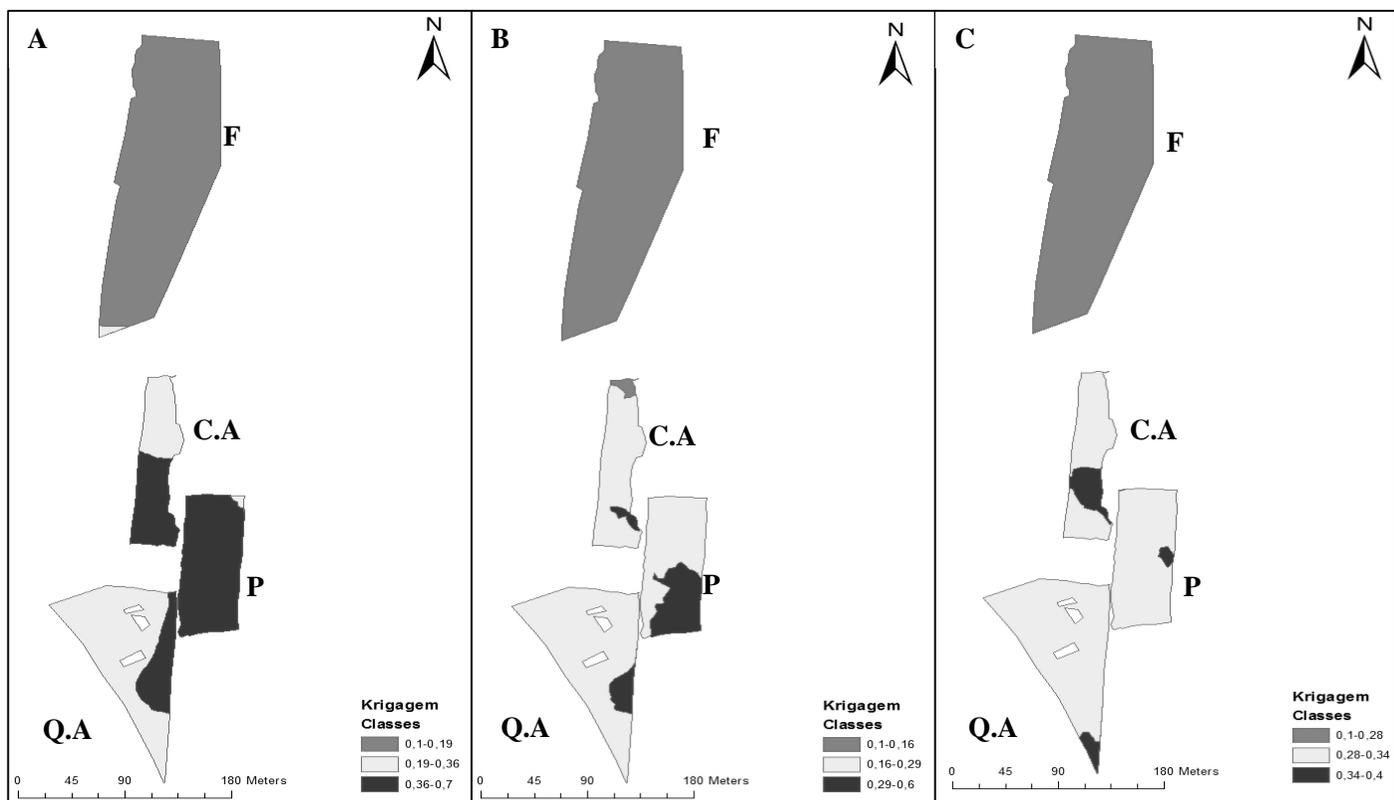


Figura 12 Mapa de distribuição espacial dos teores de cálcio (cmol/dm^3) em função das classes de uso do solo

Nota: **A**- Profundidade de 0-10; **B**- 10-20; **C**- 20-40. As áreas são as seguintes: **F**- Floresta; **C.A**- Cultivo agrícola; **P**- Pastagem; **Q.A**- Quintal agroflorestal.

Ao avaliar os mapas de distribuição espacial, na profundidade de 0-10 cm (Figura 12 A) verificou que a área florestal apresentou baixo teor de Ca, com valores que variaram de 0,1 a 1,19 cmol/dm³. As demais áreas de cultivo agrícola, quintal agroflorestal e pastagem apresentaram classes intermediárias e altas, com valores que variam de 0,19 a 0,7 cmol/dm³.

Na profundidade de 10-20 cm (Figura 12 B) a área florestal foi a que apresentou menor teor de Ca, com valores de 0,1 a 0,16 cmol/dm³, enquanto das demais áreas apresentou valores de 0,16 a 0,6 cmol/dm³.

Os mapas de distribuição espacial permitiram a avaliar os teores de Ca na profundidade de 20-40 cm (Figura 12 C) e observou que a área florestal apresentou teores de Ca que variam de 0,1 a 0,28 cmol/dm³. As áreas de cultivo agrícola, pastagem e quintal agroflorestal apresentaram praticamente em sua totalidade valores de teor de Ca que variaram de 0,28 a 0,34 cmol/dm³.

No geral, observou que a área florestal para todas as profundidades apresentou baixo teor de Ca, enquanto que as áreas de cultivo agrícola, pastagem e quintal agroflorestal apresentaram maior teor, quando comparados com a floresta.

A área florestal apresentou baixo teor de pH e alto teor de Ca. Segundo Costa e Lima (2011), a técnica da Co-krigagem também permite confirmar a correlação entre pH e Ca, a partir de mapas de distribuição espacial.

4.2.5 Teores de Magnésio nos ambientes estudados

Os teores de magnésio do solo não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre áreas, o mesmo ocorreu com a interação fragmento x profundidade, somente as profundidades que diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) (Tabela 18).

Tabela 18 Análise de variância para a variável magnésio (cmol/dm^3) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta, e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm

| FV | GL | QM |
|---------------------------|-----------|----------------------|
| Tratamento | 3 | 0.0024 ^{NS} |
| Profundidade | 2 | 0.0043* |
| Tratamento x Profundidade | 6 | 0.0017 ^{NS} |
| Resíduos | 60 | 0.0010 |
| TOTAL | 71 | |

CV = 27,77%. NS: Não significativo * significativo ao nível de 0,05 de significância

Apesar de não ter apresentando diferença significativa entre os ambientes, a área de cultivo agrícola foi a que apresentou maior teor de Mg no solo (Tabela 19).

Tabela 19 Conteúdo de Mg (cmol/dm^3) nos diferentes ambientes

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| Cultivo agrícola | 0.12 a |
| Pastagem | 0.11 a |
| SAF | 0.11 a |
| Floresta | 0.10 a |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott($p > 0,05$).

Em trabalho similar Centurion, Cardoso e Natale (2001) compararam a variável magnésio em 4 ambientes em diferentes agro ecossistemas (cultivo de cana-de-açúcar, milho, pastagem e mata) e constataram maior teor de Mg no ambiente de mata.

Com relação à área florestal e ao quintal agroflorestal é possível que esta variável esteja presente nos vegetais ou mesmo na serapilheira. Estudo realizado por Espig et al. (2008) constataram aproximadamente 10 vezes mais o teor de Mg na matéria orgânica quando comparado com o teor de Mg no solo.

Ao comparar o Mg no ambiente de SAF e floresta remanescente, Menezes et al. (2008) constataram maior teor desse nutriente em SAF quando comparado com as florestas remanescentes. O mesmo observou Barreto et al. (2006) que encontraram maior teor dessa variável em área de SAF quando comparado com um fragmento da mata atlântica.

Em estudo similar Sabino-Neto et al. (2011) constataram maior teor de Mg no ambiente de solo nu, pastagem e cultivo agrícola quando comparado com os teores de Mg nos ambientes de floresta, capoeira e cerradão.

Campanha et al. (2007), ao comparar um SAF com um plantio de café, constataram maior teor de Mg na área de SAF, inclusive nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

Ao aplicar o teste de média sobre os dados do Mg observou-se maior teor desse elemento na profundidade de 0-10 cm, diferindo-se estatisticamente ($p \leq 0,05$) das demais profundidades (Tabela 20).

Tabela 20 Conteúdo de Mg (cmol/dm^3) nas diferentes profundidades dos ambientes

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| 0-10 cm | 0.12 a |
| 10-20 cm | 0.10 b |
| 20-40 cm | 0.10 b |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott ($p > 0,05$).

A camada mais superficial apresentou maior quantidade de Mg, a serapilheira presente nos ambientes pode contribuir para maior teor de Mg na área mais superficial. O Instituto da Potassa e Fosfato (1998) cita que a matéria orgânica pode indicar a quantidade de nutrientes existentes na camada superficial do solo, sendo também importante, para muitas outras propriedades do solo.

O teor de Mg na camada mais superficial indica que é nessa camada onde se processa com maior intensidade a ciclagem de nutrientes e onde ocorre a maior concentração desse nutriente. Ferraz, Ohta e Salles (1998) afirmam que a conservação da matéria orgânica no solo é importante para a manutenção da fertilidade.

4.2.5.1 Distribuição espacial de Magnésio nos Ambientes estudados

Os teores de Mg, diferente das demais variáveis apresentou dependência espacial apenas na profundidade de 0-10 cm. Utilizou-se o modelo exponencial e obtiveram-se os seguintes parâmetros: efeito pepita (0,00005), patamar (0,0031) e alcance espacial (139,65).

Com isso foi possível elaborar o mapa de distribuição espacial do Mg (Figura 13). O teor desse nutriente nos ambientes pode ser observado de acordo com as classes, divididas em valores de 0,1 a 0,13 cmol/dm^3 , 0,13 a 0,16 cmol/dm^3 e 0,16 a 0,2 cmol/dm^3 .

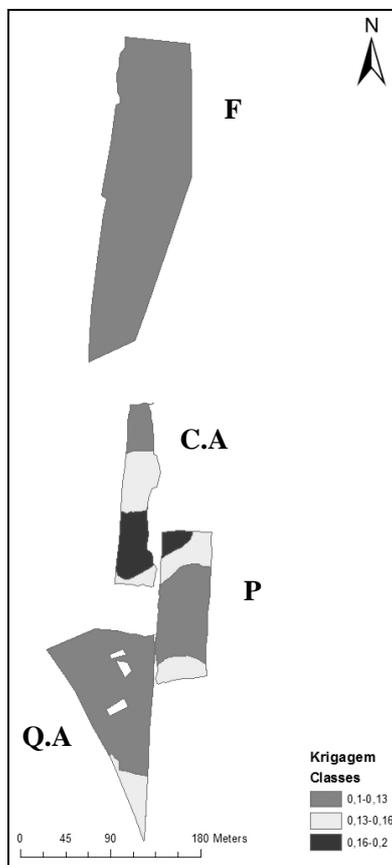


Figura 13 Mapa de distribuição espacial da variável cálcio, profundidade de 0-10

Nota: As áreas são as seguintes: **F**- Floresta; **C.A**- Cultivo agrícola; **P**- Pastagem; **Q.A**- Quintal agroflorestal.

É comum que algumas variáveis não apresentem dependência espacial. Gonçalves e Folegatti (1995) não encontraram estrutura de dependência espacial para a variável potássio em Neossolo Litólico, tendo concluído que o valor médio desse parâmetro pode não ser um bom representante do valor real, devido à alta variabilidade desses dados.

Foi observado na profundidade de 0-10 cm (Figura 13) que houve dependência espacial. Nas demais profundidades não foram observados dependência espacial, o que pode ter apresentado descontinuidade espacial na distribuição desta variável ou a intensidade amostral não foi suficiente para apresentar dependência no espaço.

Por meio do mapa de distribuição constatou que a área florestal e quintal agroflorestal apresentaram teores de Mg que variam de 0,1 a 0,13 cmol/dm³. As áreas de pastagem e cultivo agrícola apresentam grande variação quanto as classes de distribuição, com valores de Mg que variam de 0,1 a 0,2 cmol/dm³.

4.2.6 Teores de Alumínio nos ambientes dos solos estudados

A ANAVA aplicada aos teores de Al do solo mostrou diferença estatística para o tratamento e para interação tratamento profundidade (Tabela 21).

Tabela 21 Análise de variância para a variável alumínio (cmol/dm³) presente no solo, os tratamentos avaliados foram: Sistema Agroflorestal, Cultivo agrícola, Pastagem e Floresta e as profundidades 0-10,10-20 e 20-40 cm

| FV | GL | QM |
|---------------------------|-----------|----------------------|
| Tratamento | 3 | 2,5433* |
| Profundidade | 2 | 0,1426 ^{NS} |
| Tratamento x Profundidade | 6 | 0,1687* |
| Resíduos | 60 | 0,0717 |
| TOTAL | 71 | |

CV = 16.86%. NS: Não significativo * significativo ao nível de 0,05 de significância

Como a interação tratamento x profundidade apresentou diferença estatística, realizou-se o desdobramento da interação tratamento x profundidade

para inferir sobre o comportamento do alumínio nos diferentes níveis avaliados (Tabela 22).

Tabela 22 Análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade com relação à profundidade

| FV | GL | QM |
|-------------------|-----------|---------------|
| 0-10: Tratamento | 3 | 1.1604* |
| 10-20: Tratamento | 3 | 1.0900* |
| 20-40: Tratamento | 3 | 0.6304* |
| Resíduos | 60 | 0.0717 |
| TOTAL | 71 | 0.1863 |

* significativo no nível de 0,05 de significância

Em nível de 5% de significância, observou diferença significativa da variável Al nas diferentes profundidades (Tabela 23).

Tabela 23 Conteúdo de Al (cmol/dm³) para as interações significativas, Profundidade 0-10 cm: Tipo do tratamento

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| Floresta | 2.18 a |
| Pastagem | 1.58 b |
| Cultivo agrícola | 1.45 b |
| SAF | 1.13 c |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott ($p > 0,05$).

O fragmento floresta foi o que apresentou maior teor de alumínio na profundidade 0-10 cm média 2,18 cmol/dm³ diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) dos demais ambientes. Os fragmentos de pastagem e cultivo agrícola apresentaram médias intermediárias, com teores 1.58 e 1.45 cmol/dm³, respectivamente. O tratamento formado por sistema agroflorestal apresentou a menor média de alumínio presente no solo diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) dos sistemas de uso do solo.

Constatou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) na profundidade de 10-20 cm (Tabela 24).

Tabela 24 Conteúdo de Al (cmol/dm^3) para as interações significativas, Profundidade 10-20 cm: Tipo do tratamento

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| Floresta | 2.15 a |
| Pastagem | 1.85 a |
| Cultivo agrícola | 1.50 b |
| SAF | 1.16 c |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott($p > 0,05$).

Os ambientes de floresta e pastagem apresentaram maior teor de alumínio na profundidade 10-20 cm. A área de cultivo agrícola apresentou média intermediária com 1.50 cmol/dm^3 . E área de SAF apresentou menor média observada, diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) dos demais ambientes.

Observa-se que o desdobramento à profundidade de 20-40 cm, apresentou diferença estatística (Tabela 25).

Tabela 25 Conteúdo de Al (cmol/dm^3) para as interações significativas, Profundidade 20-40 cm: Tipo do tratamento

| Tratamentos | Médias |
|--------------------|---------------|
| Pastagem | 1.81 a |
| Floresta | 1.66 a |
| Cultivo agrícola | 1.50 a |
| SAF | 1.06 b |

* Letras iguais indicam igualdade pelo Scott-Knott($p > 0,05$).

Na profundidade de 20-40 cm os fragmentos de pastagem, floresta e cultivo agrícola apresentaram maior teor de alumínio o qual diferiram estatisticamente do SAF que apresentou a menor média.

No geral observou-se maior teor de Al na área de floresta para todas as profundidades e que o sistema agroflorestal apresentou menor teor dessa variável em todas as profundidades.

Já o cultivo agrícola em todas as profundidades apresentou médias similares e baixo teor de Al, possivelmente isto pode estar aliado à reação com o cálcio, visto que nessa área foi verificado alto teor desse nutriente. Fullin e Dadalto (2001) citam que a aplicação do calcário diminui o teor de Al presente no solo.

A área florestal foi a que apresentou o menor pH e o maior teor de alumínio, o mesmo foi detectado por Feitosa (2004) que observou altos teores de alumínio e menor valor de pH, conferindo maior acidez ao solo de um fragmento da mata atlântica. Barbosa (2000) relatou que os resultados de pH versus alumínio são conhecidos como dependentes entre si e correlacionados inversamente. Ou seja, em áreas com menor pH há maior teor de Al.

Na área de SAF observou-se que os teores de Al diminuía de acordo com a profundidade. Esses resultados diferem dos resultados obtidos por Campanha et al. (2007) que observaram em área de SAF maior teor de Al à profundidade de 20-40 cm quando comparados com a profundidade de 0-20 cm.

4.2.6.1 Distribuição do Alumínio nos ambientes estudados

Para a variável alumínio utilizou-se os seguintes modelos e obtiveram-se os seguintes parâmetros: Profundidade de 0-10 modelo gaussiano, efeito pepita (0,01), patamar (0,29) e alcance espacial (312,06). Profundidade 10-20 modelo gaussiano, efeito pepita (0,01), patamar (0,35) e alcance espacial (312,06). Profundidade de 20-40 modelo gaussiano, efeito pepita (0,03), patamar (0,23) e alcance espacial (246,81).

Dessa forma, foram elaborados mapas de distribuição espacial dessa variável para os ambientes nas 3 profundidades (Figura 14).

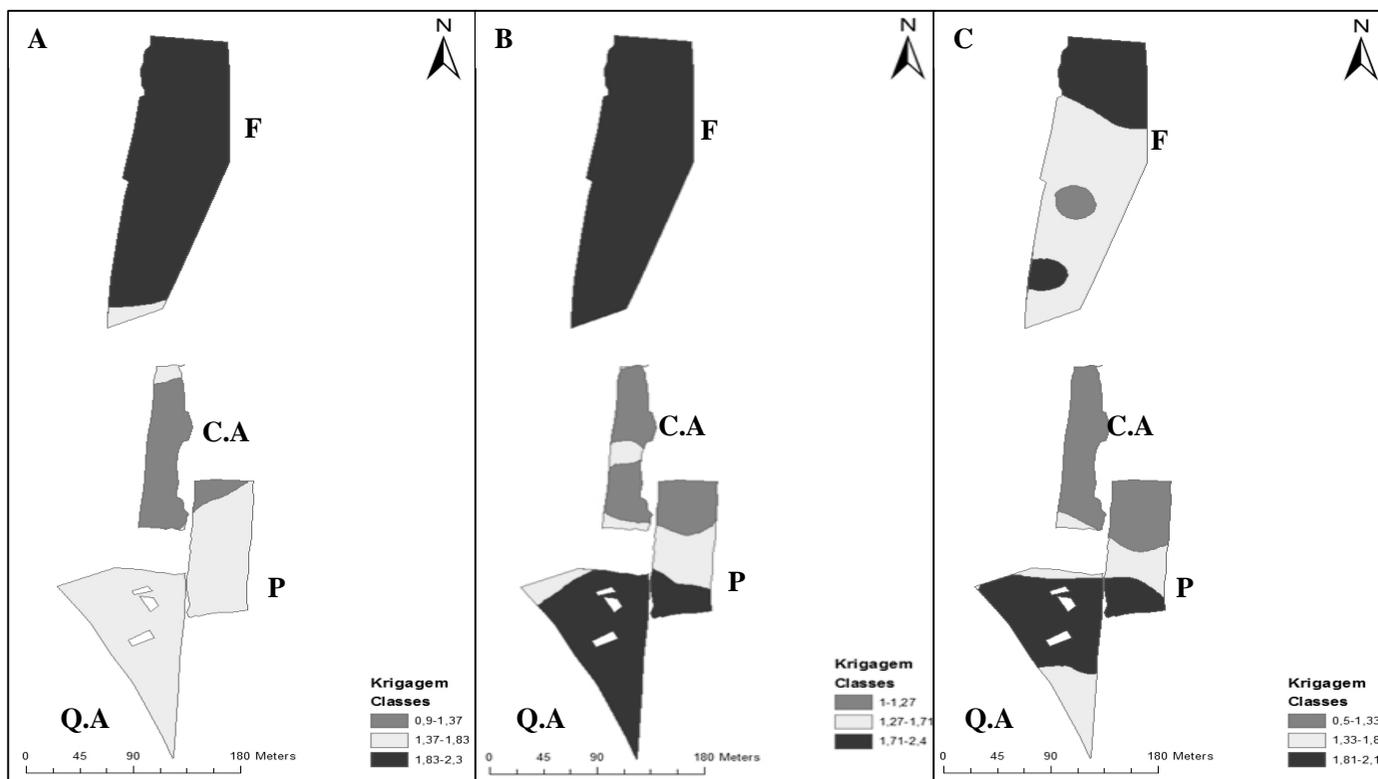


Figura 14 Mapa de distribuição espacial dos teores de alumínio (cmol/dm³) em função das classes de uso do solo

Nota: A- Profundidade de 0-10; B- 10-20; C- 20-40. As áreas são as seguintes: F- Floresta; C.A- Cultivo agrícola; P- Pastagem; Q.A- Quintal agroflorestal.

Os mapas de distribuição espacial dos teores de Al no solo (Figura 14) mostraram na profundidade de 0-10 cm (Figura 14 A) na área florestal os valores de alumínio apresentaram alto teor, com valores que variaram de 1,83 a 2,3 cmol/dm³. A área de pastagem e quintal agroflorestal apresentou valores intermediários com valores que variam de 1,37 a 1,83 cmol/dm³. O cultivo agrícola apresentou os menores teores com valores de 0,9 a 1,37 cmol/dm³.

Na profundidade de 10-20 cm (Figura 14 B) a área florestal e quintal agroflorestal apresentaram as maiores classes de valores, que variam de 1,71 a 2,4 cmol/dm³. A área de cultivo agrícola apresentou em sua maior parte classe intermediária, com valores de 1,27 a 1,71 cmol/dm³. Já a área de pastagem apresentou maior heterogeneidade quanto à distribuição do Mg no solo, com as 3 classes de valores que variam de 1,1 a 2,4 cmol/dm³.

A distribuição espacial do Al na profundidade de 20-40 cm (Figura 14 C) constou que a floresta e pastagem apresentaram maior variação quanto aos valores de Al que variaram de 0,5 a 2,1 cmol/dm³. O cultivo agrícola apresentou os menores teores com valores que variam de 0,5 a 1,33 cmol/dm³. Já o quintal agroflorestal apresentou classes de valores que variam de médio a alto com 1,33 a 2,1 cmol/dm³ de Al no solo.

No geral, para as três profundidades de solo (0-10; 10-20; 20-40 cm) a floresta apresentou os maiores de Al no solo, quando comparado com os demais ambientes (Figura 14).

5 CONCLUSÕES

Quanto à composição florística, as espécies do quintal agroflorestal apresentaram características alimentares, enquanto a floresta apresentou potencial madeireiro.

Há semelhança entre as características química do solo do quintal agroflorestal e da floresta, visto que os teores de P, K, Mg não apresentaram diferença estatística entre a floresta e o quintal agroflorestal estudados.

Os mapas de distribuição espacial possibilitaram a visualização dos elementos em lugares não amostrados, exceto para a variável Mg nas profundidades de 10-20 e 20-40 cm.

Com exceção do alumínio, a distribuição dos teores das variáveis estudadas não foi afetada pela profundidade do solo em seus respectivos sistemas de uso do solo.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, São Paulo, v.1, n.2, p. 50-59, 2008.
- ACRE. **Lei nº 1.426**, de 27 de dezembro de 2001. Dispõe sobre a preservação e conservação das florestas do Estado, institui o Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas, cria o Conselho Florestal Estadual e o Fundo Estadual de Florestas. Rio Branco, 2001. Disponível em: <http://webserver.mp.ac.gov.br/wpcontent/files/Lei_Estadual_1.426_de_2001.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2012.
- ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Programa estadual de zoneamento ecológico-econômico do Acre: zoneamento ecológico-econômico do Acre: fase II: documento síntese: escala 1:250. 000**. Rio Branco, 2010a. 356 p.
- _____. **Relatório da Comissão Estadual de Gestão de Riscos Ambientais - CEGdRA**. Rio Branco, 2010b. 1 CD-ROM.
- _____. **Zoneamento ecológico-econômico do Acre fase II: documento síntese: escala 1:250. 000**. Rio Branco, 2006. 355p.
- ALAM, M. S.; MASUM, K. Status of homestead biodiversity in the Off shore Island of Bangladesh. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, Ma'an, v. 1, n. 3, p. 246-253, 2005.
- ALFAIA, S.S.et al. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in Western Amazonia. **Agriculture, Ecosystem and Environmental**, New York, v. 102, p. 409-414, May 2004.
- ALMEIDA, M.V. C.et al. **Sistemas agroflorestais como alternativa auto-sustentável para o Estado de Rondônia**. Porto Velho: PLANAFLORO; PNUD, 1995. 59 p.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 400 p.

ANDRADE, E.B. Desmatamento, solos e agricultura na Amazônia Legal. In: _____. **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Brasília: MMA, 2001. p. 235-257.

ANDRADE, L. C. et al. Adoção de novos paradigmas na organização e gestão de empreendimentos solidários: um estudo sobre o processo produtivo do açaí por meio das associações e cooperativas no território rural do Baixo Tocantins, Pará, Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008. 1 CD-ROM.

AZEVEDO, E. C. **Uso de geostatística e recursos de geoprocessamento no diagnóstico da degradação de um solo argiloso sob pastagem no estado do Mato Grosso**. 2004. 132f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BARBOSA, F.A.R. et al. Metodologia de pesquisa e extensão em sistemas agroflorestais para comunidades de pequenos produtores rurais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 2000, Manaus. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 2000. p.303.(Documentos, 27).

BARBOSA, J.H.C. **Dinâmica da serrapilheira em estágios sucessionais de floresta atlântica**: reserva biológica de Poços das Antas. 2000. 202 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2000.

BARRETO, A. C. et al. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.4, p.415-425, out./dez. 2006.

BRIENZA JÚNIOR, S. et al. Sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira: análise de 25 de pesquisa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 60, p. 67-76, dez. 2009.

BRILHANTE, M.O. et al. Avaliação da sustentabilidade de sistemas agroflorestais no Vale do Juruá, Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: EMBRAPA, 2002. 1 CD-ROM.

CABALLERO, J. Maya home gardens: past, present and future. **Etno ecológica**, Ciudad del México, v.1, n.1, p.35-54, 1992.

CAMPANHA, M. M. et al. Análise comparativa das características da serapilheira e do solo em cafezais (*Confia arábica* L.) cultivados em sistema agroflorestal e em monocultura, na Zona da Mata, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 805-812, set./out. 2007.

CARVALHO, M.P.; TAKEDA, E.Y.; FREDDI, O.S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 695-703, abr. 2003.

CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.254-258, 2001.

COMBE, J.; BUDOUWSKI, G. Clasificación de las técnicas agroforestales: una revisión de literatura. In: _____. **Taller sistemas agrolorestales em America Latina**. Turrialba: CATIE, 1979.p. 17-48.

CORÁ, J. E.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo antes e após calagem e fosfatagem em doses variadas na cultura de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 374-387, 2006.

COSTA, F. C. T. da; XIMENES, T.; MCGRATH, A. Influência do mercado sobre a diversidade dos pomares caseiros da várzea do Baixo Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC-CEPEC, 2002. 1CD-ROM.

COSTA, F. P.; LIMA, J. S. S. Co-krigagem na distribuição espacial do cálcio baseado no pH em um latossolo cultivado com café conilon. **Nucleus**, Ituverava, v.8, n.1, p. 269-276, abr.2011.

COSTANTIN, A. M. **Quintais agroflorestais na visão dos agricultores de Imaruí, SC**. 2005. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DAS, T.; DAS, A. K. Inventoryng plant biodiversity in home gardens: a case study in Barak Balley, Assam, North East India. **Current Science**, Columbus, v. 89, n.1, p.155-163, 2005.

DUBOC, E. **Cerrado: sistemas agroflorestais potenciais**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2006. 125 p.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAAF, 1996. v. 1, 228p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Diagnóstico e planejamento de sistemas agroflorestais na microbacia Ribeirão Novo, município de Wenceslau Braz, Estado do Paraná**. Colombo, 1998. 54 p. (Documentos, 35).

ENGEL, V. L. Sistemas agroflorestais: conceitos e aplicações. introdução aos sistemas agroflorestais. In: _____. **Introdução aos sistemas agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. p. 1-15.

ESPIG, S. A. et al. Distribuição de nutrientes entre a vegetação florestal e o solo em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 2, p. 132-137, abr./jun. 2008.

ESTERIK, P. V. **Amamentação e segurança alimentar**. Disponível em: <<http://www.fbsan.org.br/amsalimentar/.htm>>. Acesso em: 1 ago. 2012.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. 2005. 186 p. Monografia (Especialização em Solos e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

FEITOSA, A. A. N. **Diversidade de espécies florestais arbóreas associada ao solo em topossequência de fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco**. 2004. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

FERNANDES, E. C. M.; NAIR, P. K. P. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. **Agricultural Systems**, Essex, v. 21, p. 279-310, 1986.

FERRAZ, J.; OHTA, S.; SALLES, P.C. Distribuição dos solos ao longo de dois transectos em floresta primária ao Norte de Manaus, AM. In: HIGUCHI, N. et al. (Ed.). **Pesquisas florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1998. p. 110-143.

FERREIRA, S. J. F. et al. Nutrientes na solução do solo em floresta de terra firme na Amazônia Central submetida à extração seletiva de madeira. **Acta Amazônica**, Manaus, v.36, n.1, p. 59-68, jan./mar. 2006.

FIALHO, J. F.; BORGES, A. C.; BARROS, N. F. Cobertura vegetal e características químicas e físicas e atividade da microbiota de um solo vermelho-amarelo distrófico. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n. 1, p. 21-28, 1991.

FRANKE, I. L. et al. **Aptidão natural para o cultivo do Açaí (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatória* Mart.) no estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA, 2001. 5 p. (Comunicado Técnico, 142).

FREITAS, C.G.; ROSA, L. S.; MACEDO, R.L.G. Características estruturais e funcionais dos quintais agroflorestais da comunidade quilombola de Abacatal, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBSAF, 2004. p.518-520.

FREITAS, J. L. **Sistemas agroflorestais e sua utilização como instrumento de uso da terra: o caso dos pequenos agricultores da Ilha de Santana, Amapá, Brasil**. 2008. 247 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

FULLIN, E.A.; DADALTO, G.G. Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas. In: _____. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: quarta aproximação**. Vitória: SEEA; INCAPER, 2001. p.21-55.

GAMA, M. M. B.; GAMA, J. R. V.; TOURINHO, M. M. Huertos caseros em la comunidade de Villa Cuera, em el Município de Bragança em el Noroeste Paraense. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v. 6, n. 24, p. 13-18, 1999.

GAMERO, V.E.M.; LOK, R.; SOMARRIBA, E. Análisis agroecológico de huertos caseros tradicionales em Nicaragua. **Agroforesteria en las Américas**, Turrialba, v.3, n.11/12, p.36-40, 1996.

GAZEL-FILHO, A.B. **Composição, estrutura e função de quintais agroflorestais no município de Mazagão, Amapá**. 2008. 104 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

GEILFUS, F. Los sistemas agroforestales. In: _____. **El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo**. Santo Domingo: ENDA; CATIE, 1989. p. 97-245.

GOMES, G. S. **Quintais agroflorestais no município de Irati-Paraná, Brasil: agrobiodiversidade e sustentabilidade socioeconômica e ambiental**. 2010. 161 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GONÇALVES, A. C.; FOLEGATTI, M. V. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo, ao longo de uma transeção em área irrigada por pivô central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 24., 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1995. p.95-190.

GUIMARÃES, R. G. **A importância de quintais domésticos com relação à alimentação e renda familiares**. 1998. 40 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

GUNDERSON, L. Ecological resilience-in theory and application. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.31, p.425-439, 2000.

HEINSDJIK, D.C.; CAMPOS, J.C.C. Programa de manejo das florestas de produção Estaduais. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.6, p.365-405, 1967.

HILDEBRAND, P.; POATS, S.; WALECKA, L. **Introdução à pesquisa e extensão de sistemas agrícolas florestais**. Gainesville: University Press of Florida, 1992.23p.

HOUSSEINI, E.; GALLICHAND, J.; CARON, J. Comparison of several interpolators for smoothing hydraulic conductivity data in south west Iran. **American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v. 36, n. 6, p.1687-1693, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

INSTITUTO DA POTASSA E FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.

JAKOB, A. A. E. A Krigagem como método de análise de dados demográficos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 13.,2002, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2002.1 CD-ROM.

JONHSON, D.; NAIR, P.K. Perennial crop-based agroforestry systems in Northeast Brazil. **Agroforestry Systems**, Heidelberg, v.2, p. 281-292, 1985.

JOURNEL, A. G.; RAO, S. E. **Deriving conditional distributions from ordinary kriging**. Palo Alto: Stanford Center for Reservoir Forecasting, 1996. 25 p. (Report, 9).

KAGEYAMA, P.Y. Biodiversidade e sistemas agroflorestais. In: WORKSHOP SOBRE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1., 1999, Campinas. **Anais...** Campinas:UNICAMP,1999. p. 26-32.

KEHLENBECK, K.; MAASS, B. L. Crop diversity and classification of homegardens in Central Sulawesi, Indonesia. **Agroforestry Systems**, Heidelberg, v.63, n. 1, p.53-62, 2004.

LEÃO, A. B.et al. Variabilidade espacial de fósforo em solo do perímetro irrigado Engenheiro Arcoverde, PB. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.1-6, 2007.

LEEUWEN, J. van et al. Transforming shifting cultivation fields into productive forests. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...**Porto Velho: EMBRAPA, 1994. v. 2, p. 431-438.

LUNZ, A. M. P. Quintais agroflorestais e o cultivo de espécies frutíferas na Amazônia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 1255-1258, 2007.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**.Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 205p.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**.Lavras: UFLA, 2010. 331 p.

MARIN, A. M. P. **Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo**.2002. 83f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

MAY, P.H. Viabilidade financeira, renda familiar e serviços gerados por SAFs. In: _____. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretária de Agricultura Familiar, 2008. p. 63-84.

MENEZES, J. M. T. et al. Comparação entre solos sob uso agroflorestal e em florestas remanescentes adjacentes no Norte de Rondônia. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 32, n. 6, p. 893-898, nov./dez. 2008.

MENEZES-FILHO, L.C.L.; FERRAZ, P.A.; BRILHANTE, N. A. **Comportamento de 25 espécies madeireiras introduzidas no Parque Zoobotânico**.Rio Branco: UFAC, 1995. 36p.

MORAES, A. de. Pastagem como fator de recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGEM, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: UNESP, 1993. p. 191-215.

MOTOMIYA, A. V. A. et al. Uso da krigagem indicatriz na avaliação de indicadores de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 485-496, maio/jun. 2006.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley, 1974.574p.

NAIR, P. K. R. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. **Agricultural Systems**, Essex, v. 21, p. 279-310, 1986.

_____. **An introduction to agroforestry**. Wageningen: Kluwer Academic, 1993. 449 p.

_____. The enigma of tropical homegardens. **Agroforestry Systems**, Heidelberg, v. 61, p. 135-152, Feb. 2004.

NAIR, P. K. R.; DAGAR, J.C. In approach to developing methodologies for evaluating agroforestry systems in India. **Agroforestry Systems**, Heidelberg, v. 16,n. 1, p. 15-81, Oct. 1991.

NEVES, L. S.; ERNANI, P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 33,n. 1, p. 25-32, jan./fev. 2009.

NEVES, Y. Y. B. et al. Caracterização dos quintais agroflorestais peri-urbanos na cidade de Cruzeiro do Sul, Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém. **Anais...**Belém: SAF, 2011.1 CD-ROM.

OLIVEIRA, C. M. et al. Comparação entre atributos físicos e químicos de solo sob floresta e pastagem. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, ano 7, n. 12, ago. 2008. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/florestal12/pages/artigos/REEF-ANOVII-VOL12-ART08.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2012.

PENEIREIRO, F. M. A experiência com agrofloresta no Projeto de Assentamento Humaitá, Porto Acre, AC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...**Ilhéus: UFBA, 2002. 1 CD-ROM.

PENEIREIRO, F. M. et al. Avaliação da sustentabilidade de sistemas agroflorestais no leste do Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA, 2000.p.427-429.

PIMENTEL-GOMEZ, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

POUBEL, R.O. **Hábitos alimentares, nutrição e sustentabilidade**: agroflorestas sucessionais como estratégia na agricultura familiar. 2006. 142f.Dissertação (Mestrado em Políticas e Gestão Ambiental)- Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

PRADO, A.; CALERO, F. F. **Huertos caseros**. Managua: IRENA, 1993. 9 p. (IRENA. Ficha Técnica, 23).

PRICE, N. W. **El huerto mixto tropical**: un componente agroforestal de la finca pequeña. San José: CATIE, 1983. 33p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**:a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

RIBEIRO-JÚNIOR, P. J.; GEOR, P. J. D.A package for geostatistical analysis. **R-News**, New York, v. 1, n. 2, p. 15-18, June 2001.

RODRIGUES, F. Q. **Composição florística, estrutura e manejo de sistemas agroflorestais no vale do rio Acre, Amazônia, Brasil**.2005. 81 p. Dissertação Mestrado (Dissertação em Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2005.

RODRIGUES, R.C. et al. Calagem e disponibilidade de nutrientes após a incubação de um Neossolo Quartzarêmico.**Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 61, n. 1, p. 31-38, 2004.

RONDON NETO, R. M. et al. Os quintais agroflorestais do assentamento rural Rio da Areia, município de Teixeira Soares, PR. **Cerne**, Lavras, v.10, n.1, p.125-135, jan./jun. 2004.

ROSA, L. S. et al. Aspectos estruturais e funcionais dos quintais agroflorestais localizados nas várzeas do Costa Amapaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Resumos Expandidos...** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998a.p. 164-166.

_____. Avaliação e diversificação dos quintais agroflorestais na Comunidade de Murinim, Benfica, Município de Benevides, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Resumos Expandidos...** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998b. p. 166-169.

SABINO-NETO, P. S. et al. Análise espacial de parâmetros da fertilidade do solo em região de ecótono sob diferentes usos e manejos. **Ciências Agrárias**, Teresina, v. 32, n. 2, p. 541-552, 2011.

SANTOS, M. J. C. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental**. 2000. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2000.

SCHREINER, H.G. Pesquisa em agrossilvicultura no sul do Brasil: resultados, perspectivas e problemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS: MANEJANDO A BIODIVERSIDADE E COMPONDO A PAISAGEM RURAL, 3., 2000, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2000. p. 303-308.

SERRÃO, E. A. Desenvolvimento agropecuário e florestal na Amazônia proposta para o desenvolvimento científico e tecnológico. In: COSTA, J.M.M. (Org.). **Amazônia: desenvolvimento econômico, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade de recursos naturais**. Belém: UFPA, 1995. p. 57-104.

SILVA, A. K. R. **Diagnóstico das espécies florestais utilizadas no setor moveleiro do vale do Juruá**. 2010. 37 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2010.

SIVIERO, A. et al. Cultivo de espécies alimentares em quintais Urbanos de Rio Branco, Acre, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v.25, n. 3, p. 549-556, 2011.

_____. Emergência das redes de agricultura de base ecológica no sudoeste da Amazônia. In: REUNIÃO AMAZÔNICA DE AGROECOLOGIA, 1., 2007, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2007. 1CD-ROM.

SMITH, N. et al. **Experiências agroflorestais na Amazônia brasileira: restrições e oportunidades: programa piloto para a proteção das florestas tropicais do Brasil.** Brasília: EMBRAPA, 1998. 146p.

SOUSA, D.G.M.; VOLKWEISS, S.J. Efeito residual do superfosfato triplo aplicado em pó e em grânulos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, p. 141-146, 1987.

SOUZA, L. S.; COGO, N. P.; VIEIRA, S. R. Variabilidade de fósforo, potássio e matéria orgânica no solo em relação a sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 22, p. 77-86, dez. 1998.

_____. Variabilidade de propriedades físicas e químicas do solo em pomar cítrico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 12, p. 367-372, maio 1997.

TORNQUIST, C. G. et al. Agroforestry system effects on soil characteristics of the Sarapiquí region of Costa Rica. **Agriculture, Ecosystem sand Environment**, Amsterdam, v. 73, p. 19-28, Mar. 1999.

VERGARA, N.T. Agroforestry: a sustainable land use for fragile ecosystems in the humid tropics. In: GHOLZ, H.L. (Ed.). **Agroforestry: realities, possibilities and potentials.** Wageningen: Nijhoff, 1987. p. 7-20.

VIANA, V.M.; DUBOIS, J.C.L.; ANDERSON, A. A importância dos sistemas agroflorestais para a Amazônia. In: FUNDAÇÃO FORD. **Manual agroflorestal para a Amazônia.** Rio de Janeiro: REBRAAF, 1996. v.1, p. 28-228.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFFER, C. E. G. R. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-54.

VIEIRA, T. A. et al. Gênero e sistemas agroflorestais: o caso de Igarapé-Açu, Pará, Brasil. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, v. 50, p. 143-154, jul./dez. 2008.

VÍQUEZ, E. et al. Caracterización del huerto mixto tropical “La Asunción”, Masatepe, Nicaragua. **Agroforesteria en las Américas**, Turrialba, v. 2, n. 1, p. 5-9, 1994.

VIVAN, J. L.; MONTE, N. L.; GAVAZZI, R. A. **Implantação de tecnologias de manejo agroflorestal em terras indígenas do Acre**. Brasília: PDA, 2002. 76 p. (Experiências PDA, 3).

WAZEL, A.; BENDER, S. Plant species diversity of homegardens of Cuba and its significance for household food supply. **Agroforestry Systems**, Heidelberg, v. 57, n. 1, p. 39-49, 2003.

WIERSUM, K.F. Tree gardening and Taungya on Java: exemplares of agroforestry techniques. **Agroforestry System**, Heidelberg, v.1, p. 53-70, 1982.

WIETHÖLTER, S. et al. Fósforo e potássio no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N. (Ed.). **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1998. p.121-149.