



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - POSAGRO

AUGUSTO CÉSAR FALCÃO SAMPAIO

**SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO SOB AS
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE UM ARGISSOLO**

BOA VISTA-RR

2017

AUGUSTO CÉSAR FALCÃO SAMPAIO

**SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO SOB AS
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE UM ARGISSOLO**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Roraima *Campus* Cauamé, em parceria com a Embrapa Roraima, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Manejo do Solo e Água.

Orientador: Prof. Dr. José Frutuoso do Vale Júnior

Coorientador: Dr. Edmilson Evangelista da Silva

BOA VISTA - RR

2017

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

S192s Sampaio, Augusto César Falcão.

Sistemas integrados de produção sob as características microbiológicas de um argissolo / Augusto César Falcão Sampaio, 2017.

80 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Frutuoso do Vale Júnior

Coorientador: Dr. Edmilson Evangelista da Silva

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Roraima.

1 – Qualidade dos solos. 2 – Manejo dos solos. 3 – Biomassa microbiana. I – Título. II – Vale Júnior, José Frutuoso do (orientador).

CDU – 631.442.4

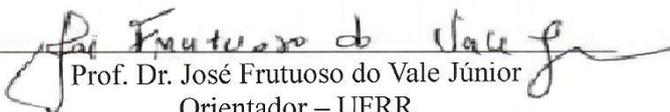
Bibliotecária responsável: Keyla Rebouças Soares - CRB 11/721 - AM

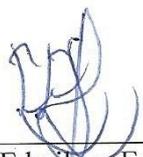
AUGUSTO CESAR FALCÃO SAMPAIO

SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO SOB AS CARACTERÍSTICAS
MICROBIOLÓGICAS DE UM ARGISSOLO

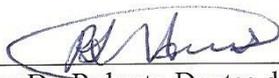
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, em
parceria com a Embrapa Roraima, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia, Área de Concentração:
Produção Vegetal.

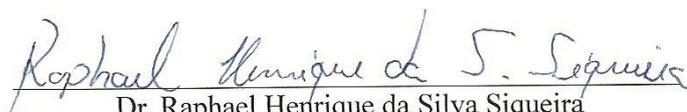
Aprovado: 21 de setembro de 2017.


Prof. Dr. José Frutuoso do Vale Júnior
Orientador – UFRR


Pesquisador Dr. Edmilson Evangelista da Silva
Coorientador – EMBRAPA Roraima


Prof. Dr. Plínio Henrique Oliveira Gomide
UERR


Pesquisador Dr. Roberto Dantas de Medeiros
EMBRAPA Roraima


Dr. Raphael Henrique da Silva Siqueira
PNPD/CAPES

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a Deus, por ter me abençoado em todos momentos de minha vida;

Dedico esta dissertação a minha avó *Geny Cavalcante Falcão* (in memoriam), no qual acreditou no meu potencial, agradeço a ela por esta concluindo esse mestrado.

Dedico esta dissertação a *Bruna Rufino dos Santos*, por nunca hesitar em me acompanhar nos mais tortuosos caminhos;

Dedico esta dissertação a os brasileiros de boa índole, que desejam que o Brasil seja um país melhor;

Dedico esta dissertação a meus pais *José Roberto Sampaio de Araújo* e *Maria José Cavalcante Falcão*, que fizeram o impossível para me educar conforme um cidadão de bem, dando sempre a oportunidade de estudar.

“Na medida em que você se desliga do espírito daquela era, está ligado ao espírito de todas as eras. Em suma, na constituição do próprio indivíduo, já está dada toda a dialética entre o mundo do sensível ou da temporalidade e o mundo da eternidade. ”

(Olavo de Carvalho)

AGRADECIMENTOS

Desafio tão grande quanto escrever esta Dissertação, foi utilizar apenas duas páginas para agradecer as pessoas que fizeram parte desta minha trajetória de 2 anos na Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima.

Início dos agradecimentos, por Deus e a Maria Santíssima, por sempre me abençoar e atender minhas preces;

Como não poderia deixar os agradecimentos por meus pais, que sempre primaram pela minha Educação. Obrigado Sr. José Roberto Sampaio de Araújo e Sra. Maria José Cavalcante Falcão por, além de me oferecerem a oportunidade de estudar e sempre estarem presentes, sou muito Feliz por isso.

Uma vez dentro da Universidade Federal de Roraima - POSAGRO, algumas inúmeras pessoas me convenceram a continuar os estudos após a graduação, mostrando-me a nobre função da Pesquisa: produzir novos conhecimentos. Edmilson Evangelista da Silva foi uma dessas pessoas, o pesquisador personificado, sempre me induzindo a pensar criticamente e ser um indivíduo aquém do esperado, muitíssimo obrigado.

Na área acadêmica, tive a grande oportunidade de acompanhar durante estes anos uma pessoa muito especial, chamado Ivandro de França da Silva. Não apenas pela didática impecável em sala de aula, mas também pela seriedade com que trata o Manejo dos Solos, obrigado pelo exemplo. Não posso deixar de agradecer também dois grandes incentivadores, que mesmo a partir de outras instituições, marcaram importante presença em minha vida acadêmica, obrigado Aldeni Barbosa e Raunira Araújo.

Estendo meus agradecimentos aos funcionários da Embrapa Roraima, bem como aos companheiros de Laboratório, em especial: Eliane, Brenda (in memoriam), Márcio André como todos que fazem parte do laboratório de microbiologia, obrigado pela prontidão e ensinamentos.

Aos amigos de República Federativa Paraibana, Edgley Soares, Emília Morinigo, Fernanda Ramalho e Pedro Henrique, pela convivência de compartilhamento do lar e as brincadeiras no qual se fez muito importante para meu desenvolvimento.

Agradeço a oportunidade em te conhecido os amigos hondurenhos e espanhol, Selvin Saravia, Jorge Zamir e Isma Montero, prazer enorme em ter compartilhado experiências e muita descontração durante estes dois anos de curso de mestrado, obrigado por ter lhes conhecido.

Agradeço ainda a minha avó Geny Cavalcante Falcão (in memoriam), que sinto estais próxima a mim, através da família que ela formou: Tia Magna, Tia Ana Lúcia, Tia Ana Maria, Tio Ermano dentre outros Tios. Agradeço a DEUS por poder citar todas estas pessoas neste momento tão importante, obrigado por colocá-las tão caprichosamente em minha vida.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Meu agradecimento mais profundo só poderia ser dedicado a essas duas mulheres: minha Mãe, Maria José Cavalcante Falcão e a Bruna Rufino dos Santos. O tempo todo ao meu lado, incondicionalmente. Nos momentos mais difíceis, que não foram raros nestes últimos anos, sempre me fazendo acreditar que chegaria ao final desta difícil, porém gratificante etapa. Este período nos mostrou a verdade sobre o meu potencial e da humildade que deve impostas nos momentos mais árduos da caminhada! Sou grato a vocês por cada gesto carinhoso, cada sorriso e a minha mãe, estou ansioso por estar ao seu lado em breve. Muitíssimo obrigado.

SAMPAIO, Augusto César Falcão. **Sistemas Integrados de Produção Sob as Características microbiológicas em um Argissolo**. 2017. 80 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Manejo do Solo e Água). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, 2017.

RESUMO

O sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) é uma alternativa de conservação dos recursos naturais. Tem por sua essência incluir culturas anuais e espécies silviculturais juntamente com pastagens em mesma área, com finalidade de aumentar os lucros, manter e ou melhorar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Neste sentido, objetivou-se avaliar a atividade dos atributos microbiológicos de um solo em diferentes profundidades e sistemas de cultivo em ecossistema amazônico. O estudo foi realizado no período de novembro de 2015 a agosto de 2016, numa propriedade particular denominada Fazenda São Paulo, localizada nas proximidades da Vila do Roxinho, no município de Iracema, estado de Roraima, Brasil. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4x2 com quatro repetições. Foram avaliadas quatro áreas integração Lavoura-Pecuária (iLP), integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), floresta nativa e uma área de pastagem extensiva), duas profundidades do solo (0-10 e 10-20 cm), nas estações seca e chuvosa para a região. Avaliou-se o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana, respiração basal do solo, quociente microbiano, quociente metabólico e os atributos químicos do solo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e em função da significância realizou-se teste de comparação de médias. Verificou-se que a Pastagem e a Floresta Nativa sobressaíram sobre os demais sistemas (iLP e iLPF), no período chuvoso com valores médios de carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C) de 149,56 e 134,51 mg C kg solo⁻¹ respectivamente. A respiração basal do solo foi superior (0,92 mg C – CO² · kg⁻¹ solo · h⁻¹) na área com iLPF em relação aos demais sistemas, no período chuvoso. A Floresta Nativa apresentou o maior quociente microbiológico do solo nos Períodos Seco e Chuvoso (5,40 e 5,14 %). O nitrogênio da biomassa plus no período seco, foi superior nas áreas de Pastagem e Floresta Nativa em relação aos demais sistemas, com valores de 615,59 e 614,48 mg N kg solo⁻¹ respectivamente. As áreas de iLP e iLPF apresentaram valores de Carbono Total de 6,87 e 7,40 g C kg⁻¹ solo respectivamente, sendo a profundidade de 0-10 cm a de maior teor médio. Os sistemas de Pastagem e Floresta Nativa apresentam os melhores atributos microbiológicos do solo, independente dos períodos estudados. A camada superficial apresenta os melhores resultados para os atributos microbiológicos do solo no período chuvoso. A respiração basal do solo demonstra correlação mais significativa. O carbono plus da biomassa e a BMS-C se correlacionam mais fortemente com o período seco.

Palavras chaves: indicadores de qualidade do solo, biomassa microbiana do solo, sistemas de integração, sensibilidade ao manejo.

SAMPAIO, Augusto César Falcão. **Soil Microbiological attributes Crop-Livestock Systems Integration in the Amazon**. 2016. 80 p. Dissertation (Masters in Agronomy, Soil and Water). Graduate Program in Agronomy, Federal University of Roraima, Boa Vista, RR, 2016.

ABSTRACT

The crop-livestock-forest integration system (iLPF) is an alternative for the conservation of natural resources. Its main essence is to include annual crops and silvicultural species together with pastures situated in the same area, in order to increase profits, maintain and improve the chemical, physical and biological attributes of the soil. In this sense, the objective was to evaluate the behavior of microbiological attributes of a soil at different depths and cropping systems in the Amazonian ecosystem. The study was carried out from November 2015 to August 2016, in private property called Fazenda São Paulo, located in the vicinity of Vila do Roxinho, in the municipality of Iracema, state of Roraima, Brazil. A completely randomized design was used in a 4x2 factorial scheme with four replications. Four areas (crop-livestock integration (iLP), crop-livestock-forest integration (iLPF), native forest and an extensive pasture area) and two soil depths (0-10 and 10-20 cm) were evaluated. The microbiological and chemical attributes of the soil were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and, according to the significance, the means comparison test was performed. It was verified that pasture and native forest stood out over the other systems (iLP and iLPF), in the rainy season with mean values of BMS-C of 149,56 and 134,51 mg C kg soil⁻¹. Soil Basal Breath was higher (0,92 mg C - CO₂ · kg⁻¹ soil · h⁻¹) in the area with iLPF in relation to the other systems in the rainy season. The native forest presented the highest microbiological quotient of the soil in the Dry and Rainy Periods (5,40 and 5,14%). Nitrogen from Biomass Plus in the dry period was higher in the Pasture and Native Forest areas in relation to the other systems, with values of 615,59 and 614,48 mg N kg soil⁻¹ respectively. The areas of iLP and iLPF presented values of Total Carbon of 6,87 and 7,40 g C kg⁻¹ soil respectively, being the depth of 0-10 cm of the highest average content. It was concluded that the Pasture and Native Forest systems presented the best microbiological attributes of the soil, independent of the periods studied. The 0-10 cm layer in the rainy season presented the best results for soil microbiological attributes. Basal Breath of Soil in the rainy season was the microbiological attribute that obtained a more significant correlation, whereas in the Dry Period the attributes that most correlated were the Carbon Plus of the Soil Microbial Biomass and the Soil Microbial quotient.

Key words: soil microbes, soil management, iLPF.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	102
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 A Amazônia Legal.....	15
3.2 Sistemas agropecuários na Amazônia.....	16
3.3 Integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF).....	18
3.4. Indicadores de Qualidade do Solo (IQS).....	20
3.4.1.1. Biomassa Microbiana.....	22
3.4.1.2. Carbono e Nitrogênio da Biomassa Microbiana.....	24
3.4.1.3. Respiração Basal do Solo.....	26
3.4.1.4. Quociente metabólico do solo (qCO_2).....	27
3.4.1.5. Quociente microbiano do solo ($qMicro$).....	27
3.4.1.6. “ Pool” de carbono e nitrogênio (BMS – CP, BMS – NP) por fumigação-extração com clorofórmio.....	28
3.4.2. Atributos Químicos do Solo.....	29
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1. Histórico e Descrição da Área de Estudo.....	31
4.1.1. Manejo de Adubação e Tratos Culturais.....	34
4.1.2. Produtividade dos Componentes nos Sistemas.....	34
4.1.3. Caracterização da Vegetação Natural da Área – Tratamento Floresta Natural.....	35
4.2. Caracterização do Solo e Clima.....	36
4.3. Coletas de Amostras de Solo.....	37
4.4. VARIÁVEIS.....	38
4.5 AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO.....	39
4.5.1 Determinações do N e C da biomassa microbiana (BMS-N e BMS-C).....	39
4.5.2 Respiração Basal do Solo (RBS).....	40
4.5.3. Determinação do Quociente Metabólico (qCO_2).....	41
4.5.4. Determinação do Carbono do Quociente Microbiano ($qMicro-C$).....	41
4.5.5. Determinação do Nitrogênio do Quociente Microbiano ($qMicro-N$).....	41
4.5.6. Determinação do Carbono Microbiano do Solo Plus (BMS – CP).....	42

4.5.7. Determinação do nitrogênio microbiano do solo Plus (BMS-NP).....	42
4.5.8. Determinação do Carbono do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro-CP).....	42
4.5.9. Determinação Do Nitrogênio do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro-NP)	42
4.6. AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO	43
4.6.1. Determinação do Carbono Orgânico Total do Solo (COT).....	43
4.6.2. Determinação do Nitrogênio Total (NT).....	43
4.6.3. Determinação do Carbono Lábil (CL).....	44
4.6.4. Determinação do Nitrogênio Lábil (NL).....	44
5. ANALISE ESTATÍSTICA.....	44
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6.1 ATRIBUTOS MICROBIANO DO SOLO.....	45
6.1.1. Carbono da Biomassa do Solo (BMS – C).....	45
6.1.2. Respiração Basal do Solo (RBS).....	47
6.1.3. Nitrogênio da Biomassa do Solo (BMS – N)	48
6.1.4. Quociente Microbiano do Solo (q Micro)	49
6.1.5. Quociente Metabólico (qCO_2).....	50
6.1.6. Nitrogênio da Biomassa Plus (BMS – NP)	52
6.1.7. Carbono do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro – CP).....	52
6.1.8. Nitrogênio do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro – NP).....	53
6.1.9. Carbono da Biomassa Plus (BMS – CP)	53
6.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO	55
6.2.1 Carbono Orgânico Total (COT)	55
6.2.2 Nitrogênio Total (NT)	56
6.2.3. Carbono Lábil (CL)	56
6.2.4. Nitrogênio Lábil	57
6.3. ANALISES DAS MATRIZES DE CORRELAÇÕES	57
6.3.1. Correlação dos Atributos Microbiológicos	57
7.CONCLUSÕES.....	61
8. REFERÊNCIAS	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Histórico dos sistemas de integração Lavoura-Pecuária e integração Lavoura-Pecuária-Floresta, uma floresta nativa e uma área de pastagem extensiva, com descrições das culturas manejadas, no município de Iracema, RR.	33
Tabela 02. Variáveis biológicas e químicas analisadas, siglas, unidades e citações dos métodos empregados em suas determinações.....	38
Tabela 03. Valores médios dos atributos microbiológicos, Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C), Respiração Basal do Solo (RBS), Quociente Microbiano do Solo (qMicro), em função de diferentes sistemas de cultivo e profundidade do solo, nos períodos seco e chuvoso, Iracema – RR.....	466
Tabela 04. Desdobramento da interação significativa entre profundidades e sistemas para Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C), nos Períodos Seco, Iracema – RR.....	47
Tabela 05. Desdobramento da interação significativa entre profundidades e sistemas, Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-N), nos períodos seco e chuvoso, Iracema – RR.....	48
Tabela 06. Valores médios dos atributos microbiológicos, Quociente Metabólico do Solo (qCO ₂), Biomassa Microbiana do Solo Plus (BMS – NP) e Carbono do Quociente Microbiano do Solo Plus (QMicro – CP), Nitrogênio do Quociente Microbiano do Solo Plus (QMicro – NP) em função de diferentes sistemas de cultivo e profundidade do solo, nos períodos seco e chuvoso, Iracema – RR.....	511
Tabela 07. Desdobramento da interação significativa entre profundidades e sistemas, para o Carbono da Biomassa Microbiana do Solo Plus (BMS-CP) e o Nitrogênio do Quociente Microbiano Plus (qMicro – NP), nos Períodos Seco e Chuvoso, Iracema – RR.	544
Tabela 08. Valores médios dos atributos químicos do solo, Carbono Orgânico do Solo (COT), Nitrogênio do Solo (NT), Carbono Lábil (CL), Nitrogênio Lábil do Solo (NL).....	55
Tabela 09. Matriz de Correlação representando a relação entre os atributos microbiológicos .Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C), Respiração Basal do Solo (RBS), Quociente Microbiano do Solo (qMicro), Quociente Metabólico (QCO ₂), Carbono Orgânico do Solo (COT), Nitrogênio do Solo (NT), Carbono Lábil (CL), Nitrogênio Lábil do Solo (NL), Biomassa Microbiana do Solo Plus (BMS – NP), Carbono do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro – CP) e Nitrogênio do Quociente Microbiano do Solo (qMicro – NP).	58

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia Legal abrange 5,2 milhões de km², representando aproximadamente 25,6% do território brasileiro. A Amazônia brasileira representa uma significativa parcela das florestas tropicais remanescentes do mundo (LAPOLA et al., 2014). Deste total, a utilização de áreas cultivadas corresponde em torno de 2,8 milhões de hectares, transfigurando numa variação de 8,4% da safra 2015/2016 (CONAB, 2016).

No estado de Roraima, o crescimento da produção agrícola tem como ênfase o cultivo de soja, no qual a safra de 2015/2016 totalizou uma área de 23 mil hectares plantados, obtendo uma produtividade de 3.300 kg ha⁻¹ tornando Roraima o estado com a melhor rentabilidade por área da região Norte, enquanto a pecuária tem uma participação efetiva, com destaque à bovinocultura de corte, com uma área de 902 mil hectares cultivados com pastagens contendo um efetivo de 795 mil cabeças (CONAB, 2016).

Podemos verificar que a atividade agropecuária se potencializa em Roraima pelo avanço tecnológico, que favoreceu a incorporação ao processo produtivo do estado, com terras planas, de menor valor e maior produtividade, propiciado pelo desenvolvimento da infraestrutura, ampliando a participação da região na produção nacional. Além disso, a região também obteve aumento de produção, principalmente relacionados à ampliação das áreas cultivadas, em sua grande parte sob pastagens. O agravante é que a maioria das pastagens cultivadas no estado adota sistemas extensivos de cultivo, destinados principalmente à produção de carne, deixando esse modelo de atividade pouco sustentável (XAUD et al., 2015).

Esses sistemas predominam pelo o uso intensivo do solo invariavelmente tem efeitos deletérios tanto sobre o ambiente e como na produtividade agrícola quando práticas conservacionistas não são adotadas, compreendendo-se que estas práticas diminuem a qualidade do solo tanto em parâmetros físicos, químicos e biológicos (ALVES, 2012).

Um dos grandes desafios enfrentados tem sido amenizar os fatores deletérios ao ecossistema, perante a necessidade de dar continuidade à produção e suprir a demanda agrícola (TEODORO, 2014), de modo a garantir a sustentabilidade dos sistemas de cultivo, adotando mudanças nos atuais métodos de produção agrícola e florestal (BAYER et al., 2004; SILVA et al., 2011). Com isso, os sistemas de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) tem ganhado destaque como potencial estratégia de produção agropecuária sustentável nos trópicos (BALBINO et al., 2012), tornando-se importante ferramenta por possibilitar que área

de cultivo sejam explorada economicamente na maior parte do ano de forma satisfatória, utilizando princípios fundamentais, como conservação do solo, água e o controle integrado de pragas e doenças com aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo, devido ao sinergismo que se cria no sistema (BALBINO et al., 2011).

Compreende-se que os sistema de integrados de produção otimiza os atributos microbiológicos do solo, porém não se têm acompanhamento do efeito residual ao longo do tempo gerado nesse sistema, ou seja, a redundância funcional da microbiota do solo, conceituada como a capacidade de se manterem ao longo do espaço e tempo após um distúrbio (BEUTLER, 2016).

Partindo desse pressuposto, estudos sobre a qualidade do solo têm tido maior notoriedade, com o objetivo de se estimar parâmetros mais concretos de índices que abordam a qualidade do solo (IQS), tendo em mãos ambientes naturais sem intervenção antrópica, em estado de clímax, como padrão para avaliações de degradação do solo (CHAER, 2007).

Porém, a compreensão da dinâmica dos ecossistemas e da multifuncionalidade destes parâmetros são restritivos a ambientes locais, não sendo concretos para explicar a magnitude da perturbação no ecossistema amazônico. Assim, os estudos estão sendo realizados de forma pontuais e classificados dentro de cada grande atributo do solo: física, química e biológica, com o objetivo de compreensão dos processos dentro de cada uma delas, podendo então alicerçar melhor modelos de (IQS) para uma posterior modelagem, incluindo o componente biológico no mapeamento de áreas agrícolas (BRADSHAW; SYKES, 2014).

A aplicação dos resultados da investigação dos IQS nas tomadas de decisões podem fornecer soluções para problemas reais enfrentados pela sociedade e pelos ecossistemas amazônicos. Nesse contexto busca-se agregar novas informações quanto às alterações decorrentes da mudança do uso da terra e seu impacto na biomassa microbiana do solo e seu comportamento durante a sazonalidade, como indicadores de qualidade após o uso da terra como pastagens e os sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) na região amazônica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o comportamento dos atributos microbiológicos de um solo em diferentes profundidades sob sistemas de integrados de cultivos, comparados com a floresta nativa no ecossistema amazônico durante os períodos seco e chuvoso.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar sazonalidade temporal dos atributos microbiológicos do solo, durante as estações seca e chuvosa em diferentes profundidades (0-10 e 10-20 cm);
- Estudar os diferentes indicadores biológicos do solo: biomassa microbiana e o quociente microbianos (q_{Micro}), respiração basal do solo (RBS) e quociente metabólico do solo (q_{CO_2}), dos sistemas em comparação com a floresta nativa;
- Correlacionar os atributos microbiológicos do solo com os atributos químicos do solo.

3. REFERENCIAL TÉORICO

3.1 A Amazônia Legal

A Amazônia Legal é o maior Bioma brasileiro, detém uma área de 5,2 milhões de km², ocupando em torno de 49% do território brasileiro (IBGE, 2016) sendo a maior floresta tropical do mundo. Contendo uma estrutura e composição florística altamente diversificada, representada por poucos indivíduos de cada espécie e com valores bastante variáveis de diversidade e similaridade percentual de espécies raras sendo considerado alta, apresentando um percentual de 49%, encontrando um grande número de indivíduos oriundos das famílias *Fabaceae*, *Lecythidaceae* e *Sapotaceae* (SILVA et al., 2008; CONDÉ; TONINI, 2013).

O clima na Amazônia Legal é caracterizado como tropical chuvoso em sua maioria, cujas alternâncias vai desde Af, Am chegando até Aw segundo a classificação climática de Köppen (BARBOSA et al., 1997). Apresentando períodos seco e chuvoso bem definidos, após sofrer alternados períodos secos e úmidos no passado. A temperatura média é da ordem de 25°C e a precipitação pluviométrica anual é distribuída de modo irregular, registrando em torno de 2.900 mm (ANA, 2009).

A geologia da Amazônia é evidenciada por sua diversidade de solos, sendo um reflexo da sua gênese, com efeitos de fatores como relevo, clima, bióticos e feições da paisagem. A porção mais central da Amazônia é caracterizada por uma região sedimentar, por tanto, de sedimentos origem terciários a holocênicos, associados aos Latossolos Amarelos distróficos e/ou distrocoesos, Argissolos Amarelos distróficos e Plintossolos, no qual podemos configurar como solos de baixa fertilidade natural e nesse grande mosaico de classes de solos, destacam-se solos com serias limitações que requerem o uso intenso de insumos (VALE JUNIOR et al., 2011).

Historicamente a ocupação do bioma Amazônia tem sido baseada na derrubada da mata para extração de madeira, sucedida pela implantação de pastagens para criação extensiva de gado e pela agricultura (RIVERO et al., 2009), sendo as pastagens, em geral, estabelecidas sem uso de adubação (BERNARDI et al., 2002; GEOBRASIL, 2002). Tal modelo de uso e ocupação do solo na região amazônica conduziu ao rápido esgotamento dos recursos naturais (NOBRE et al., 2013). Por tanto, a Amazônia Legal possuía até 2015 uma área cumulativa desmatada correspondente a 413.506 km², o equivalente a cerca de 7,93% de toda Amazônia Legal (INPE, 2016). Cerca de 69% da área desmatada tem sido utilizada com pastagens plantadas, conjectura-se que 50% desta área esteja degradada e, em alguns casos abandonadas

nos quais acarreta uma série de alterações indesejadas nos atributos do solo (ALMEIDA et al., 2016).

Diversos índices de degradação ambiental podem ser computados para uma floresta tropical, sendo os mais relevantes os de liberação de carbono, perda de biodiversidade e mudanças no regime hidrológico. Isto porque todos eles, assim como outros menos estudados, como degradação florestal e erosão do solo têm uma alta correlação com o desmatamento, e a maior parte dos estudos têm utilizado a perda de florestas como proximidade para a degradação ambiental (FEARNSIDE et al., 2006).

Contudo, o rápido processo de degradação do solo é caracterizado pela intensificação do uso do solo para exploração agrícola, especialmente em países tropicais onde o processo de ciclagem de carbono é maximizado. Portanto, despertou-se nas últimas décadas a preocupação com a qualidade do solo e a sustentabilidade da exploração agrícola (ANGHINONI et al., 2013). Portanto, os impactos biológicos oriundos do desmatamento no ecossistema amazônico, passaram a ser alvo de interesse para estudos devido às alterações do comportamento dos atributos do solo, que podem ocasionar a deterioração dos mesmos, diminuindo a sua rentabilidade, estendendo-se às questões socioeconômicas (BARONA et al., 2010).

3.2 Sistemas agropecuários na Amazônia

As mudanças no uso da terra na Amazônia foram caracterizadas inicialmente pelo seu processo de ocupação desordenado, e estão intimamente ligadas às atividades econômicas predominantes na região, que se convergem nas fronteiras agrícolas e pecuárias que moldam diretamente sobre as florestas nativas. Salienta-se ainda, que alguns estados da Amazônia Legal apresentam elevados índices de alteração na paisagem original, provocados pelo desflorestamento que alcançou 74.000 hectares no ano de 2011 (PRODES-INPE, 2012).

Atualmente a pecuária é a atividade que impulsiona a economia regional, sendo que somente no ano de 2016 foram totalizados em torno 6 milhões de abates na Amazônia Legal, compreendendo 40% dos abates de carne bovina do país, sendo o estado do Mato Grosso o maior exportador de carne bovina do país (ABIEC, 2016). Compreendendo que, esta atividade resulta em um expressivo desenvolvimento econômico, no qual potencializa uma crescente expansão das pastagens em detrimento dos ecossistemas naturais amazônicos.

A substituição das florestas nativas por pastagens cultivadas representou uma alternativa para aumentar a produção de carne na Amazônia, logrando ganhos significativos

na taxa de lotação, no desempenho e na produtividade animal (MARTHA JÚNIOR et al., 2007). Porém, a baixa produtividade das pastagens tem sido um grande problema para o desenvolvimento da pecuária em todo o Brasil (PERON; EVANGELISTA, 2004), decorrente do seu manejo incorreto, proporcionado pelo desmatamento, queimada, negligência no uso da pastagem, compactação e erosão (CUNHA et al., 2008).

Grande montante da produção de carne bovina provém de sistemas de criação animal configurado por baixa produção e retorno econômico, ocasionado por gerenciamento ineficiente do empreendimento, ligado ao manejo inadequado do sistema solo-planta e forrageira-animal em pastejo (MARTHA JÚNIOR; CORSI, 2001), que favorece a degradação da pastagem, gerando baixas produtividades e rentabilidades. A degradação das pastagens tem sido considerada um dos principais entraves à economia pecuarista brasileira.

Embora seja difícil quantificar quanto destas áreas de pastagens na Amazônia apresenta produtividade satisfatória, considerando-se o conceito de “degradação agrícola” de pastagens, descrito por (DIAS-FILHO, 2007), estima-se que atualmente, 61,5% das pastagens cultivadas apresentem algum modo de degradação (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2006). Estes mesmos autores citam que, entre as principais causas de degradação de pastagens cultivadas estão, a superlotação das pastagens e a ausência de adubação de manutenção, não só na Amazônia Legal como também em demais regiões do país. A prática das queimadas como medida para controle de plantas daninhas, cigarrinhas, carrapatos e verminoses, ou como prática para “uniformizar” o pasto, constitui também um fator que intensifica a degradação de pastagens cultivadas na região amazônica, principalmente em pequenas propriedades (DIAS-FILHO, 2007).

A renovação da pastagem degradada, ou em fase de degradação, constitui-se em uma justificativa para implantação de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta, com vantagens significativas em relação ao plantio de espécies arbóreas em pastagens formadas. Em virtude de minimizar a competição proporcionada pela gramínea já estabelecida no pasto formado, do preparo do solo e do efeito residual positivo da adubação da cultura anual, o plantio das árvores por ocasião da renovação da pastagem, via integração Lavoura-Pecuária-Floresta, promove maior porcentagem de sobrevivência, maior altura de plantas e diâmetro do tronco, ao final de seis meses e do primeiro ano após o plantio (LESSA et al., 2006; SILVA et al., 2006).

A implantação de sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris é caracterizada como uma das principais estratégias de recuperação de pastagens degradadas em regiões amazônicas.

Este manejo pode conferir benefícios ao ambiente quando comparada às pastagens tradicionais, sem a presença de árvores, assim como a conservação do solo e dos recursos hídricos, promoção da fixação de carbono e aumento da biodiversidade (DIAS-FILHO, 2007).

3.3 Integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)

Na segunda metade da década de 80, deram início a alguns trabalhos de pesquisa com sistemas de iLP na região central do país pela Embrapa Cerrados, culminando na implantação desses sistemas no início da década de 90, a partir de um experimento de longa duração, com objetivo de estudar diferentes sistemas de iLP. No início dos anos 90, foi lançado pela Embrapa Arroz e Feijão,

Durante os períodos de 1987/88 e de 1990/94, segundo Cobucci et al. (2007) foram implantadas e/ou monitoradas 81 unidades de demonstração e/ou lavouras utilizando iLP, em sete Estados da Federação (GO, MT, MS, TO, MG, SP e BA), incluindo dois estados situados no bioma amazônico (MT e TO), esse sistema de cultivo integrado é composto por um conjunto de tecnologias e práticas de recuperação de áreas de pastagens em degradação, embasadas no consórcio lavoura-pastagem (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003).

Tais sistemas possibilitam o uso do solo durante todo o ano ou, na sua maioria, por sua vez favorecendo o aumento na oferta de grãos e de carne a custo mais acessível devido uma forte integração que se consolida entre a lavoura e a pastagem (ALVARENGA, 2004). Além do que, o uso de sistemas integrados também traz outras vantagens para o sistema de produção, como a redução das aplicações de agroquímicos para o controle de pragas e doenças e a manutenção da atividade biológica do solo. Considerando a ótica das propriedades químicas do solo, há uma melhoria nos atributos de fertilidade, pela ciclagem dos nutrientes e eficiência no uso de fertilizantes, em função das diferentes exigências das culturas em rotação. As alterações nas propriedades físicas têm sido, principalmente, pela melhoria no que se diz respeito da estabilidade dos agregados, diminuição da densidade do solo e da compactação, e no aumento da taxa de infiltração de água (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003).

A introdução do elemento “florestal” aos subsistemas lavoura e pastagem representa um avanço inovador da iLP, derivando o conceito de iLPF. Segundo Balbino et al. (2011), a iLPF envolve sistemas produtivos diversificados, que englobam a produção de alimentos, fibras,

energia, produtos madeireiros e não madeireiros, afim de otimizar os ciclos biológicos das plantas e dos animais, bem como dos insumos e seus respectivos resíduos.

A introdução do componente arbóreo às pastagens e às lavouras adquire importância nos sistemas agropecuários, que predispõe a ser maior quando utilizada em regiões agropastoris com grande fragmentação e presença de remanescentes florestais naturais ou com pastagens degradadas como encontradas nas regiões amazônicas (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007). Além disso, a integração de árvores em meio a lavouras e/ou pastagens se constitui em uma alternativa à produção intensiva de lavouras e pastagens em monoculturas, englobando os elementos da sustentabilidade, tais como, o econômico, o social e o ambiental (MACEDO, 2009).

A adoção da iLPF, associada ao Sistema Plantio Direto (SPD), cuja filosofia de base é de não revolvimento do solo e manter palhada como cobertura em conjunto com a rotação de culturas (SILVA et al., 2009; CARNEIRO et al., 2009), pode trazer grandes benefícios para a agropecuária. Enfatizando que esses sistemas corroboram para viabilizar o SPD, com a biomassa pela pastagem tropical bem manejada. Além do quê, as pastagens fornecem à lavoura um solo com melhores condições de agregação, em função do sistema radicular denso e do resíduo de material orgânico deixado na superfície e nas primeiras camadas do solo (BALBINO et al., 2011).

O sistema, quando bem estabelecido e manejado de maneira adequada, levando-se em consideração aspectos econômicos, ambientais e sociais das propriedades rurais, como também das regiões no qual estão inseridas, pode trazer benefícios, como a diversificação da produção, incremento e melhor eficiência na distribuição da renda durante o ano, conservação do solo e da água, conforto e bem estar dos animais, melhoria do valor nutricional da forragem, entre outros (REIS et al., 2007).

Apesar das vantagens nos diferentes atributos observados, poucos experimentos de longa duração em ecossistemas tropicais e subtropicais têm sido relatados, abrindo uma grande lacuna a ser pesquisada. No Brasil, a maioria das pesquisas que foram publicadas e em desenvolvimento com iLP é pontual ou de curta duração, com períodos que não ultrapassam 5 anos, e nem sempre, enfatizam de forma integrada os dois componentes, justificando a pouca quantidade de resultados publicados. Pesquisas envolvendo a inclusão do componente arbóreo no sistema de iLP são ainda mais recentes e há poucos resultados disponíveis na literatura.

A adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo possibilita mais chances de se atingir um desenvolvimento sustentável no setor agropecuário (CARNEIRO et al., 2009).

O sistema de iLP têm se destacado por proporcionar maior estabilidade e sustentabilidade nesse setor (SOUZA et al., 2008), principalmente em solos de extrema fragilidade, como os de textura arenosa, encontrados em maior frequência no bioma amazônico, no qual corrobora com a manutenção e/ou melhoria nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

3.4. Indicadores de Qualidade do Solo (IQS)

O solo, por ser um recurso natural finito fundamental para a atividade agrícola, merece medidas de mitigação dos efeitos nocivos, com a finalidade de manter a sua qualidade e sustentabilidade (SPERA et al., 2009). O termo “qualidade do solo” surgiu no final da década de 70, e por 10 anos se manteve associado ao conceito de fertilidade (KARLEN et al., 2003), mas essa concepção evoluiu para uma visão mais ampla e interdisciplinar, de modo que não basta apenas o solo ter alta fertilidade, mas, também, é necessário possuir uma boa estruturação e uma alta diversidade de microrganismos (SPOSITO; ZABEL, 2003; ZILLI et al., 2003).

Em meados da década de 90, a Sociedade Americana de Ciência do Solo, por meio do comitê *Ad Hoc* de qualidade do solo, conceituou o termo como “a capacidade de uma determinada classe de solo, dentro de um ambiente natural ou manejado, em manter a produtividade, sustentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde dos seres humanos, animais e plantas” (JANVIER et al., 2007).

A qualidade do solo, em um ecossistema, compreende o equilíbrio entre os processos geológicos, hidrológicos, químicos, físicos e biológicos do solo (BRUGGEN; SEMENOV, 2000; SPOSITO; ZABEL, 2003; ZILLI et al., 2003).

Essa evolução do conceito de qualidade do solo, fez com que sua complexidade de avaliação fosse ampliada, uma vez que todos estes parâmetros estão intimamente associados, podendo ser avaliados por vários indicadores. Nos estudos de Zilli et al. (2003), avaliou-se a diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo (IQS), e estabeleceu-se as seguintes características ótimas de um indicador de qualidade do solo: ser capaz de responder, de forma rápida e acurada, a um distúrbio no solo; refletir os aspectos do funcionamento do ecossistema; possuir processo de avaliação e ser economicamente viável. Ainda neste contexto, Visser e Parkinson (1992) mencionam que precisa ter uma distribuição universal e independente de sazonalidade.

Categoricamente, os indicadores de qualidade do solo, podem ser classificados como físicos, químicos e biológicos (DORAN; PARKIN, 1996; SNAKIN et al., 1996).

Dentre estes, os indicadores de qualidade do solo biológicos possuem capacidade de responder rapidamente às alterações no solo, fornecendo informações rápidas sobre mudanças nas propriedades do solo; detectando variações causadas por cultivos e manejos ou por devastação de florestas e outros (ARAÚJO et al., 2012).

Os indicadores biológicos podem ser mensurados pela composição da microbiota e sua biomassa, da atividade metabólica e enzimática, para mitigação de possíveis estratégias de manejo conservacionistas do solo.

3.4.1. Atributos Biológicos do Solo

O estudo do comportamento dos microrganismos a distintas práticas de manejo é fundamental, pois a microbiota que se multiplicam e habitam o solo são responsáveis direta ou indiretamente por diversos processos bioquímicos em alto grau de complexidade que controlam as transformações dos elementos químicos e transferências de energia no sistema Solo-Planta-Atmosfera. Os microrganismos respondem às variações ambientais as quais são expostos, sendo, portanto, bons bioindicadores de qualidade do solo (AVIDANO et al., 2005; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Dos demais indicadores biológicos que denota a ação dos microrganismos do solo pode-se ressaltar a respiração basal, ou atividade microbiana, que é definida como a soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO_2 é produzido e possui uma estreita associação com o estado fisiológico da célula microbiana e é influenciada por diversos fatores do solo, como: umidade, temperatura, estrutura, disponibilidade de nutrientes, textura, razão C/N e resíduos orgânicos (SILVA et al., 2010).

Carvalho et al. (2012) mostraram que a respiração basal mostrou-se sensível para indicar alterações ocorridas no ambiente. Os autores constataram uma propensão geral das florestas nativas apresentarem baixos valores de respiração e altos valores de carbono microbiano, o que evidencia que as comunidades microbianas destes ecossistemas perdem menos carbono na forma de CO_2 por meio da respiração. Além disso, uma fração significativa de carbono está sendo incorporada na constituição da biomassa, sugerindo que as comunidades avaliadas se encontram num estágio de sucessão mais avançado, no qual a retenção e a conservação de nutrientes são maiores, pois a comunidade microbiana utiliza as

substâncias orgânicas mais para o seu crescimento do que para a sua manutenção (MADER et al., 2002).

Já em sistemas cultivados, Gennaro et al. (2014), comparando plantio direto (PD) e convencional em cultivo de feijão, observaram que a respiração basal foi mais intensa em sistema convencional, com valores de $70,7 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$ contra $59,4 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$ em PD. Lourente et al. (2011), por sua vez, não encontraram diferenças entre esses dois sistemas, apesar dos valores médios serem mais elevados no sistema convencional. Sistemas onde ocorre maior revolvimento do solo promovem maior atividade metabólica, que eleva a liberação de CO_2 resultante da respiração. Isso resulta em maior mineralização de compostos orgânicos no solo, com maior imobilização de nutrientes na biomassa microbiana e liberação de parte destes nutrientes para a solução do solo (LOURENTE et al., 2011).

3.4.1.1. Biomassa Microbiana

A biomassa microbiana do solo é considerada a parte viva e mais ativa da matéria orgânica (REIS Jr.; MENDES, 2007; CARNEIRO et al., 2008), sendo expressa em $\mu\text{g de C g}^{-1}$ de solo seco ou mg de C kg^{-1} de solo seco. Essa biomassa é constituída por fungos, bactérias e actinomicetos que atuam em processos que vão desde a formação do solo até a decomposição de resíduos orgânicos, ciclagem de nutrientes, biorremediação de áreas contaminadas por poluentes, entre outros (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Representa, em média, 2 a 5% do C orgânico (JENKINSON, 1981) e de 1 a 5% do nitrogênio (N) total do solo (SMITH, 1990).

A biomassa microbiana é um dos componentes que controla a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica e as transformações envolvendo os nutrientes minerais. Por atuarem nos processos de mineralização/imobilização, os microrganismos do solo são considerados fonte e dreno de nutrientes (MERCANTE et al., 2008). Nos processos de mineralização, formas orgânicas de N, fósforo (P) e enxofre (S) na serapilheira são disponibilizadas para as plantas pela ação dos microrganismos do solo, que liberam formas inorgânicas desses elementos (MERCANTE et al., 2008). Como os microrganismos também possuem seus próprios requerimentos nutricionais, parte dos nutrientes liberados durante o processo de decomposição podem ser imobilizados na biomassa microbiana. Dentre os elementos que são frequentemente imobilizados destacam-se o N, P e S (REIS JR.; MENDES, 2007; TODA et al., 2010).

Roscoe et al. (2006) relataram que correlações positivas entre a matéria orgânica e a biomassa microbiana do solo são comumente reportadas, mostrando ser essa uma relação muito estreita. Alterações significativas na biomassa microbiana podem ser detectadas com antecedência quando comparadas as mudanças na matéria orgânica. Assim, a avaliação da biomassa microbiana tem sido proposta como um indicador do estado e das alterações da matéria orgânica do solo e sugerida como uma medida sensível do aumento ou decréscimo de sua quantidade (TOTOLA; CHAER, 2002).

Os resíduos vegetais ao serem depositados sobre a superfície do solo são submetidos aos processos microbianos que oxidam e liberam nutrientes essenciais à nutrição da biota do solo e das plantas (LUIZÃO et al., 1999). Nesse processo, a biomassa microbiana apresenta uma grande importância nos ciclos do nitrogênio, fósforo, enxofre e, principalmente, do carbono, onde se destaca como o compartimento central do C no solo (MORAES et al., 2007). Funciona também como compartimento de reserva ou dreno, de acordo com a composição dos resíduos vegetais e das condições edafoclimáticas do ecossistema (MERCANTE et al., 2008). Os solos que mantêm um alto conteúdo de biomassa microbiana são capazes não somente de estocar, mas também de reciclar mais nutrientes (TODA et al., 2010).

A biomassa microbiana é influenciada pelos fatores que afetam a densidade e a atividade dos organismos do solo e, em especial, pela disponibilidade de C e nutrientes (N, P e S), umidade do solo, aeração, pH, teor de argila, textura do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006) e manejo (PEREZ et al., 2004). Alterações na comunidade e atividade microbiana afetam diretamente os processos biológicos e bioquímicos do solo, a produtividade agrícola e, conseqüentemente, a sustentabilidade dos agroecossistemas, atuando como indicador de degradação dos solos (MERCANTE et al., 2008), constituindo uma importante ferramenta no monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso agropecuário, no planejamento e na avaliação das práticas de manejo (CARNEIRO et al., 2008).

Para Vargas e Scholles (2000), a avaliação da biomassa microbiana torna-se de grande importância para um manejo adequado do solo visando à sua conservação e qualidade. Em sistemas de pastagens, a biomassa microbiana oferece informações importantes para um melhor entendimento da ciclagem de nutrientes e da influência de sua atividade no processo de decomposição e mineralização dos resíduos vegetais (MONTEIRO; GAMA-RODRIGUES, 2004).

De acordo com Moreira e Siqueira (2006), com a quantificação da biomassa estima-se o potencial microbiano de um determinado solo e sua capacidade de transformação; quantificam-se substâncias relacionadas à ciclagem e relaciona essas características com a qualidade do solo e produtividade agroecológica.

Alguns estudos têm sido realizados para avaliar o efeito de diferentes manejos sobre os microrganismos do solo (LOURENTE et al., 2011; ALVES et al., 2011). Lourente et al. (2011) avaliando o efeito de diferentes usos e manejo do solo sobre os atributos químicos, físicos e microbiológicos em LATOSSOLO VERMELHO, constataram que a substituição da vegetação nativa por sistemas de cultivos pode causar importantes alterações nos atributos químicos do solo a partir do primeiro ano de implantação do novo sistema. Alves et al. (2011) avaliando a influência de diferentes sistemas de manejo, da população microbiana e de sua atividade, relataram que os sistemas de manejo influenciam a atividade metabólica dos microrganismos presentes no solo, exceto para o sistema de iLP, onde a atividade microbiana foi constante em diferentes épocas de avaliação.

O monitoramento da biomassa e da atividade microbiana pode representar um avanço na busca de práticas sustentáveis nos sistemas de produção que objetivam a recuperação de áreas degradadas, pois permite determinar possíveis mudanças na ciclagem de nutrientes e produtividade do agroecossistema (SCHMIDT et al., 2013).

3.4.1.2. Carbono e Nitrogênio da Biomassa Microbiana

O carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C) representa a quantidade de carbono que a biomassa microbiana do solo imobiliza em suas células. Por meio de sua avaliação é possível realizar comparações entre solos e mudanças de manejo, avaliando possíveis impactos ambientais (INSAM, 2001). Mendes (2003) observou que o desmatamento e a introdução de cultivo com arado de discos reduzem significativamente os teores de BMS-C, sendo 17% aos quinze dias (0-20cm), 43% aos três meses (0-5cm), atingindo 76% (0-5cm) um ano após o desmatamento. Esses resultados evidenciam a sensibilidade do BMS-C às alterações ambientais do solo. Baretta et al. (2005) observaram valores de 1.520 Kg de C ha^{-1} nos primeiros 10 cm de profundidade de solos sob floresta de araucária, na Região Sul, enquanto Mendes e Vivaldi (2001) encontraram valores próximos a 1.000 Kg C ha^{-1} em formas mais densas, no Cerrado. Mesmo no Cerrado, os teores de BMS-C em solo sob vegetação nativa podem variar entre as diferentes classes de solos. Em NEOSSOLO

QUARTZARÊNICO, o Cerrado nativo apresentou teor de 275 mg C Kg⁻¹ solo, enquanto que, em LATOSSOLO VERMELHO, o valor foi de 541 mg C Kg⁻¹ solo, sendo justificado porque o Cerrado apresentava sinais de degradação do solo e estava em processo de recuperação (CARNEIRO et al., 2009). A adoção de iLP provoca alterações no BMS-C. Carneiro et al. (2008) e Alves et al. (2011), trabalhando em áreas independentes, observaram que áreas com presença de pastagem e iLP apresentaram maiores teores de BMS-C no solo, quando comparados ao Cerrado e lavoura. Os autores argumentam que as pastagens apresentam alto conteúdo de matéria orgânica e densa massa radicular, estimulando a biomassa microbiana na rizosfera e promovendo a mineralização de nutrientes. Além disso, áreas com gramíneas sob pastejo recebem adição de material orgânico por meio de fezes e urina dos animais, que favorecem a biomassa microbiana (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Diferenças importantes também são verificadas quando se estuda o nitrogênio da biomassa microbiana do solo (BMS-N) nos diferentes sistemas de manejo. Bini et al. (2014) em experimento em ARGISSOLO, verificaram que, sob plantio direto, o BMS-N atingiu 74 mg N Kg⁻¹ solo contra 47 mg N Kg⁻¹ solo sob plantio convencional, além de observar que a mineralização de N ocorre de maneira mais constante sob SPD, enquanto que, sob cultivo convencional, há um elevado fluxo de N logo após o preparo do solo, devido à quebra dos agregados do solo, o que causa a intensificação da atividade microbiana.

No Cerrado, Figueiredo et al. (2007), em estudo com BMS-N em LATOSSOLO sob diferentes sistemas de manejo, verificaram que o plantio direto apresentou o valor médio de BMS-N no perfil de 0-40 cm de profundidade superior a todos os sistemas que sofreram aração com dupla incorporação, indicando que há diminuição da biomassa microbiana com o aumento da frequência de revolvimento. Em estudo sobre a influência da dose de fertilizante nitrogenado no BMS-N, em solo cultivado com trigo, Coser et al. (2007) verificaram que o aumento da dose de N não aumentou a imobilização deste nutriente na biomassa microbiana.

Com os valores de BMS-C e BMS-N, torna-se possível estimar as relações C microbiano: C orgânico e N microbiano: N total. Essas relações expressam a qualidade nutricional da matéria orgânica. Em solos com a matéria orgânica do solo (MOS) de baixa qualidade nutricional, a biomassa microbiana está sob condições de estresse, tornando-se incapaz de utilizar totalmente o N e o C orgânico e, nesse caso, as relações C microbiano: C orgânico e N microbiano: N total diminuem. A biomassa microbiana poderá aumentar rapidamente, ainda que os níveis de C orgânico permaneçam inalterados, quando da adição de matéria orgânica de boa qualidade nutricional (GAMA-RODRIGUES, 1999). Uma relação C

microbiano: C orgânico constante indica que o sistema está em equilíbrio, como observado por Anderson e Domsch (1989), que sugerem que a relação C microbiano: C orgânico é maior em sistemas de rotação de culturas do que em monoculturas.

3.4.1.3. Respiração Basal do Solo

A respiração basal do solo (RBS) é toda emissão de CO₂ proveniente da atividade das raízes e de organismos que vivem no solo. Os meios que regem esta respiração estão ligados na maioria das vezes à temperatura e a umidade, fertilidade, tipo de solo e de vegetação (RUSTAD et al., 2000).

Segundo Schilenter e Van Cleve (1985), este processo surge de pelo menos três fontes metabólicas: a respiração microbiana, das raízes e dos organismos. Além disso, podem ser incluída ainda, algumas fontes não metabólicas como oxidação química dos minerais do solo Lira, (1999) e reações com compostos fenólicos (DEC et al., 2003).

A temperatura e a umidade podem atuar no aumento desta respiração. Diversos trabalhos observam que aquelas quando altas são responsáveis por maiores valores, não sendo isso observado em solos secos, onde a respiração é baixa. Estes dados concordam com os de Renella et al. (2005) quando estudavam o efeito da temperatura e umidade em dois tipos de solos. Estes autores mostraram que sozinha, a temperatura não é capaz de aumentar os níveis de respiração edáfica se não houver um teor de umidade, e que com a diminuição de compostos lábeis há uma diminuição desta atividade.

A respiração do solo tem sido um dos principais métodos utilizados para estimar a decomposição da serapilheira. Para Atlas e Bartha, (2000) a respiração edáfica é um método comum e simples de avaliar a atividade biológica no solo. Método capaz de estimar a atividade microbiana total, sendo de fácil execução e custos baixos. A taxa de respiração edáfica medida no campo reflete a emissão real do CO₂ no solo florestal e tais informações podem ser usadas, por exemplo, para calcular o estoque de carbono do ecossistema.

A interpretação dos resultados da atividade biológica deve ser feita com critério, uma vez que elevados valores da respiração nem sempre indicam condições desejáveis: uma alta taxa de respiração pode significar, em curto prazo, liberação de nutrientes para as plantas e, em longo prazo, perda de carbono orgânico do solo para a atmosfera (CAETANO et al., 2013; PEZARICO et al., 2013).

Trabalho realizado por Souto et al. (2006) têm usado a velocidade de produção de CO₂ para compreender melhor as funções da população decompositora e a relação com as condições ambientais. Segundo Renella et al. (2005), a degradação de diferentes resíduos depende das condições locais e regionais como clima, tipo de solo, vegetação, fauna e microrganismos decompositores.

3.4.1.4. Quociente metabólico do solo (qCO₂)

O quociente metabólico (qCO₂) indica o metabolismo dos micro-organismos, por isso pode ser usado como indicador de estresse, perturbação e ou estabilidade de um ecossistema. É calculado por meio da razão entre o RBS/BMS – C (DE-POLLI; GUERRA, 1997; SILVA et al., 2007).

Considerando a maior eficiência, quando se faz comparações de biomassa do solo, esta seria a que perderia menos carbono na forma de CO₂ com a respiração e incorporasse mais carbono aos tecidos microbianos (REIS-JUNIOR; MENDES, 2007).

Segundo Anderson e Domsch (1993), porém, esse parâmetro deve ser avaliado cuidadosamente, uma vez que o qCO₂ elevados podem também indicar que as comunidades microbianas apresentam estágios iniciais de desenvolvimento, bem como um indicativo de estresse metabólico.

3.4.1.5. Quociente microbiano do solo (qMicro)

Quociente microbiano representa a relação entre o carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico total. Essa relação tem sido utilizada como indicador da qualidade da matéria orgânica do solo, indicando a quantidade de carbono orgânico que está imobilizado na biomassa e demonstra a eficiência dos microrganismos na utilização dos compostos orgânicos (SILVA et al., 2010).

O qMicro reflete o percentual de reserva do carbono orgânico total no solo, onde se pode perceber que áreas degradadas apresentam baixos valores de quociente microbiano, indicando menor reserva de compostos orgânicos nessas áreas (CARNEIRO et al., 2009).

Matias et al. (2009) avaliaram o efeito dos diferentes manejos do solo, numa área recém desmatada, encontraram valores de quociente microbiano maiores que 1,0%. Esses valores indicam que o carbono do solo está disponível para os micro-organismos. Altos índices de

qMicro indicam que a matéria orgânica do solo é ativa e está sujeita a ser decomposta pela microbiota. Gomide et al. (2011) encontrou valores qMicro em que variaram de 0,8 a 7,2 %, com o menor valor apresentado no ambiente cultivado de eucalipto para melhoria da qualidade do solo com voçorocas, teores que justificam pela composição recalcitrante de sua serapilheira que é depositada no solo. Nesse sentido, o qMicro reflete o quanto do C orgânico está imobilizado na biomassa microbiana, mostrando o potencial de reserva desse elemento no solo.

Jenkinson & Ladd (1981) relatam que em condições normais o BMS -C representa de 1 a 4 % do COT; de modo geral, valores de qMIC inferiores a 1 % podem ser atribuídos a algum fator limitante à atividade da biomassa microbiana. No entanto, Santos (2004) destaca que, em condições tropicais, nem sempre valores de qMIC inferiores a 1 % indicam comprometimento das funções microbianas do solo.

Ao estudarem o efeito no uso do solo sobre os atributos microbiológicos, Lourente et al. (2011), não encontraram efeito significativo para o qMicro nos sistemas de manejo do solo associando esses resultados ao fato do experimento ter sido implantado no mesmo ano, fato que não houve tempo de acumular carbono no solo.

Silva et al. (2010) quando avaliaram as alterações na biomassa microbiana em diferentes manejos do solo, encontraram valores menores de qMicro nos sistemas de cultivo convencional, comparando com sistema de plantio direto e cerrado nativo, que pode ser atribuída tanto ao estresse com a baixa qualidade da matéria orgânica do solo.

3.4.1.6. “ Pool” de carbono e nitrogênio (BMS – CP, BMS – NP) por fumigação-extração com clorofórmio

Proposto por De-Polli et al. (2007) o termo “Plus” é atribuído ao extrato fumigado oriundo da determinação da BMS-C pelo o método de fumigação-extração utilizando o clorofórmio, determinado por Jenkinson & Powlson (1976), no qual abrange não apenas os conteúdos do carbono microbiano, e sim todas outras frações mais lábeis de carbono do solo. Grande vantagem deste método é no que se refere a sua firmeza e a eliminação de problemas provenientes de valores negativos de BMS-C. Franzluebbers et al. (1999) ratificam que a fumigação-incubação utilizando o clorofórmio, juntamente com o cálculo sem subtração do controle pode ser considerado o método que mais expressa a condição real, quando se refere da BMS, compreendendo uma gama de condições ambientais.

Almeida (2007) reforça a tese, verificando em seu estudo valores estatisticamente semelhantes de carbono lábil (CL), carbono total (CT), RBS, qCO_2 , BMS-N e nitrogênio total (NT), demonstrando em diversas representatividades a segurança do método para avaliação do manejo da matéria orgânica do solo. De-Polli et al. (2007) constatam alta similitude entre os valores BMS-CP e os valores da BMS-C, verificando a eficiência de ambos os métodos como indicadores de qualidade do solo, evidenciando a vantagem do método BMS-CP, em relação ao método consagrado otimizando a economia de reagentes, cominando em menor geração de resíduos, tempo e mão-de-obra, pois pelo primeiro não utiliza amostras não-fumigadas facultando no aumento na quantidade de amostras.

No entanto, algumas dissidências pontuais encontradas na literatura em relação ao cálculo do BMS-C se abstendo da subtração do não-fumigado (HORWATH & PAUL, 1994), convergindo aos métodos tradicionais que requerem essa subtração.

Da mesma maneira que a BMS-CP pode ser usada concomitantemente com a BMS- C, outras variáveis de solo poderiam também seguir o mesmo raciocínio, como a BMS-N, $qMicro-C$, $qMicro-N$ e qCO_2 , gerando novas variáveis como a BMS-NP, $qMicro-CP$, $qMicro-NP$ e qCO_2 plus, ampliando a possibilidade de interpretação dos resultados obtidos.

3.4.2. Atributos Químicos do Solo

Diversos estudos têm reportado benefícios nos atributos químicos do solo provocados pela utilização de sistemas integrado. Parte destes resultados é atribuído à ciclagem de nutrientes no solo. A presença de animais no sistema acelera o processo de ciclagem de nutrientes por disponibilizá-los na forma mineralizada por meio dos compostos gerados (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Em Sistema iLP um dos fatores que mais contribuem para a melhoria na fertilidade é a ciclagem dos nutrientes e a eficiência no uso de fertilizantes, em função das diferentes necessidades das culturas em rotação (MACEDO, 2009). A combinação de pastagens seguidas de culturas anuais para a produção de grãos é mais eficiente na manutenção da qualidade química do solo, favorecendo o desenvolvimento das plantas, pois as espécies com sistemas radiculares de diferentes morfologias promovem maior ciclagem de nutrientes (SANTOS et al., 2001).

Alguns trabalhos têm mostrado incrementos nos teores de nutrientes em sistemas de integração. Santos et al. (2003), trabalhando com sistemas de iLP sob plantio direto durante oito anos, observaram aumento nos teores de P, K e matéria orgânica nos primeiros 10 cm de

profundidade, e também relataram redução dos valores de pH e incrementos dos teores de Al trocável, porém sem causar prejuízos às culturas. Segundo os autores, isso ocorreu pela presença de outras bases no complexo de troca, que aumentaram a força iônica da solução do solo, minimizando o efeito tóxico do Al que ocorreria se esse elemento predominasse no sistema. Por outro lado, Carneiro et al. (2009), não verificaram diferenças significativas nos teores de nutrientes em sistema de integração agricultura pecuária e em outros sistemas de manejo avaliados, havendo diferenças apenas desses em relação aos ambientes pastagem e mata nativa.

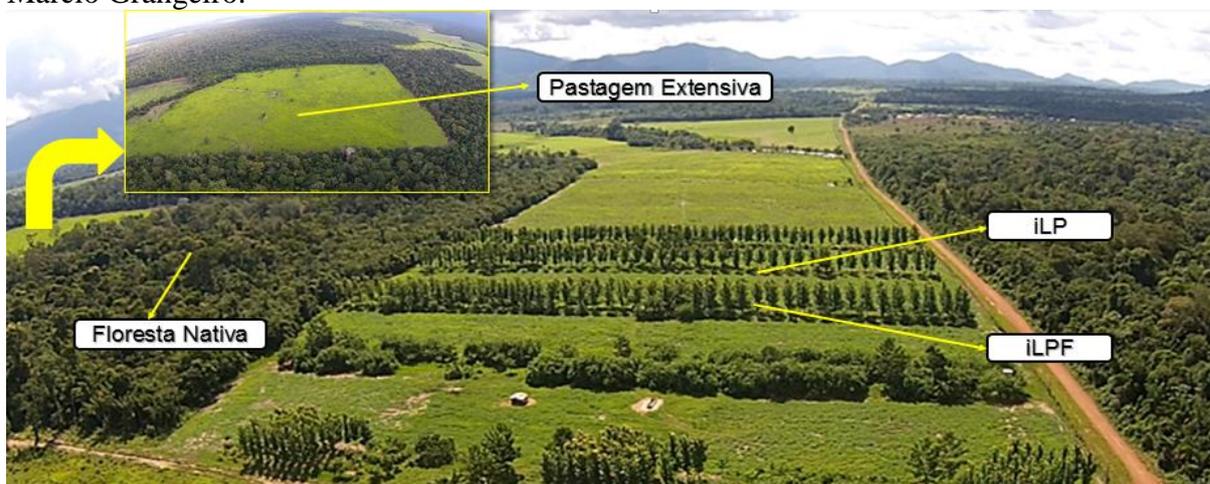
Freire et al. (2012) destacam que sistemas de iLPF têm sido uma boa alternativa na recuperação da qualidade química do solo em áreas com deficiência em nutrientes, contudo afirmam que por ser um sistema complexo, que envolve diversos cultivos, as recomendações para a correção da fertilidade devem ser mais bem estudadas. Uma das grandes vantagens dos sistemas iLP e iLPF é a melhoria no aproveitamento dos nutrientes presentes ou adicionados. Plantas com sistemas radiculares e exigências nutricionais diferentes conseguem otimizar o aproveitamento de nutrientes (FREITAS et al., 2010; MACHADO; ASSIS, 2010; MACHADO et al., 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Histórico e Descrição da Área de Estudo

O presente estudo foi realizado no período de novembro de 2015 à agosto de 2016, em uma propriedade particular denominada Fazenda São Paulo, localizada nas proximidades da Vila do Roxinho, na região também conhecida como “Roxinho”, no município de Iracema, estado de Roraima, Brasil, distante de aproximadamente 102 km da capital estadual Boa Vista, cujas coordenadas são: latitude 2° 17’ 36,30” N e longitude 61° 14’ 50,39” O (Figura 01).

Figura 01. Localização da área de estudo. Fotografia aérea da Fazenda São Paulo, destacando e identificando as 4 áreas de estudo, localizadas no Município de Iracema, Roraima. Fonte: Marcio Grangeiro.



Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 com quatro repetições. Foram avaliadas quatro áreas de estudo (integração Lavoura-Pecuária, integração Lavoura-Pecuária-Floresta, floresta nativa e uma área de pastagem extensiva) e duas profundidades do solo (0-10 e 10-20 cm). Estudou-se solos sob uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) instalada com duas áreas de sistemas de iLP e iLPF (Figura 01), planejados e conduzidos pela Embrapa Roraima. Os sistemas de iLP e iLPF foram estabelecidos em 2009, e conduzidos atualmente. Em seguida, estas áreas foram georeferenciadas, para continuidade dos estudos de monitoramento, onde atualmente configuram-se com o plantio de pastagem.

Além destas áreas, estudaram-se duas áreas próximas a URT, uma área de floresta nativa como referência e uma área de pastagem extensiva com *Urochloa humidicola* e *U. brizantha*, em fase de degradação totalizando quatro tratamentos avaliados.

A área na qual foi instalada a URT foi desmatada e queimada pelo anterior proprietário da área e, posteriormente, realizado o plantio de *Urochloa*. O sistema de iLP, foi conduzido desde 2009, onde plantou-se arroz BRS Sertaneja consorciado com *Urochloa brizantha* CV Marandu e em 2010 e 2011 soja BRS Tracajá consorciada com *Panicum maximum* CV Tanzânia. O histórico das áreas de estudo e a descrição dos tratamentos encontram-se na (Tabela 01).

Na URT, implantou-se dois sistemas de iLP e três sistemas de iLPF, que consistiam em cinco módulos integrados: onde no sistema de iLP foi plantado arroz BRS sertaneja em sistema convencional. Concomitantemente, na iLPF, em seguida foi transplantado as árvores de Cedro doce (*Bombacopsis quinata*); teca (*Tectona grandis*); taxi (*Sclerolobium paniculatum*); e gliricídia (*Gliricidia sepium*). Nos anos 2010/2011 no sistema iLP foi plantada soja (*Glycine max*) BRS tracajá em SPD consorciado com *Panicum maximum* CV Tanzânia.

Em 2009, os animais entraram no sistema de iLP e iLPF na primeira quinzena de novembro, permanecendo até o final de abril totalizando 165 dias. Em 2010 a entrada ocorreu em primeira quinzena de dezembro e permanecendo por 130 dias. Após este período as áreas de ILPF foram piqueteadas e não mais cultivadas com grãos, dando-se início ao período de pastejo contínuo. A entrada dos animais se deu na mesma data, tanto na área de ILP, ILPF quanto na área de pastejo contínuo de *Panicum maximum* CV Tanzânia.

No sistema de iLPF no período do final de novembro de 2011 ao final de agosto de 2014 foi utilizada cerca fixa elétrica, estabelecendo um sistema de manejo rotacionado, constituído por oito piquetes, sendo que os animais permaneciam em cada pique por 5 dias, com alternância de 35 dias, com média de 19 a 25 cabeças de gado por piquete. Ao final de agosto de 2014 foi realizada uma gradagem e foi introduzido a *U. brizantha*. Devido à baixa germinação foi realizado novo plantio em agosto de 2015.

Na área de pastagem extensiva, não foi realizada qualquer tipo de correção ou prática de melhoria da fertilidade do solo, somente a limpeza do pasto com foice. A densidade de animais foi de 60 a 66 animais em 34 ha, divididos em 8 piquetes, rotacionado a cada 5 dias, em ciclo de 35 dias.

O sistema de floresta nativa utilizado como referência (sem interposição antrópica), possui características de transição Savana com Floresta Ombrófila, que pelos ecólogos é chamado de Floresta Ombrófila Densa. Esse sistema em teoria reflete a condição inicial do solo.

Tabela 01. Histórico dos sistemas de integração Lavoura-Pecuária e integração Lavoura-Pecuária-Floresta, uma floresta nativa e uma área de pastagem extensiva, com descrições das culturas manejadas, no município de Iracema, RR.

Sistemas	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
iLP	Arroz + <i>U.brizantha</i>	Soja + <i>U.brizantha</i>	Soja + <i>P. maximum</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>
iLPF	Espécies Florestais + Arroz e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	Espécies Florestais + Soja e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	Espécies Florestais + Soja e <i>Panicum</i> <i>maximum</i>	Espécies Florestais + <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>				
Pastagem	<i>Urochloa</i> <i>a</i> <i>humidicola</i> e <i>Urochloa</i> <i>a</i> <i>brizantha</i>							
Floresta Nativa	Floresta Inalterada							

Sistemas de integração Lavoura-Pecuária e integração Lavoura-Pecuária-Floresta identificados como (iLP e iLPF), discriminadas em cada ano agrícola.

4.1.1. Manejo de Adubação e Tratos Culturais

No preparo da área iLP e iLPF (2009) foi realizada uma destoca, seguida de gradagem e incorporação de calcário dolomítico com 1.000 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹ de FTE BR 12 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Ainda em 2009, semeou-se, em sistema de plantio convencional, arroz entre os dias 10 e 15 de maio, e as árvores entre 05 e 10 de julho, após o controle químico das plantas infestantes da cultura anual. Utilizou-se, como forrageira a *Urochloa brizantha* CV *Marandu*, no sistema iLP, plantada na mesma operação da segunda adubação de cobertura da cultura anual.

Adubou-se o arroz com 72 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 90 kg ha⁻¹ de K₂O e 90 kg ha⁻¹ de N, por hectare. O feijão-caupi adubou-se com 18 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação por muda de árvore foi de 300 g de P₂O₅, 120 g de K₂O e 45 g de N, repetida em 2010 e 2011.

Em 2010, a cultura da soja foi semeada, em sistema de plantio direto, entre os dias 10 e 15 de maio nos dois sistemas. A adubação constou de 108 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O. Realizou-se a semeadura da *Urochloa brizantha* no sistema iLP na mesma operação de adubação da cobertura da cultura anual.

Em 2011, semeou-se a soja, em sistema de plantio direto, entre os dias 13 e 17 de maio, nos dois sistemas. A adubação constou de 8,4 kg ha⁻¹ de N, 96 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 168 kg ha⁻¹ de K₂O. Nesse ano, como forrageira, optou-se pelo *Panicum maximum* CV *Tanzânia*, plantado nos dois sistemas na mesma operação de adubação de cobertura da soja.

Em 2009, realizou-se apenas uma poda de condução, em 2010, 2011, 2012 e, em 2013, duas, quando se retiravam, aproximadamente, 50% das brotações laterais, sempre da parte inferior do fuste. Efetivou-se o controle de plantas infestantes até 2011, quando liberado o acesso da área aos animais.

4.1.2. Produtividade dos Componentes nos Sistemas

Em 2009 o arroz alcançou produtividade média de 3.706 kg ha⁻¹ em iLP, maior que em IPF com 3.106 kg ha⁻¹. Em 2010 a soja alcançou produtividade de 3.537 kg ha⁻¹ em IPF e 2.752 kg ha⁻¹ em iLP, em 2011, foram, respectivamente, de 3.104 e 3.282 kg ha⁻¹ (BRENDAHAN, 2015).

A produtividade das árvores (Teca) foi mensurada no iPF pela taxa de sobrevivência, altura, diâmetro à altura do peito (DAP) e volume. Nesta espécie a taxa de sobrevivência foi

de 90,4 %, com estande de 1,594 plantas ha^{-1} aos 52 meses após o plantio das mudas. A altura média das plantas nas aleias estudadas foi de 12,7 m, o DAP foi de 14,4 cm e a produtividade foi de 38,35 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (BRENDAHAN, 2015).

Com relação à produtividade das pastagens, as médias mensais de matéria seca total das pastagens (MST) na primeira entressafra (dezembro de 2009 a março de 2010), foram de 11.176 kg MS ha^{-1} dos sistemas de iLP e 9.844 kg MS ha^{-1} em pastagem rotacionada. Na segunda entressafra (dezembro de 2010 a março de 2011), o sistema iLP obteve produtividade média mensal de MST de 11.127 kg MS ha^{-1} , enquanto em pastagem rotacionada, a média mensal de MST foi de 7.760 kg MS ha^{-1} (BRENDAHAN, 2015).

Quanto ao componente animal no sistema, foram avaliados o peso inicial e final, a unidade animal por hectare (U.A.) e o ganho de peso diário por animal. Em 2009, tanto o sistema iLP como a pastagem rotacionada receberam animais com peso médio inicial de 362 kg na primeira entressafra (2009/2010). O peso dos animais ao final desta entressafra foi de 392 kg (2,6 U.A ha^{-1}) no iLP e 379 kg (1,6 U.A ha^{-1}) em pastagem rotacionada. Na segunda entressafra (2010/2011) o peso médio inicial dos animais foi de 160 kg, chegando, ao final desta entressafra, a um peso final de 223 kg (2,8 U.A ha^{-1}) em iLP e 222 kg (1,7 U.A ha^{-1}) em pastagem rotacionada. O ganho médio diário por cabeça (GPD) no sistema iLP, na primeira entressafra, foi de 717 $\text{g cab}^{-1} \text{dia}^{-1}$, enquanto na pastagem rotacionada foi de 414 $\text{g cab}^{-1} \text{dia}^{-1}$. Na segunda entressafra, no sistema iLP, o GPD foi de 667 $\text{g cab}^{-1} \text{dia}^{-1}$, que foi superior aos da pastagem rotacionada, que foi de 537 $\text{g cab}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (BRENDAHAN, 2015).

4.1.3. Caracterização da Vegetação Natural da Área – Tratamento Floresta Natural

No contexto estadual a área de estudo caracteriza-se como uma zona de transição entre a savana (ao norte) e floresta ombrófila densa (ao sul). A vegetação da região em estudo é caracterizada, segundo CPRM (2002), pelo contato entre floresta tropical aberta com palmeiras, floresta tropical estacional semidecidual e floresta tropical densa.

A área de Floresta Natural (FN) deste estudo pertencente ao sistema ecológico das Florestas Densas. Dentro desse grupo, tem-se a Floresta Estacional Semidecidual Submontana, cuja característica trivial é a perda total ou parcial das folhas (tropofilia) dos indivíduos arbóreos, que por sua vez é decorrente de ciclo de crescimento ativo nos períodos chuvosos e ciclos de latência no crescimento devido ao período seco. A característica Submontana nesta vegetação se refere à unidade fisionômica em terrenos Pré-Cambrianos

com variadas formas de relevo. Essa cobertura vegetal se constitui de adensamentos de indivíduos arbóreos de portes variados. Nas áreas de relevo acidentado a ondulado de fisionomia uniforme, a floresta é geralmente baixa ou mediana, com volume de madeira variando entre 50 a 100 m³ ha⁻¹. Nas áreas de relevo ondulado a suave ondulado as árvores apresentam maior volume de madeira (115 a 170 m³ ha⁻¹).

As espécies encontradas nessa floresta são: Pau Rainha (*Centrolobium paraense* / Família: *Fabaceae*); Freijó (*Cordia goeldiana* / Família: *Boraginaceae*); Roxinho (*Peltogyne* spp./ Família: *Caesalpiniaceae*); Ipê (*Tabebuia chrysotricha* / Família: *Bignoniaceae*); Tarumã (*Vitex montevidensis* / Família: *Verbenaceae*); Taperebá (*Spondias mombin* / Família: *Anacardiaceae*), Inajá (*Maximiliana maripa* / Família: *Arecaceae*), Jauari (*Astrocaryum jauari* / Família: *Arecaceae*) e Pataua (*Oenocarpus bataua* / Família: *Arecaceae*) (BRASIL, 1975).

Esta floresta fazia limite com todas as outras áreas estudadas (iLP, iPF e Pastagem), e devido a isso, evitaram-se mudanças significativas nas características do solo. Para a amostragem do solo, adentrou-se 1 km na floresta e selecionou-se uma área de aproximadamente 1 ha para as coletas compostas de forma aleatória. A área escolhida não apresentou qualquer sinal de perturbação e/ou interferência humana.

4.2. Caracterização do Solo e Clima

O domínio geológico é de granitos, granodioritos e gnaisses do pré-cambriano, seguido por material terciário, sedimentos argilo-arenosos e arenosos do quaternário, e sedimentos inconsolidados em áreas de várzeas, relevo variando entre plano e suave ondulado com altitudes que variam entre 100 e 180 m, excluindo-se as serras (CPRM, 1998).

A área de estudo situado sob um ARGISSOLO AMARELO distrófico (PAd) são solos constituídos por material mineral, que têm como característica diferenciada por uma presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico (EMBRAPA, 2013).

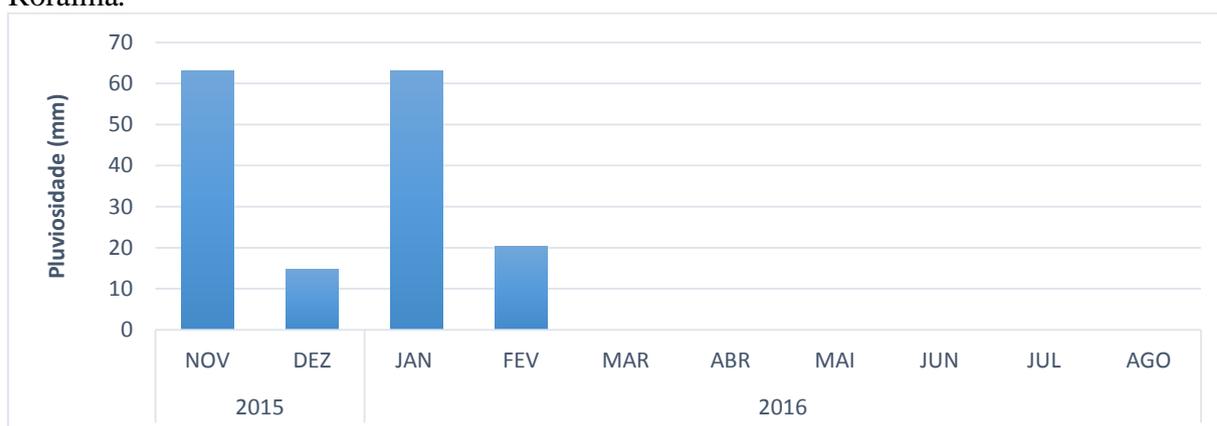
Segundo a classificação climática de Köppen, o município de Iracema possui uma temperatura média 27°C, cujas médias mensais apresentam uma amplitude anual que não ultrapassa 5° C, com chuvas de verão e outono. Na área de estudo predomina Awi, na parte central e leste; Ami, na parte oeste, conforme Figura 02. Os registros de 30 anos de

precipitação revelam uma variação de 1.300 a 2.350 mm por ano, com uma média anual de 1.794 mm (ANA, 2016).

Foram analisados os dados de precipitação pluviométrica médias mensais, de novembro de 2015 a agosto de 2016, para observações das alterações climáticas cumulativas de 9 meses ente o período das coletas (Figura 02).

Estes dados foram coletados por meio de uma estação meteorológica localizada no campo experimental Serra da Prata, situada no município de Mucajaí - RR, sendo a mais próxima da área de estudo, considerada representativa da influência climática nas áreas de estudos. Estes dados foram cedidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa - RR.

Figura 02. Climograma de Mucajaí - RR, gerado a partir das médias mensais de precipitação no período de novembro/ 2015 a outubro/ 2016. Fonte: Dados cedidos pela Embrapa Roraima.



4.3. Coletas de Amostras de Solo

As amostragens foram realizadas em duas datas: 25 de novembro de 2015, no ápice do Período Seco, e 06 de agosto de 2016, onde o Período Chuvoso estava bem configurado. As coletas consistiram na retirada de três amostras simples para formar uma composta, nas profundidades de 0-10, 10-20cm, com trado holandês, coletadas aleatoriamente em cada repetição de cada tratamento. Nas áreas de iLPF, foram coletadas uma amostra no meio da distância entre os renques de árvores. Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, previamente identificadas e transportadas em caixa de isopor para o Laboratório de Estudos da Matéria Orgânica do Solo da Embrapa Roraima, onde foram peneirados em peneiras de 2 mm de abertura da malha e armazenados sob refrigeração ± 4 °C até o momento das análises.

4.4. VARIÁVEIS

As variáveis (atributos do solo) analisadas estão representadas na **Tabela 2**.

Tabela 2. Variáveis biológicas e químicas analisadas, siglas, unidades e citações dos métodos empregados em suas determinações.

Variáveis	Sigla	Unidade	Método/citação
BIOLÓGICAS			
Carbono da Biomassa Microbiana	BMS - C	mg C Kg solo ⁻¹	Brookes et al., 198)/ Witt et al., 2000
Nitrogênio da Biomassa Microbiana	BMS - N	mg N Kg solo ⁻¹	Brookes et al., 198)/ Witt et al., 2000
Respiração Basal do Solo	RBS	mg C – CO ₂ Kg solo ⁻¹ h ⁻¹	Jenkinson & Powlson (1976)
Quociente Metabólico do Solo	qCO ₂	mg C - CO ₂ g ⁻¹ Cmic h ⁻¹	Anderson & Domsch (1993, 1986)
Carbono do Quociente Microbiano	qMicro - C	mg C mic 100mg Corg ⁻¹	-
Nitrogênio do Quociente Microbiano	qMicro - N	mg C mic 100mg Corg ⁻¹	-
Carbono Microbiano do Solo Plus	BMS - CP	mg C Kg solo ⁻¹	Sparling & West (1988)/ De Polli et al., 2007
Nitrogênio Microbiano do Solo Plus	BMS - NP	mg N Kg solo ⁻¹	Brookes et al., 1985/ De Polli et al., 2007
Carbono do Quociente Microbiano do Solo Plus	qMicro - CP	mg C qMicro 100mg Corg ⁻¹	-
Nitrogênio do Quociente Microbiano do Solo Plus	qMicro - NP	mg N qMicro 100mg Corg ⁻¹	-
QUÍMICAS			
Carbono Orgânico Total	COT	g C kg ⁻¹ solo	Walkley & Black (1934)
Nitrogênio Total	NT	g N kg ⁻¹ solo	Bremmer e Mulvaney (1982).
Carbono Lábil	CL	mg C Kg solo ⁻¹	Sparling et al. (1998)
Nitrogênio Lábil	NL	mg N Kg solo ⁻¹	Sparling et al. (1998)

4.5 AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO

4.5.1 Determinações do N e C da biomassa microbiana (BMS-N e BMS-C)

O nitrogênio e o carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-N e BMS-C) foram calculados pelo método de fumigação e extração (BROOKES et al., 1985; WITT et al., 2000). As amostras de solo foram peneiradas em malha de 2 mm de abertura, retirando-se fragmentos de raízes e restos vegetais. Antes do processo de fumigação, os teores de umidade das amostras foram corrigidos entre 40-80% da capacidade máxima de retenção de água no solo. As amostras foram divididas em subamostras (triplicatas) de 20 g de solo e incubadas por 24 horas. Parte das amostras foi submetida ao processo de fumigação seguida de extração outra parte somente ao processo de extração e uma para obtenção da massa seca em estufa a 105°C.

As amostras foram fumigadas com clorofórmio isento de etanol diretamente sobre o solo de cada recipiente, sendo hermeticamente fechadas de imediato e mantidos em local isento de luminosidade por 24 horas. Decorrido este tempo, os frascos foram destampados em capela de exaustão, onde permaneceram até que todo o clorofórmio fosse volatilizado (BROOKES et al., 1985; WITT et al., 2000). Posteriormente, retiradas e extraídas juntamente com as amostras não fumigadas. As amostras foram extraídas com K_2SO_4 0,5 mol L⁻¹ com pH ajustado entre 6,5 a 6,8, em agitador contínuo a uma velocidade de 220 rpm por 30 min, em seguida filtradas com papel filtro nº2 acoplado a um funil e um recipiente receptor do extrato, no qual foi fechado e mantidos em geladeira a 4 °C por menos de cinco dias, obedecendo ao procedimento proposto por Vance et al. (1987); Tate et al. (1988) e modificado por Silva et al., (2007).

Para a determinação dos teores de BMS -N, foram retiradas alíquotas de 10 ml da solução extraída e transferidas para tubos de vidro com 2 g de mistura catalítica (K_2SO_4 : $CuSO_4$:selênio em pó) e 5 mL de H_2SO_4 concentrado. Em seguida, foi realizada a digestão em aquecimento progressivo e permanecendo a 350°C durante 2 horas. A destilação em Kjeldal, a partir de alíquotas do extrato (modificado de BREMNER & MULVANEY, 1982).

O N extraído das amostras fumigadas (Nf) e não-fumigadas (Nnf), e o BMS-N foram calculados pelas Equações (SILVA et al., 2007).

$$1 - Nf \text{ ou } Nnf \text{ (mg N kg solo}^{-1}\text{)} = \frac{(V_a - V_b) \cdot (M \cdot 2) \cdot 0,014 \cdot V_1 \cdot 10^6}{V_2 \cdot MS}$$

$$2 - \text{BMS-N (mg N kg solo}^{-1}) = (\text{Nf} - \text{Nnf}) / 0,54$$

Onde: 0,54 é o valor do fator de correção proposto por BROOKES et al. (1985).

Onde: V_a (ml) = volume gasto na titulação da amostra; V_b (ml) volume de ácido sulfúrico gasto na titulação da solução controle (branco); M = molaridade exata do ácido sulfúrico; 2 = número de hidrogênios ionizáveis do ácido sulfúrico; V_1 (ml) = volume do extrator utilizado; V_2 (ml) = volume da alíquota utilizada para quantificação do N (mínimo de 10 ml); 0,014 = miliequivalente do nitrogênio; MS (g) = massa do solo seco a 105°C.

Já para a determinação dos teores de CBM, foram retiradas alíquotas de 8 mL para serem transferidas para Erlenmeyers de 250 ml, posteriormente adicionadas 15 ml da solução $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_3\text{PO}_4$ a proporção 2:1 e 2 ml de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 4 N. Em seguida, o conteúdo dos tubos foi completado com água deionizada para 70 ml, e após resfriamento, 3-4 gotas de difenilamina ($(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$), 1% (m/v) em ácido sulfúrico), iniciando a titulação com solução 0,033 mol L^{-1} de sulfato ferroso amoniacal ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) padronizada, com viragem do púrpuro para o verde. O carbono extraído das amostras fumigadas (Cf) e não-fumigadas (Cnf), e o BMS-C foram calculados pelas Equações respectivas (SILVA et al., 2007). Foram realizadas quatro repetições em branco (sem o extrato).

$$\text{Cf ou Cnf (mg C kg solo}^{-1}) = \frac{(V_b - V_a) \cdot M \cdot 0,003 \cdot V_1 \cdot 10^6}{MS \cdot V_2}$$

Onde: **V_b (ml)** = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da prova em branco; **V_a (ml)** = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra; M = molaridade exata do sulfato ferroso amoniacal; **V_1 (ml)** = volume do extrator utilizado; **V_2 (ml)** = volume de extrato utilizado na titulação; **0,003** = miliequivalente do carbono; **MS (g)** = massa equivalente de solo seco a 105°C.

4.5.2 Respiração Basal do Solo (RBS)

A respiração basal seguiu o procedimento descrito por Jenkinson & Powlson (1976), modificado por SILVA et al. (2007). Para cada amostra foram retiradas duas sub-amostras (duplicatas) de 50g de solo (base úmida), que foram incubadas por cinco dias em frascos de

vidro de três litros, juntamente com frascos contendo 10ml NaOH (hidróxido de sódio) 1 mol L⁻¹, para captura do C-CO₂ respirado. Foram também incubadas quatro provas em branco, que contiveram apenas no frasco a solução de hidróxido de sódio. Decorrido o período de incubação, 2ml de BaCl₂ 10% foram adicionados aos frascos com hidróxido de sódio, para precipitação do CO₂ na forma de carbonato, e imediatamente tampados. O excesso de NaOH foi titulado com solução de HCl (ácido clorídrico) 0,5 mol L⁻¹ padronizada, usando-se como indicador 2 gotas de fenolftaleína 1% (m/v) em etanol, com viragem do rosa para o rosa claro/branco. A RBS foi calculada pela Equação:

$$\text{RBS (mg C - CO}_2\text{ Kg solo}^{-1}\text{ h}^{-1}) = ((V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000) / (MS) / T$$

Onde: **V_b (ml)** = volume de HCl gasto na titulação do branco; **V_a (ml)** = volume gasto na titulação das amostras; **M** = molaridade exata HCl; **MS (g)** = massa seca da amostra a 105°C; **T (h)** = tempo de incubação.

4.5.3. Determinação do Quociente Metabólico (*q*CO₂)

A determinação do quociente metabólico (*q*CO₂) consistiu no procedimento proposto por Anderson & Domsch (1993, 1986) e Silva et al. (2007), obtido pela razão entre o C respirado por unidade de C microbiano em um determinado intervalo de tempo, utilizando a Equação:

$$q\text{CO}_2 \text{ (mg C - CO}_2\text{ g}^{-1}\text{ Cmic h}^{-1}) = \frac{\text{RBS (mg C - CO}_2\text{ Kg solo}^{-1}\text{ h}^{-1}) \cdot 1000}{\text{BMS-C (mg C Kg solo}^{-1})}$$

4.5.4. Determinação do Carbono do Quociente Microbiano (*q*Micro-C)

O Carbono do Quociente microbiano (*q*Micro-C) foi calculado pela razão entre o C microbiano (CBM) e o carbono orgânico total (CT) e foi expresso em percentagem (%), de acordo com a equação:

$$q\text{Micro-C (mg C mic 100mg Corg}^{-1}) = \frac{\text{BMS-C (mg C kg solo}^{-1})}{\text{CT (g kg solo}^{-1})}$$

4.5.5. Determinação do Nitrogênio do Quociente Microbiano (*q*Micro-N)

O Quociente microbiano (qMicro-N) foi calculado realizando-se a razão entre o BMS-N e o NT, de acordo com a equação abaixo descrita.

$$\text{qMicro-N (mg Nmic 100mg Norg}^{-1}) = \frac{\text{BMS-N (mg N kg solo}^{-1})}{\text{NT (g Kg solo}^{-1})}$$

4.5.6. Determinação do Carbono Microbiano do Solo Plus (BMS – CP)

O BMS- CP foi calculado pela divisão do Carbono fumigado (C_f) pelo fator 0,33 de SPARLING & WEST (1988), conforme DE-POLLI et al. (2007).

$$\text{BMS - CP (mg C kg solo}^{-1}) = C_f / 0,33$$

4.5.7. Determinação do nitrogênio microbiano do solo Plus (BMS-NP)

O BMS - NP foi calculado pela divisão do nitrogênio fumigado (N_f) pelo fator 0,54 segundo BROOKES et al. (1985).

$$\text{BMS - NP (mg N kg solo}^{-1}) = N_f / 0,54$$

4.5.8. Determinação do Carbono do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro-CP)

O qMicro - CP foi obtido realizando-se a razão entre o BMS-CP e o CT.

$$\text{qMicro-CP (mg C qMicro 100mg Corg}^{-1}) = \frac{\text{BMS - CP (mg C kg solo}^{-1})}{\text{CT (g kg solo}^{-1})}$$

4.5.9. Determinação Do Nitrogênio do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro-NP)

O qMicro-NP foi obtido realizando-se a razão entre o BMS-N e o NT

$$\text{qMicro-NP (mg N qMicro 100mg Norg}^{-1}) = \frac{\text{BMS-N plus (mg N kg solo}^{-1})}{\text{NT (g Kg solo}^{-1})}$$

4.6. AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

As análises no solo foram realizadas a partir de amostras coletadas em ambos os períodos (Seco e Chuvoso). Para as determinações químicas, parte do solo coletado para as determinações biológicas foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira com malha de 2,0mm, para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA).

4.6.1. Determinação do Carbono Orgânico Total do Solo (COT)

O teor de carbono orgânico total do solo (COT) foi determinado pelo método Walkley & Black (1934), e consiste na oxidação do carbono orgânico do solo pelo $K_2Cr_2O_7$ na presença de ácido sulfúrico concentrado e o excesso de íon cromo é titulado com sulfato ferroso amoniacal, conforme o manual de métodos de análises de solos (EMBRAPA, 2009). No qual pesou-se 0,5 g de solo pesado foi colocado em Erlenmeyers, adicionando 2 mL de solução $K_2Cr_2O_7$ a 0,4 N com auxílio de um dispenser, e inserindo um tubo de ensaio de 10mm de diâmetro e 100mm de altura completados com água na extremidade do erlenmeyer, funcionando este como condensador. Logo após foi aquecido em placa elétrica até a fervura branda durante 5 minutos, permanecendo em repouso até se estabilizar a temperatura para posterior diluição adicionando 80ml de água deionizada, medida com proveta, 2ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador fenolftaleína. Sendo titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1N até que a cor azul desapareça, cedendo lugar à verde, sendo que cada avaliação, fez-se um branco omitindo-se o solo.

4.6.2. Determinação do Nitrogênio Total (NT)

O nitrogênio total (NT) foi determinado conforme proposto por Bremmer e Mulvaney (1982). Pesou-se 1 g de solo seco em tubo de ensaio tipo Kjeldahl de 100 mL e adicionaram-se 1,1 g de mistura catalítica e 3,0 mL de ácido sulfúrico concentrado, procedendo-se a digestão, por 2,5 horas. Após o resfriamento dos tubos, procedeu-se a destilação. Adicionaram-se 20,0 mL de NaOH 10,0 mol L⁻¹, iniciando-se a destilação do nitrogênio, recolhendo-se 50,0 mL em erlenmeyer de 125,0 mL, contendo, previamente pipetado, 10,0 mL de solução indicadora de ácido bórico. Titulou-se o destilado com solução de ácido sulfúrico 0,02 mol L⁻¹ até a mudança da cor verde para rosa. Em cada avaliação, fez-se um

branco omitindo-se o solo. O teor de nitrogênio total foi calculado com base na reação de que cada 2 moléculas de NH_4 reagem com 1 molécula de H_2SO_4 .

4.6.3. Determinação do Carbono Lábil (CL)

O carbono lábil (CL) foi determinado por extração a quente com autoclave, conforme descrito por Sparling et al. (1998) modificado, utilizando relação solo extrator 1:10 em temperatura controlada de 100 °C por 1 hora.

$$\text{CL (mg C Kg solo}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{Vb} - \text{Va}) \cdot \text{M} \cdot 0.003 \cdot \text{V}_1 \cdot 10^6}{\text{V}_2 \cdot \text{MS}}$$

Onde: **Vb (mL)** = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da prova em branco; **Va (mL)** = volume gasto na titulação da amostra; **M** = molaridade exata do sulfato ferroso amoniacal; **0,003** = meq do carbono; **V₁ (mL)** = volume do extrator utilizado; **V₂ (mL)** = volume de extrato utilizado na titulação; **MS (g)** = massa da terra fina seca ao ar das amostras.

4.6.4. Determinação do Nitrogênio Lábil (NL)

A determinação do NL seguiu o mesmo procedimento adotado para o CL SPARLING et al. (1998) modificado, utilizando relação solo extrator 1:10 em temperatura controlada de 100 °C por 1 hora), utilizando-se a Equação abaixo descrita para determinação do NL do solo.

$$\text{NL (mg N kg solo}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{Va} - \text{Vb}) \cdot (\text{M} \cdot 2) \cdot 0.014 \cdot \text{V}_1 \cdot 10^6}{\text{V}_2 \cdot \text{MS}}$$

Onde: **Va (mL)** = volume gasto na titulação da amostra; **Vb (mL)** = volume de ácido sulfúrico gasto na titulação da solução controle (branco); **M** = molaridade exata do ácido sulfúrico; **2** = número de hidrogênios ionizáveis do ácido sulfúrico; **V₁ (mL)** = volume do extrator utilizado; **V₂ (mL)** = volume da alíquota utilizada para quantificação do N (mínimo de 10 mL); **0,014** = miliequivalente do nitrogênio; **MS (g)** = massa do solo seco a 105°C.

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F, sendo o nível de significância de 5% de probabilidade. A comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando-se o software SISVAR versão 5.4 (FERREIRA, 2011).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ATRIBUTOS MICROBIANO DO SOLO

6.1.1. Carbono da Biomassa do Solo (BMS – C)

A Pastagem e a Floresta Nativa se sobressaíram sobre os demais sistemas (iLP e iLPF), no período chuvoso com valores médios de BMS-C de 149,56 e 134,51 mg C kg solo⁻¹, respectivamente (Tabela 03). Esses resultados podem ser devido à maior transformação da matéria orgânica pelos microrganismos do solo presentes na Floresta Nativa e Pastagem, como foi observado por Pôrto et al. (2009), em LATOSSOLO Amarelo submetido a diferentes usos. Cunha et al. (2011), avaliando solo como o cultivo de milho e feijão, e diferentes plantas de cobertura também constataram comportamento semelhante em relação à o ambiente sem antropização.

A alta diversidade de plantas favorece o aumento do conteúdo de BMS-C, como em florestas nativas ou ambientes recuperados (ROSCOE et al., 2006). No ambiente mais equilibrado, com maior diversidade de espécies, como na Floresta Nativa, a microbiota do solo é potencializada pelo fornecimento contínuo de materiais orgânicos com diferentes graus de suscetibilidade à decomposição, originados da vegetação (CUNHA et al., 2011). Com essa maior diversidade biológica, a variedade de substratos orgânicos oxidáveis originários da serapilheira depositada se torna maior, fator favorável à sobrevivência e crescimento de diferentes grupos de microrganismos do solo (CUNHA et al., 2011; FERREIRA et al., 2011).

Em relação às profundidades estudadas, foi verificado que não houveram diferenças significativas entre estas no período chuvoso (Tabela 03). Possivelmente isso tenha ocorrido devido à atividade biológica mais intensa na camada superficial do solo, pois esta recebe mais nutrientes pela deposição de material vegetal e possui melhor aeração, importante para as atividades metabólicas do solo (GAMA-RODRIGUES, 1999).

Tabela 03. Valores médios dos atributos microbiológicos, Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C), Respiração Basal do Solo (RBS), Quociente Microbiano do Solo (qMicro), Quociente Metabólico do Solo (qCO₂), em função de diferentes sistemas de cultivo e profundidade do solo, nos períodos seco e chuvoso, Iracema – RR.

TRATAMENTO S	BMS-C (mg C kg solo ⁻¹)	RBS (mg C – CO ₂ · kg ⁻¹ solo · h ⁻¹)	qMicro %	qCO ₂ (mg C – CO ₂ · g ⁻¹ BMS – C · h ⁻¹)
Período Seco				
Tratamentos				
ILP	-*	0,61 b	0,79 c	7,57 a
ILPF	-*	0,92 a	1,88 b	7,89 a
Pastagem	-*	0,74 b	1,68 b	9,97 a
Floresta Nativa	-*	0,67 b	5,40 a	1,99 b
Profundidade (cm)				
0-10	-*	0,77 a	2,26 a	8,51 a
10-20	-*	0,70 a	2,62 a	5,19 b
CV (%)	-	21,11	31,84	52,23
Período Chuvoso				
Tratamentos				
ILP	69,37 b	1,64 a	1,37 b	31,76 a
ILPF	63,84 b	0,91 b	2,40 b	15,81 b
Pastagem	149,56 a	0,99 b	1,68 b	6,17 b
Floresta Nativa	134,51 a	1,23 b	5,14 a	14,17 b
Profundidade (cm)				
0-10	111,98 a	1,61 a	2,74 a	21,36 a
10-20	96,66 a	0,77 b	2,55 a	12,60 a
CV (%)	38,16	23,46	53,40	71,17

*- Significativo ao nível de 5% de probabilidade. As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Deve-se salientar que a *U. brizantha*, ao alcançar seu potencial produtivo, atinge até 1,60 m de altura e sistema radicular com 50 cm de profundidade (Rezende et al., 2011), suas raízes melhoram as condições para a microbiota do solo em profundidade, fornecendo exsudatos radiculares para os microrganismos (HELAL E SAUERBECK, 2007), e as raízes transportam oxigênio para a matriz do solo, criando um favorável sistema solo-microrrizosfera (XU et al., 2013), explicando possivelmente a homogeneidade do BMS - C obtido nas diferentes camadas no presente estudo.

O desdobramento da interação significativa (profundidade x sistema) esta apresentado na (Tabela 3). O sistema iLP e iLPF (Tabela 04) não apresentaram diferenças significativas nos valores de BMS-C entre as profundidades no período seco. Esse comportamento pode ser

atribuído ao manejo do solo nesses sistemas no qual a prática da gradagem provoca homogeneização das camadas, também pode salientar a constante renovação e decomposição das raízes da *U. brizantha*. (GAMA-RODRIGUES, 1999).

. **Tabela 04.** Desdobramento da interação significativa entre profundidades e sistemas para Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C), no Período Seco, Iracema – RR.

Profundidade (cm)	Período Seco	
	0-10	10-20
Tratamentos	BMS-C (mg C kg⁻¹ solo)	
iLP	72,15 A	34,59 A
iLPF	113,83 A	85,74 A
Pastagem	341,70 A	180,51 B
Floresta Nativa	363,35 A	107,15 B
CV (%)	34,24	

As médias seguidas pela mesmas letras Maiúsculas na linha não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Portanto, observaram-se diferenças significativas para os sistemas Pastagem e Floresta Nativa, apresentando maiores valores de BMS-C na camada de 0 – 10 cm. É fato que esses sistemas são poucos manejados, no qual propicia o acúmulo de CT dentro dos agregados do solo, que auxilia no maior acúmulo do BMS – C (FERREIRA et al., 2011).

6.1.2. Respiração Basal do Solo (RBS)

A RBS apresentou maior valor médio (0,92 mg C – CO₂ · kg⁻¹ solo · h⁻¹) na área com iLPF quando comparada aos demais sistemas, no período chuvoso. Dentre os demais sistemas não foram observadas diferenças significativas (Tabela 3).

Os valores de RBS encontrados no presente estudo na área sob iLPF durante o período chuvoso, corroboram com os obtidos por CUNHA et al. (2011), FERREIRA et al. (2011) e LOURENTE et al. (2011). O solo submetido a um estresse que pode ter obtido esse fluxo mais elevado de CO₂ em função da rápida decomposição e mineralização constante de matéria orgânica lábil (LOURENTE et al., 2011, MERCANTE et al., 2008 e PINTO NETO et al., 2014).

Nas profundidades a RBS não diferiu no período Seco, enquanto que no período chuvoso houve diferença entre as camadas, sendo encontrado maior valor na profundidade 0-10 cm. A diferença destas profundidades pode ser explicada pela atividade microbiana mais intensa em profundidades mais superficiais onde se encontra maior população de

microrganismo do solo, que pode também ser atribuída à maior composição de compostos orgânicos (MERCANTE et al., 2008).

6.1.3. Nitrogênio da Biomassa do Solo (BMS – N)

O desdobramento da interação (profundidade x sistema), no sistema iLP e iLPF (Tabela 04) não apresentou diferenças significativas nos valores de BMS-N entre as profundidades (0-10 e 10-20 cm) no período seco. Esses resultados são semelhantes aos observados por Gama-Rodrigues et al. (2005), avaliando BMS-N em várias regiões do Cerrado e encontraram valores entre 33,14 e 143,37 mg N kg⁻¹ solo em plantios de eucalipto com 7 anos de idade.

O BMS-N indica maior imobilização do N no solo, se tornando mais indisponível para as plantas, mas pode constituir uma das possíveis reservas deste nutriente no solo (COSER et al., 2007). Os resultados encontrados indicam que a implantação de sistema de integração não altera o N presente na fração microbiana do solo.

Tabela 05. Desdobramento da interação significativa entre profundidades e sistemas, Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-N), nos períodos seco e chuvoso, Iracema – RR.

Período Seco		
Profundidade (cm)	0-10	10-20
Tratamentos	BMS-N (mg C kg⁻¹ solo)	
iLP	72,15 A	34,59 A
iLPF	113,83 A	85,74 A
Pastagem	341,70 A	180,51 B
Floresta Nativa	363,35 A	107,15 B
CV (%)	34,24	
Período Chuvoso		
Tratamentos	BMS-N (mg N kg⁻¹ solo)	
iLP	24,01 A	13,35 B
iLPF	20,27 A	9,20 B
Pastagem	17,90 A	16,00 A
Floresta Nativa	8,41 A	7,81 A
CV (%)	46,96	

As médias seguidas pela mesma letra Maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Nas coletas realizadas na estação chuvosa no sistema iLP foram encontradas diferenças significativas nos valores de BMS-N entre as profundidades de 0-10 e 10-20 cm, com valores de 24,01 e 13,35 mg N kg⁻¹ de solo, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os observados por Moura et al. (2013) e Coser et al. (2007), que verificaram diminuição dos

valores da BMS com o aumento da profundidade. Os autores afirmam que a transformação do nitrogênio orgânico encontrado nos horizontes superficiais sofre influência mais intensa dos fatores que controlam o crescimento e atividade microbiana no solo.

O sistema iLPF, também sofreu influência da profundidade com valores de BMS-N de 20,27 e 9,20 mg N kg⁻¹ solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente, fato este que pode ser explicado pela deposição da serapilheira oriunda das espécies florestais.

Esses resultados indicam que, na área de Floresta Nativa e Pastagem, durante a estação chuvosa, há um maior crescimento da biomassa vegetal, estimulada pela maior disponibilidade de água, resultando em atividade microbiana mais intensa, pois os microrganismos do solo necessitam de água para absorção de nutrientes e integridade da superfície celular (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). A maior atividade no solo intensifica a mineralização de nutrientes, e sua subsequente imobilização, aumentando a quantidade de N presente na estrutura da microbiota do solo (JARVIS et al., 2007).

6.1.4. Quociente Microbiano do Solo (q Micro)

A Floresta Nativa apresentou o maior valor médio do quociente microbiológico do solo nos Períodos Seco e Chuvoso (5,40 e 5,14 %) respectivamente, se diferenciando dos demais sistemas (Tabela 03). Esse resultado mostra que, sistemas em equilíbrio, como a Floresta Nativa apresentam crescimento da população microbiana do solo quando grande quantidade da matéria orgânica é acumulada no solo devido à deposição contínua de material vegetal (MARCHÃO et al., 2009).

Além disso, Pôrto et al. (2009) destaca que, apesar de o qMicro estar sendo mencionado como um importante indicador da qualidade da matéria orgânica do solo, podendo refletir variações de matéria orgânica no solo, a eficiência de conversão do C orgânico em C microbiano, perdas de C do solo e estabilização do C orgânico pelas frações minerais do solo.

Normalmente, o carbono da biomassa microbiana representa de 1 a 4% do carbono orgânico total e, de modo geral, valores de qMicro inferiores a 1% podem ser atribuídos a algum fator limitante à atividade da biomassa microbiana, como representado neste estudo no sistema iLP (ARAÚJO NETO et al., 2014). Ambientes nessas condições podem refletir uma menor utilização de carbono pela microbiota do solo. Em solos com baixa disponibilidade ou qualidade inadequada de substrato, ou mesmo outro fator limitante, a biomassa microbiana está sob estresse e incapaz de utilizar totalmente o C orgânico (LEITE et al., 2013).

No entanto, em condições tropicais, nem sempre valores de q_{Micro} inferiores a 1% indicam comprometimento das funções microbianas do solo (SILVA et al., 2012).

Em relação à profundidade (Tabela 03), os teores de q_{Micro} não apresentaram alterações significativas, possivelmente devido à homogeneização das camadas pelo revolvimento do solo e pela deposição das raízes da *U. brizantha*.

6.1.5. Quociente Metabólico (q_{CO_2})

Os resultados para Floresta Nativa foram os menores valores médios ($1,99 \text{ mg C} - \text{CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{ BMS} - \text{C} \cdot \text{h}^{-1}$) em relação aos demais sistemas analisados no período seco (Tabela 03). Menores valores de q_{CO_2} indicam sistemas mais estáveis. O não revolvimento do solo proporciona condições mais favoráveis ao desenvolvimento dos micro-organismos, relacionadas à menor oxidação da matéria orgânica, menor rompimento da hifa dos fungos, proteção do habitat microbiano, aumento da umidade do solo e condições menos extremas de temperatura (RHOTON, 2000; PEREIRA et al., 2009).

Em suma, quando há redução nos valores do q_{CO_2} , para a floresta nativa, no verão, indica que a biomassa microbiana está sendo mais eficiente, ou seja, está havendo menor perda de CO_2 por unidade de biomassa.

Não foram verificadas diferenças significativas, entre os demais sistemas os quais apresentaram valores superiores a ($7,57 \text{ mg C} - \text{CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{ BMS} - \text{C} \cdot \text{h}^{-1}$) no período seco, indicando menor estabilidade do sistema com aceleração da decomposição dos resíduos (Tabela 02). Maiores valores de q_{CO_2} indicam maiores perdas de carbono no sistema na forma de CO_2 por unidade de carbono microbiano (MERCANTE et al., 2008). Além disso, outras situações de desequilíbrio ambiental podem interferir no aumento ou diminuição do q_{CO_2} , como matéria orgânica de baixa qualidade ou comunidades microbianas submetidas a condições de estresse, como deficiência de nutrientes, acidez e déficit hídrico (RAMOS et al., 2010).

Tabela 06 Valores médios dos atributos microbiológicos, Biomassa Microbiana do Solo Plus (BMS – NP) e Carbono do Quociente Microbiano do Solo Plus (QMicro – CP), Nitrogênio do Quociente Microbiano do Solo Plus (QMicro – NP) em função de diferentes sistemas de cultivo e profundidade do solo, nos períodos seco e chuvoso, Iracema – RR.

FATORES	BMS-NP (mg N kg⁻¹ solo)	qMicro – CP %	qMicro – NP %
Período Seco			
Tratamentos			
ILP	334,97 c	52,30 b	-*
ILPF	416,72 b	66,30 b	-*
Pastagem	615,59 a	88,37 a	-*
Floresta Nativa	614,48 a	93,80 a	-*
Profundidade (cm)			
0-10	575,17 a	92,93 a	-*
10-20	415,71 b	57,45 b	-*
CV (%)	12,52	19,36	-
Período Chuvoso			
Tratamentos			
ILP	58,55 b	70,40 a	3,6 b
ILPF	61,29 b	62,83 a	4,74 a
Pastagem	69,43 a	79,18 a	4,64 a
Floresta Nativa	56,07 b	58,32 a	4,86 a
Profundidade (cm)			
0-10	71,25 a	88,19 a	5,4 a
10-20	51,42 b	47,18 b	3,52 b
CV (%)	10,43	39,31	17,54

*- Significativo ao nível de 5% de probabilidade. As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O aumento de qCO₂, observado no período chuvoso, enfatizando no sistema iLP que obteve o maior valor médio (31,76 mg C – CO₂ · g⁻¹ BMS – C · h⁻¹) em detrimento dos outros sistemas (Tabela 07), indica que a biomassa microbiana estaria atuando na decomposição da matéria orgânica do solo, com imobilização de nutrientes em sua biomassa e liberação de parte destes nutrientes para a solução do solo. Menores valores no inverno sugerem que a biomassa microbiana está atuando como compartimento de reserva de nutrientes, nestes períodos, evitando-se perdas (Espíndola et al. 2001).

Quando se trata das profundidades estudadas, foi verificado maior valor médio do qCO₂ na profundidade de 0-10 cm (8,51 mg C – CO₂ · g⁻¹ BMS – C · h⁻¹) no período seco (Tabela 05), valor que corrobora com Santos (2004) ao avaliar este mesmo atributo em diferentes sistemas de manejo, em um PLANOSSOLO, e verificou maior qCO₂ na camada de 0-10cm, onde se encontra uma maior comunidade microbiana na profundidade mais superficial.

6.1.6. Nitrogênio da Biomassa Plus (BMS – NP)

Os resultados das análises do BMS - NP no período seco e chuvoso, demonstram que a Pastagem e a Floresta Nativa sobressaíram dos demais sistemas, com os maiores valores médios de 615,59 e 614,48 mg N kg solo⁻¹ respectivamente (Tabela 07). Esses altos valores de BMS – NP podem ser justificados devido à parcial adsorção do nitrogênio da matéria orgânica pelos microrganismos do solo presentes na Pastagem e Floresta Nativa e Pastagem, o que pode ser confirmado pelo aumento no conteúdo da BMS-C e BMS-N, como foi observado por Silva (2010), estudando manejos orgânico de Taro na região de Paty do Alferes. Esse atributo biológico se comportou de forma semelhante, porém com valores reduzidos justificado pela maior umidade do solo que estimula a atividade microbológica onde há perdas de BMS - NP.

Em relação às profundidades, foi observado diferenças entre estas no período seco e chuvoso (Tabela 07). Isso pode ser devido à atividade biológica mais intensa na camada superficial do solo (0-10 cm), onde a uma maior decomposição dos compostos orgânicos, no qual o apresentou-se menores teores nitrogênio 415,78 mg N kg solo⁻¹, na profundidade de 10-20 cm no qual a atividade da microbiota é mais reduzida, há um acúmulo desse atributo 575,17 mg N kg solo⁻¹ (CARVALHO et al. 2011).

6.1.7. Carbono do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro – CP)

Os resultados das análises do qMicro - CP no período seco, demonstram que a Pastagem e a Floresta Nativa obtiveram os maiores valores sobre os demais sistemas (88,37 e 93,80 %) respectivamente (Tabela 07). No período chuvoso esse atributo se comportou de forma semelhante entre todos os sistemas estudados, não havendo diferenças significativas.

Em relação as profundidades, foi observado diferenças significativas entre as camadas, tanto período seco como no chuvoso, no qual a profundidade de 0-10cm se apresentou com os maiores teores.

Tanto o qMicro-CP possui valores mais elevados nos sistemas de Pastagem e Floresta Nativa, indicando aumento da população de microrganismos, tanto em relação ao CT.

6.1.8. Nitrogênio do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro – NP)

Os resultados das análises do desdobramento qMicro - NP no Período Seco, indicam que os sistemas obtiveram o maior teor na profundidade de 0 -10 cm variando entre 38,14 à 5,40 %, sobressaindo a profundidade de 10-20 cm. Exceto o sistema iLPF (Tabela 07) o qual não apresentou diferenças entre as profundidades (0-10 e 10-20 cm) no Período Seco.

No Período Chuvoso esse atributo se comportou de forma semelhante entre todos os sistemas estudados com valores variando de 3,6 à 4,86 %, não havendo diferenças significativas, exceto o sistema de iLP que se apresentou com valores abaixo dos outros sistemas. Este fato mostra uma matéria orgânica altamente ativa sujeita a transformações. Dentro fato, a relação qMicro – NP:NT, indica a disponibilidade de nitrogênio para microorganismos (SAMPAIO et al., 2008).

As médias obtidas de qMicro - NP 4,50 % durante os Períodos Seco e Chuvoso, corroboram com os resultados encontrados por Matias et al. (2009), com taxas de qMicro - N iguais a 8,02% e 1,0%, dentro da faixa dos teores encontrados na análise atual.

Além disso, a relação qMicro – NP:NT é afetada por vários fatores como o grau de estabilização do carbono orgânico e a história da gestão do solo. O autor indicou que para descobrir se a relação qMicro – NP:NT estava em equilíbrio ou na fase de degradação / recuperação, a taxa básica para cada situação teve que ser estabelecida, com aparentemente escasso superando condições diferentes (Moreira e Malavolta, 2004). Foi necessário um bom tempo de avaliação para indicar corretamente a sustentabilidade dos sistemas quando comparada à floresta nativa

6.1.9. Carbono da Biomassa Plus (BMS – CP)

O BMS-CP no período seco obteve o maior teor na profundidade de 0 -10 cm variando entre 68,21 à 772,40 mg C kg⁻¹ solo, sobressaindo a profundidade de 10-20 cm. Exceto o sistema iLPF (Tabela 07) não apresentou diferenças significativas nos valores de BMS - CP entre as profundidades (0-10 e 10-20 cm) no Período Seco.

No período chuvoso o sistema pastagem obteve comportamento semelhante ao do período seco, porém com teores que variaram de 258,59 a 640,27 mg C kg⁻¹ solo, havendo diferenças entre as profundidades do solo, se assemelhando com o sistema iLP com os teores de (372,54 e 228,02 mg C kg⁻¹ solo) nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm respectivamente (Tabela 07).

A maior concentração de BMS-C, na camada 0-10 cm, pode ser explicada pelo acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo. Ao longo do tempo, os métodos de preparo do solo, podem interferir na quantidade de COT e na sua distribuição no solo. Além disso, espécies leguminosas como opções nestes sistemas tendem a favorecer o BMS-C pela adição de resíduos com uma relação C/N menor e pela fixação biológica de N₂ (KASCHUK; ALBERTON; HUNGRIA, 2010). A ausência de preparo do solo em sistemas mais próximos das condições naturais, como os Sistemas Agroflorestais (SAFs), resulta em maior presença de raízes, que são responsáveis pela entrada de substratos de compostos com carbono, promovendo a diversidade de espécies e favorecendo o desenvolvimento microbiano. Em geral, isso ocorre em função do não revolvimento da camada superior, provendo suprimentos de carbono orgânico constantes à biomassa microbiana do solo. Para Torres, Pereira e Fabian (2008), a utilização de plantas com sistema radicular bem desenvolvido, como os adubos verdes, propicia resultados que indicam o aumento dos estoques de carbono orgânico e N total no solo.

Tabela 07. Desdobramento da interação significativa entre profundidades e sistemas, para o Carbono da Biomassa Microbiana do Solo Plus (BMS-CP) e o Nitrogênio do Quociente Microbiano Plus (qMicro – NP), nos Períodos Seco e Chuvoso, Iracema – RR.

Período Seco		
Profundidade (cm)	0-10	10-20
Tratamentos	BMS – CP (mg C kg⁻¹ solo)	
iLP	772,40 A	68,81 B
iLPF	72,89 A	69,68 A
Pastagem	103,46 A	70,49 B
Floresta Nativa	118,48 A	83,51 B
CV (%)	5,06	
Tratamentos	qMicro – NP (%)	
iLP	38,14 A	4,42 B
iLPF	5,40 A	4,64 A
Pastagem	6,34 A	3,86 B
Floresta Nativa	7,32 A	5,27 B
CV (%)	17,14	
Período Chuvoso		
Tratamentos	BMS-CP (mg C kg⁻¹ solo)	
iLP	372,54 A	228,02 B
iLPF	427,55 A	299,53 B
Pastagem	640,27 A	258,59 B
Floresta Nativa	584,72 A	227,40 B
CV(%)	17,90	

As médias seguidas pela mesma letra Maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

6.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

6.2.1 Carbono Orgânico Total (COT)

Foram observadas diferenças significativas entre os sistemas. A floresta nativa e a pastagem não apresentaram valores de COT superiores a $7,0 \text{ g C kg}^{-1}$ solo, sendo que nos sistemas iLP e iLPF observaram-se valores superiores a ($6,87$ e $7,40 \text{ g C kg}^{-1}$ solo) respectivamente, com maiores valores na profundidade de 0-10 cm (Tabela 08). Esses resultados diferenciam dos observados por Costa Junior et al. (2011), que encontraram valores superiores a $25,9 \text{ g C kg}^{-1}$ solo em Cerrado e $18,4 \text{ g C kg}^{-1}$ solo para as áreas de iLP.

A biomassa microbiana do solo depende da matéria orgânica como substrato; portanto, a cobertura vegetal promove uma alta disponibilidade de matéria orgânica fresca que estimula os microrganismos do solo (ROSCOE et al., 2006).

Tabela 08. Valores médios dos atributos químicos, Carbono Orgânico Total (COT), Nitrogênio Total do Solo (NT), Carbono Lábil (CL) e Nitrogênio Lábil do Solo (NL) em função de diferentes sistemas e profundidades, nos Períodos Seco e Chuvoso, Iracema – RR.

FATORES	COT (g C kg ⁻¹ solo)	NT (g C kg ⁻¹ solo)	CL (mg C kg solo ⁻¹)	NL (mg N kg solo ⁻¹)
Período Seco				
Tratamentos				
iLP	6,87 a	0,18 a	50,92c	12,15 b
iLPF	7,40 a	0,17 a	72,10b	11,96 b
Pastagem	5,96 b	0,14 a	109,90a	8,40 b
Floresta Nativa	6,50 b	0,16 a	82,42b	17,66 a
Profundidade (cm)				
0-10	7,48 a	0,16 a	79,45 a	12,74 a
10-20	5,88 b	0,16 a	78,22 a	12,37 a
CV (%)	11,43	12,95	17,02	46,62
Período Chuvoso				
Tratamentos				
iLP	4,68 a	0,15 a	33,13 b	20,61 a
iLPF	5,95 a	0,14 a	40,04 b	14,35 a
Pastagem	5,79 a	0,14 a	51,83 b	19,69 a
Floresta Nativa	6,52 a	0,12 a	70,74 a	18,45 a
Profundidade (cm)				
0-10	5,79 a	0,14 a	53,46 a	16,62 a
10-20	5,69 a	0,13 a	44,41 a	19,84 a
CV (%)	22,90	17,67	38,89	32,43

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em áreas com pastagens, há grande quantidade de material vegetal disponível proporcionado pelo rápido crescimento e cobertura do solo pelas plantas e deposição de resíduos dos animais em pastejo, que estimulam a biomassa microbiana. As gramíneas perenes, componentes das pastagens, possuem sistemas radiculares abundantes e rizodeposição elevada com distribuição uniforme de exsudatos no solo, o que favorece a manutenção da matéria orgânica, ou seja, do C orgânico do solo (LEITE et al., 2013).

6.2.2 Nitrogênio Total (NT)

Em relação ao NT, não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas (Tabela 08) tanto no período chuvoso quanto no período seco. Essa ausência de variação, inclusive em relação a Floresta Nativa, pode ser devido aos resíduos vegetais depositados no solo serem constituídos principalmente por substratos orgânicos de decomposição rápida (baixa razão C/N), que não contribui para incrementos nos estoques de N total no solo (CARDOSO et al., 2010).

Não foram observadas diferenças significativas entre as diversas camadas nos tratamentos (Tabela 08) para esse atributo microbiológico. Esses resultados corroboram com os obtidos por D'Andrea et al. (2004) que avaliaram os estoques de N em um LATOSSOLO vermelho no bioma Cerrado, e concluíram que a utilização de pastagens ou cultivo convencional de longa duração pode não causar alterações significativas nos teores e estoques de N.

6.2.3. Carbono Lábil (CL)

Os teores de CL foram afetados de modo significativo pelos sistemas de uso do solo (Tabela 08). A Pastagem obteve os maiores valores no período seco, e o sistema iLP apresentou os menores valores, entre as profundidades não foram observadas diferenças significativas entre as duas estações. Entretanto no período chuvoso a floresta nativa se apresentou com o maior acúmulo de CL com o valor de 70,74 mg C kg solo⁻¹.

Isto pode ser explicado pela alta deposição de esterco animal nesta área, oriunda de pastejo em lotação contínua. O esterco apresenta elevada proporção de materiais recalcitrantes, pois os compostos lábeis são seletivamente removidos no processo de digestão (PAUSTIAN e al., 1997).

Solomon et al. (2007) relatam que uma parte importante da mudança total do COT ocorre durante os primeiros anos após o desmatamento, indicando que esses solos contêm grandes quantidades de carbono lábil, potencialmente vulneráveis à degradação pelas alterações do uso do solo induzidas pelo homem, e neste estudo essa afirmação pode ser verificada com os altos estoques de Carbono Lábil na Floresta Nativa na coleta de agosto de 2016 (Tabela 08).

6.2.4. Nitrogênio Lábil

Valores de NL foram afetados de modo significativo pelos sistemas de uso do solo (Tabela 08). A floresta nativa obteve os maiores valores no período seco, entre as profundidades não houve diferenças significativas entre as duas estações. Entretanto no período chuvoso não houveram diferenças significativa de NL $17,66 \text{ mg N kg solo}^{-1}$.

É sugerido que a qualidade e a quantidade de carbono orgânico total (COT) são fatores importantes que afetam a dinâmica do N no solo e a sua retenção no ecossistema, sendo necessário estudá-los em conjunto para um melhor entendimento dessa dinâmica (HART et al., 1994).

6.3. ANALISES DAS MATRIZES DE CORRELAÇÕES

6.3.1. Correlação dos Atributos Microbiológicos

As variáveis que apresentaram melhor correlação com outras variáveis foram o BMS-C, RBS e qMicro, mostrando correlação positiva com a BMS-NP ($p < 0,01$) e com o COT ($p < 0,01$), como apresentado na Tabela 11. Esses resultados confirmam o que foi relatado por Vicente & Araújo (2013), que também encontraram correlação positiva entre essas variáveis, em estudo sobre atributos microbiológicos de solo com pastagens no Cerrado. O aumento do qMicro e BMS - CP no solo aumenta a disponibilidade de fontes de carbono para a microbiota, favorecendo a atividade microbiana, expressa pela q Micro (Moreira & Siqueira, 2006).

A variável que apresentou melhor correlação com outras variáveis foi o BMS-C, mostrando correlação positiva com o qCO₂, BMS - CP, BMS - NP e qMicro - CP e qMicro - NP ($p < 0,01$). Esses resultados confirmam o que foi relatado por Vicente e Araújo (2013), que também encontraram correlação positiva entre essas variáveis, em estudo sobre atributos microbiológicos de solo com pastagens no Cerrado. O aumento do BMS - C e COT no solo

aumenta a disponibilidade de fontes de carbono para a microbiota, favorecendo a atividade microbiana, expressa pela RBS (Moreira & Siqueira, 2006).

Tabela 09. Matriz de Correlação representando a relação entre os atributos microbiológicos, Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C), Respiração Basal do Solo (RBS), Quociente Microbiano do Solo (qMicro), Quociente Metabólico (qCO₂), Nitrogênio do Total do Solo (NT), Carbono Lábil (CL), Nitrogênio Lábil do Solo (NL), Carbono da Biomassa Microbiana do Solo Plus (BMS – CP), Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo Plus (BMS – NP), Carbono do Quociente Microbiano do Solo Plus (qMicro – CP), Nitrogênio do Quociente Microbiano do Solo (qMicro – NP), Carbono Orgânico Total do Solo (COT)..

	BMS-C	BMS-N	RBS	qMicro	qCO ₂	NT	CL	NL	BMS - CP	BMS - NP	qMicro - CP	qMicro - NP	COT	COP
BMS-C	-	0,060 ^{ns}	-0,216 ^{ns}	0,293 ^{ns}	-0,397 ^{**}	-0,162 ^{ns}	0,481 ^{**}	-0,0746 ^{ns}	-0,280 ^{ns}	0,635 ^{**}	0,499 ^{**}	-0,168 ^{ns}	-0,300 [*]	-0,300 [*]
BMS-N	-	-	-0,200 ^{ns}	0,304 ^{ns}	-0,173 ^{**}	0,409 ^{**}	0,120 ^{ns}	-0,146 ^{ns}	0,188 ^{ns}	0,350 ^{**}	-0,103 ^{ns}	0,767 ^{**}	0,207 ^{ns}	0,682 ^{ns}
RBS	-	-	-	-0,063 ^{ns}	0,592 ^{ns}	-0,010 ^{ns}	-0,212 ^{ns}	0,154 ^{ns}	-0,167 ^{ns}	-0,450 ^{**}	-0,477 ^{**}	-0,276 [*]	0,363 ^{**}	0,291 [*]
qMicro	-	-	-	-	-0,224 ^{ns}	-0,325 ^{**}	0,240 ^{ns}	0,147 ^{ns}	-0,117 ^{ns}	0,101 ^{ns}	0,232 ^{ns}	-0,173 ^{ns}	-0,368 ^{**}	-0,070 ^{ns}
qCO₂	-	-	-	-	-	-0,105 ^{ns}	-0,286 [*]	0,116 ^{ns}	0,078 ^{ns}	-0,416 ^{**}	-0,172 ^{ns}	-0,096 ^{ns}	0,364 ^{**}	0,118 ^{ns}
NT	-	-	-	-	-	-	0,016 ^{ns}	0,037 ^{ns}	-0,196 ^{ns}	0,272 [*]	-0,282 [*]	0,213 ^{ns}	0,228 ^{ns}	0,192 ^{ns}
CL	-	-	-	-	-	-	-	-0,302 [*]	-0,398 ^{**}	0,618 ^{**}	0,150 ^{ns}	-0,035 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,123 ^{ns}
NL	-	-	-	-	-	-	-	-	0,295 [*]	-0,346 ^{**}	0,040 ^{ns}	-0,098 ^{ns}	-0,031 ^{ns}	-0,001 ^{ns}
BMS - CP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,566 ^{**}	0,026 ^{ns}	0,578 ^{**}	0,015 ^{ns}	0,132 ^{ns}
BMS-NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,383 ^{**}	0,061 ^{ns}	-0,171 ^{ns}	-0,076 ^{ns}
qMicro- CP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,171 ^{ns}	-0,456 ^{**}	-0,431 ^{**}
qMicro - NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,221 ^{ns}	0,003 ^{ns}
COT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,741 ^{**}

Valores seguidos por: (**) e (*) mostraram efeitos significativos a 1 (p<0,01) e a 5% (p<0,05), respectivamente; e (ns) não significativo ao nível de 5 % de probabilidade..

Estas correlações significativas da respiração basal do solo (RBS), Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores, que atribuem este fato à íntima relação entre qCO_2 , CBMS – CP, BMS – NP, $qMicro$ – CP, $qMicro$ - NP e umidade do solo, que favorece a população e respiração microbiana (ALVAREZ et al. 1995, ESPÍNDOLA et al. 2001, E. R. P. LOURENTE et al. 2011).

7.CONCLUSÕES

- Os sistemas de Pastagem e Floresta Nativa apresentaram os resultados das variáveis microbiológicas do solo, independente dos períodos estudados.
- A camada de 0 - 10 cm, no período chuvoso foi a camada de maior atividade microbiana.
- A Respiração Basal do Solo no período chuvoso foi o atributo microbiológico que obteve correlação mais significativa, enquanto que no Período Seco os atributos que mais se correlacionaram foram o Carbono Plus da Biomassa Microbiana do Solo e o quociente Microbiano do solo.

8. REFERÊNCIAS

ABAWI, G.S., WIDMER, T.L. Impact of soil health management practices on soil borne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. **Applied Soil Ecology** 15, 37-47. 2000.

ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes). Estatísticas de abates e exportação. Disponível em: <http://www.abiec.com.br> . Acesso em: 31 ago. 2016.

Agência Nacional das Águas – ANA. Sistemas de Informações Hidrológicas. Estação meteorológica de Caracará. [Acesso em: 13 Agosto de 2016]. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA dados 2009.

ALMEIDA, B. G; DONAGEMMA, G. K; RUIZ, H. A., et al. Análise granulométrica no Brasil. Rio de Janeiro: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 2012. 11p. (EMBRAPA-CNPS. Comunicado Técnico;66) (iLPF). **Informações Agronômicas**, n 138, p. 1-14, 2012.

ALMEIDA, C. A.; COUTINHO, A. C.; ESQUERDO, J. C. D. M.; ADAMI, M.; VENTURIERI, A.; DINIZ, C. G.; DESSAY, N.; DURIEUX, L.; GOMES, A. R.; High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazonica**, v.46, p. 291-302, 2016.

ALMEIDA, M M. T. B **Fertilizantes de leguminosas: tecnologia inovadora de adubação verde para provisão de nitrogênio em sistemas orgânicos de produção**. 83p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2007.

ALVARENGA, M. I. N., SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Teor de carbono, Biomassa Microbiana, agregação e micorriza em solos de cerrado com diferentes usos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.23, n.3, p.617-625,1999.

ALVARENGA, R. C. Integração lavoura-pecuária. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE. Belo Horizonte: **Anais...** UFMG, 2004. CD ROM.

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).

ALVES, K. P. **Dinâmica de nitrogênio em sistema agroflorestal na região de Cerrado (Brasil Central)**. Monografia de Graduação, Faculdade de Planaltina – UnB, Planaltina – DF, 61 p. 2012.

ALVES, T., CAMPOS, L. L., NETO, N. E., MATSUOKA, M., & LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.

AN, S., ZHENG, F., ZHANG, F., VAN PELT, S., HAMER, U., MAKESCHIN, F. **Soil quality degradation processes along a deforestation chronosequence in the Ziwuling area, China.** *Catena* 75, 248–256, 2008.

ANDERSON, J. P. E. Soil respiration. In PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (Ed.) *Methods of soil analysis*. 2. Ed. Madison: American Society of Agronomy: **Soil Science of Agronomy**. Part 2, p. 831-872, 1982.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. **Biological and fertility of soils**. V. 1, p. 81-89, 1985.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 393-395, 1993.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Carbon assimilation and microbial activity in soil. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**, v. 149, p. 457-468, 1986.

ANDERSON, T.; DOMSCH, K. H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 21, n. 4, p. 471-479, 1989.

ANGHINOMI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro, *Tópicos em Ciência do Solo*, v. 8, p. 325-380, 2013.

ARAÚJO NETO, S. E., SILVA, A. N., KUSDRA, J. F., KOLLN, F. T., ANDRADE NETO, R. C. Atividade biológica de solo sob cultivo múltiplo de maracujá, abacaxi, milho, mandioca e plantas de cobertura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 650-658, 2014.

ARAÚJO, A. S.F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Biosci. J.** Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, Jul./Set. 2007.

ARAÚJO, E. A. de; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.5, p.187-206, 2012.

ARAÚJO, E.A.; KER, J.C.; MENDONÇA, E.S.; SILVA, I.R.; OLIVEIRA, E.K. Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta Amazônica**, v. 41: p103-114. 2011.

ARSHAD, M. A.; MARTINS, S. Identifying Critical Limits for Soil Quality Indicators in Agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v 88, n 2, p 153 – 160, 2002.

ATLAS, R. M.; BARTHA, R. *Microbial Ecology*. Menlo Park: Cummings BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, p. 13-24, 2000.

ÇAVIDANO, L.; GAMARELO, E.; COSSA, P. G.; CARRARO, E. Characterization of soil health in a italian polluted site by using microorganisms as bioindicators. **Applied Soil Ecology**, v. 30, n. 1 p. 21-33, 2005.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Embrapa, Brasília, 130 p., 2011.

BALBINO, L.C.; CORDEIRO, M. L. A.; SILVA, V.P.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, P. H.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P.R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil Balbino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.46, n.10, p.1;12, out. 2011.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A. & DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**. V. 39: p. 1925-1933, 2009.

BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 30, n. 4, 2000.

BARETTA, D.; MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; CARDOSO, E. J. B. N. Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em 2orestas com Araucaria angustifolia . **Revista Brasileira de Ciência do Solo** , Viçosa, v. 32, n. esp., p. 2683-2691, 2008.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; FIGUEIREDO, S. R.; KLAUBERG FILHO. Efeito do Monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 715-724, 2005.

BARONA, E.; RAMANKUTTY, N.; HYMAN, G.; COOMES, O.T.. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 5, 2010.

BARRETO, P. A. B. et al. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em sequência de idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** , Viçosa, v. 32, n. 2, p. 611-619, 2008.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. & PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., 39:677-683, 2004.

BEHESHTI, A., RAIESI, F., GOLCHIN, A. Soil properties: C fractions and their dynamics in land use conversion from native forests to croplands in northern Iran. **Agric. Ecosyst. Environ.** 148, 121–133, 2012.

BENEDETTI, U. **Estudo detalhado dos solos do Campus do Cauame da UFRR, Boa Vista- Roraima**, 2007. 91p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Boa Vista, 2007.

- BERNARDI, A. C. C., MACHADO, P. L. O. A., SILVA, C. A. Fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Ed.). **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, p. 61-77. 6 cap, 2002.
- BEUTLER, S. J., PEREIRA, M. G., LOSS, A., PERIN, A., SILVA, C. F., Edaphic Attributes of a Crop-Livestock Integration System in the Cerrado Biome. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 892 – 900, 2016.
- BINI, D., SANTOS, C. A., BERNAL, L.P. T., ANDRADE, G., NOGUEIRA, M. A. Identifying indicators of C and N cycling in a clayey Ultisol under different tillage and uses in winter. **Applied Soil Ecology**, v. 76, p. 95-101, 2014.
- BLOEM, D., HOPKINS, W., BENEDETTI, A. Microbiological Methods for Assessing Soil Quality. **CABI Publishing**, CAB International, Oxfordshire, UK. 2006.
- BRADSHAW, R. H. W., SYKES, M. T. **Ecosystem Dynamics: From the Past to the Future**. 1 ed. Liverpool. 334p. 2014.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The Nature and properties of soils**. 13a ed. New Jersey: Prentice Hall. 960p. 2002.
- BRASIL 1975. Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais, Volume 8**.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: PAGE, AL. (Ed.). Methods of soil analysis. 2.ed. Madison: **Soil Science Society of America**, Part 2, p.595-624, 1982.
- BREMNER, J.M., MULVANEY, C.S. **Methods of soil analysis, part 2 chemical and microbiological properties**, 1982 p. 595-624.
- BROOKES, P. C.; LANDMAN, A., PRUDEN, G ; JENKINSON, D. S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. **Soil Biology biochemistry**, v. 17, p.837-842, 1985.
- BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. **Applied Soil Ecology**, v. 15, p.13-24, 2000.
- CAETANO, J. O.; VERGINASSI, A.; ASSIS, P. C. R.; PAULINO, H. B.; CARNEIRO, M. A. C. Indicadores de qualidade de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Global Science and Technology**, v. 6, p. 26-39, 2013.
- CARDOSO, E. L., SILVA. M. L. N., SILVA, C. A., CURI, N, FREITAS, D. A. F. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 1028-1035, 2010.
- CARNEIRO, M. A. C.; ASSIS, P. C. R.; MELO, L. B. C.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; NETO, A. N. S. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária tropical**, v. 38, p. 276-283, 2008.

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

CARTA GEOLÓGICA FOLHA RORAIMA CENTRAL NA.20-X/NA.21-V (PARTE) ESCALA 1:500.000-CPRM, 1998.

CARVALHO, F.; MOREIRA, F. M. S., CARDOSO, E. J. Bran Nogueira. Chemical and biochemical properties of *Araucaria angustifolia* (Bert.) Ktze. forest soils in the state of São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 36, n. 4, p. 1189-1202, 2012.

CHAER, G., FERNANDES, M., MYROLD, D., BOTTOMLEY, P. Comparative resistance and silience of soil microbial communities and enzyme activities in adjacent native forest and agricultural soils. **Microb. Ecol.** 58, 414–424, 2009.

CHAER, G.M.; TÓTOLA, M.R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1381-1396, 2007.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C; FONTOURA, S. M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, nov-dez, 2003.

COBUCCI, T.; WRUCH, F.J.; KLUTHCOUSKI, J. et al. **Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos**. Informe Agropecuário, v.28, n.240, p.64-79, 2007.

COLMAN, B. A; SALTON, J. C; MERCANTE, F. M. Indicadores microbiológicos para avaliação da qualidade do solo em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2013.

CONAB (Acomp. safra bras. Grãos), v. 4 - Safra 2016/17, nº 3 - Terceiro levantamento, dezembro 2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_13_09_06_46_perspectivas_da_agropecuaria_2016-17_digital.pdf. Acesso em: 24 dez. 2016.

CONDÉ, T. M.;TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 43, p. 247 – 260, 2013.

COSER, T. R.; RAMOS, M. L. G.; AMABILE, R.; RIBEIRO JÚNIOR, V. Q. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo de Cerrado com aplicação de fertilizante nitrogenado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 399-406, 2007.

CUNHA, E. Q., STONE, L. F., FERREIRA, E. P. B., DIDONET, A. D., M. J. A. ALVES, LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. II - Atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 603-611, 2011.

CUNHA, N. R. S.; LIMA, J. E.; GOMES, M. F. M.; BRAGA, M. J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador de degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.46, p.291-323, 2008.

D'ANDRÉA, A. F., SILVA, M. L. N., CURI, N., GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

DEC, J.; HAIDER, K.; BOLLAG, J. Release of substituents from phenolic compounds during oxidative coupling reactions. **Chemosphere**, v. 52, p. 549-556. 2003.

DE-POLLI, H.; COSTANTINI, A.; ROMANIUK, R.; PIMENTEL, M. S. Chloroform fumigation-extraction labile C pool (microbial biomass C "plus") shows high correlation to microbial biomass C in Argentinian and Brazilian soils. **Ciência del Suelo**, v.25, n. 1, p. 15-22, 2007.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. **Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: Método da fumigação-extração**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 10p. 1997. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 37).

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. p. 190, 2007.

DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de. **Pastagens no Trópico Úmido**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 241), 2006.

DICK, R.P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. Defining soil quality for a sustainable environment. Minneapolis, **Soil Science Society of America Journal** 35, 107-124. 1994.

DINESH, R., SURYANARAYANA, M.A., CHAUDHURI, G.S., SHEEJA, T.E. Long-term influence of leguminous cover crops on the biochemical properties of a sandy clay loam fluvientic sulfaquent in a humid tropical region of India. **Soil and Tillage Research**, 77, 69-77, 2004.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. Methods for assessing soil quality. Wisconsin, USA: **Soil Science Society American**, p. 25-37. 1996. (Special Publication, 49).

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W. et al.(eds). Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of America Special Publication**, n.33, 1994. p. 3-22.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, Embrapa, 353p, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2.ed. Rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 627p. il. 2009. (**EMBRAPA-CNPS. Documentos: 1**)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ªed. Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 312p. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA EM AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Levantamento de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos e Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Projeto de Colonização Apiaú - Território Federal de Roraima. Rio de Janeiro, 1982. (**Boletim de Pesquisa, n. 14**)

ESPÍNDOLA, J. A. A. et al. Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecossistema. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 104-113, 2001.

FAO. Informacion y análisis para el manejo forestal sostenible: Integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en America Latina: estado de la información forestal en Brasil. Santiago: **FAO**, p. 226, 2002. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/AD399S/AD399S00.pdf> . Acesso em: 28 de agosto 2016.

FAOSTAT. Food agriculture organization of the United Nations. Statistical database. 2016. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 01 ago. 2016.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazonica**, v.36, p. 395-400, 2006.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 5.4 In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...São Carlos**: UFSCar, 2000. P. 255-258.

FERREIRA, E. P. B.; WENDLAND, A.; DIDONET, A. D. Microbial biomass and enzyme activity of a Cerrado Oxisol under agroecological production system. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 899-907, 2011.

FIGUEIREDO, C. C.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; FERREIRA, E. A. B.; RAMOS, M. L. G. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 551-562, 2007.

FRANCHINI, J. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; JUNIOR, A. A. B.; SICHIERI, F.; PADULIA, R.; DEBIASI, H.; MARTINS, S. S. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Noroeste do Paraná. **Circular Técnica 86**, EMBRAPA Soja: Londrina, 2011.

FRANZLUEBBERS, A J.; HANEY, R.L.; HONS, F.M. Relationships of chloroform fumigation-incubation to soil organic matter pools. **Soil Biology and Biochemistry**, v.31, p.395-405, 1999.

FREderico, S. Modernização da agricultura e uso do território: a dialética entre o novo e o velho, o interno e o externo, o mercado e o estado em áreas de cerrado. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, n. 34, p. 46-61, 2013.

FREIRE, F.M.; COELHO, A.M.; BARROS, N. F.; BARROS FILHO, N. F. & NEVES, J. C. L. Manejo da fertilidade do solo no Sistema de Integração lavoura-pecuária-floresta. **Informação Agropecuária**. v. 31, p.25-36, 2012.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L. & NASCIMENTO, P. G. M. L. Culturas agrícolas em sistemas agrossilvipastoril. In: Sistema Agrossilvipastoril: OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. Integração Lavoura Pecuária e Floresta. 1.ed. Viçosa, **Sociedade de Investigações Florestais**, p.69-103, 2010.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, p. 227-243, 1999.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & SANTOS, G.A. Carbon, nitrogen and activity of microbial biomass in soil under eucalypt plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 893-901, 2005.

GENNARO, L. A. D., SOUZA, Z. M. D., WEILL, M. D. A. M., SOUZA, G. S. D., & ALVES, M. C. Soil physical and microbiological attributes cultivated with the common bean under two management systems. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 4, p. 641-649, 2014.

GEOBRASIL. O estado dos solos. 2002. Disponível em: <http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/geobrasil/solos.pdf> . Acesso em: 31 ago 2016.

GIANFREDA, L., RAO, M.A., PIOTROWSKA, A., PALUMBO, G., COLOMBO, C. Soil enzyme activities as affected by anthropogenic alterations: intensive agricultural practices and organic pollution. **Science of the Total Environment**. v. 341, p. 265– 279, 2005.

GOLCHIN, A., ASGARI, H. Land use effects on soil quality indicators in north- stern Iran. Aust. **J. Soil Res.** 46, 27–36, 2008.

GOMIDE, P. H. O; SILVA, M. L. N; SOARES, C. R. F. S. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.35 Pag. 567-577, 2011.

HARRIS, R.F.; BEZDICEK, D.F. Descriptive aspects of soil quality/health. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWARD, B.A. (eds.). Defining soil quality for sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of America Special Publication**, n.33, p.23 – 35. 1994.

HART, S.C.; NASON, G.E.; MYROLD, D.D.; PERRY, D.A. Dynamics of gross nitrogen transformations in an old-growth forest: the carbon connection. **Ecology**, v.75, p.880-891, 1994.

HORWATH, W. R.; PAUL, E. A. Microbial biomass. p. 753-773. In R. W. Weaver et al. (ed) **Methods of soil analysis**, Part 2. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI. 1994.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: **Estatística da produção agrícola**, 2016. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201607.pdf . Acesso em: 28 out. 2016.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm> . Acesso em: 01 ago. 2016.

INPE. PRODES - Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por satélite, 2015. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/Prodes_Taxa2015_estimativa.pdf. Acesso em: 29 ago. 2016.

INSAM, H. Developments in soil microbiology since the mid 1960s. **Geoderma**, v. 100, n. 3, p. 389-402, 2001.

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

JANVIER C.; VILLENEUVE F.; ALABOUVETTE C.; EDEL-HERMANN V.; MATEILLE T.; STEINBERG C. Soil health through soil disease suppression: which strategy from descriptors to indicators. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 39, p. 1-23, 2007.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. M. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. M. (Ed.) **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker. v. 2, p. 415-471, 1981.

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. Method for measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.8, p.209-213, 1976.

JENKINSON, D.S. & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: Measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.M., eds. **Soil biochemistry**. 5.ed. New York, Marcel Decker, p.415-47, 1981.

KANDELER, E.; GERBER, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 6, p. 68-72, 1988.

KARLEN, D. L.; DITZLER, C. A.; ANDREWS, S. S. Soil quality: why and how. **Geoderma**, Amsterdam, v. 114, p. 145-156, 2003.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, p. 1-13, 2010.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.131-141. 2003.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.131-141. 2003.

LAL, R.; PIRCE, F. J. The vanishing resource. In: LAL, R.; PIRCE, F. J. (Eds.) Soil management for sustainability. **Ankeny: Soil and Water Conservation Society**. p.1-5. 1991.

LAPOLA, D.M.; MARTINELLI, L.A.; PERES, C.A.; OMETTO, J.P.H.B.; FERREIRA, M.E.; NOBRE, C.A.; AGUIAR, A.P.D.; BUSTAMANTE, M.M.C.; CARDOSO, M.F.; COSTA, M.H.; JOLY, C.A.; LEITE, C.C.; MOUTINHO, P.; SAMPAIO, G.; STRASSBURG, B.B.N.; VIEIRA, I.C.G. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature Climate Change**, London, v. 4, p. 27-35, 2014.

LEITE, L. F. C., ARRUDA, F. P., COSTA, C. N., FERREIRA, J. S., HOLANDA NETO, M. R. Qualidade química do solo e dinâmica de carbono sob monocultivo e consórcio de macaúba e pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1257-1263, 2013.

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L.; MACHADO, P.L.O.; GALVÃO, J.C.C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v.27, (s.n), p.821-832, 2003.

LESSA, L. S.; OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; LUZ, S. A. da; SANTOS, F. C. B. dos. Estabelecimento de espécies arbóreas nativas em unidades de observação de sistemas silvipastoris no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., Campos de Goytacazes, 2006. **Resumos expandidos**. Rio de Janeiro: UENF, 2006.

LIRA, A. C. S. de. **Comparação entre um povoamento de eucalipto sob diferentes práticas de manejo e vegetação natural de cerradão, através da respiração, infiltração de água e mesofauna do solo**. Piracicaba, 1999. 70p. Dissertação (M. S.) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba: ESALQ.

LOSS A., PEREIRA M. G., SCHULTZ N., DOS ANJOS L. H. C., SILVA E. M. R. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. **Bragantia**, vol. 69, n. 4, pag. 913-922, 2010.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; GIACOMO, S.G.; PERIN, A. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1269-1276, 2011.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 20-28, 2011.

LUIZÃO, R. C. C.; COSTA, E. S.; LUIZÃO, F. J. Mudança na biomassa microbiana e nas transformações de nitrogênio do solo em uma sequência de idade de pastagem após derrubar e queimar a floresta na Amazônia central. **Acta Amazônica**, v. 29, p. 43-56, 1999.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 133-146, 2009.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 4 p. (comunicado técnico, 62), 2000.

MACHADO, L. A. Z. & ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, p. 415-422, 2010.

MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L.C. & CECCON, G. Integração lavoura-pecuária-floresta. 1. **Estruturação dos sistemas de integração lavoura-pecuária**. 110.ed. Dourados, Embrapa. p. 48, 2011.

MADER, P.; FLIEBACH, A; DUBOIS, D.; GUNST, L.; FRIED, P.; NIGGLI, U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, v.296, p. 4, 2002.

MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; AMARANTE, C. V. T.; KLAUBERG FILHO, O. Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 10, p. 1531-1539, 2006.

MARCHÃO, R.L.; LAVELLE, P.; CELINE, L.; BALBINO, L.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, p.1011-1020, 2009.

MARCHIORI JUNIOR, M.; MELO, W. J. Carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.2, p.257-263, 1999.

MARIO, C., Microbial Diversity as Soil Quality Indicator in Agricultural Soils. Ph.D **dissertation, Universita“ Degli Studi di Napoli Federico II**. Italia.pp-110. 2006.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M. Pastagens no Brasil: situação atual e perspectivas. *Preços agrícolas*, Piracicaba, n. 171, p. 3-6, 2001.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de. O.; SOUSA, D. M. G. de. BARIONI, L. G. Pecuária de corte no Cerrado: aspectos históricos e conjunturais. In: MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, v. 1, cap. 1, p. 17-42, 2007.

MARZAIOLI, R., D’ASCOLI, R., DE PASCALE, R.A., RUTIGLIANO, F.A. Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. *Applied Soil Ecology* 44, 205-212. 2010.

MATIAS, M. C. B. S.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí. *Acta Scientiarum.Agronomy*, v.31, n.3, p.517-521, 2009.

MATIAS, M.C.B.S. **Atributos químicos e biológicos de um latossolo amarelo sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado do Piauí**. 47p. Dissertação, Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2006.

MELO, V. F.; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S.C.P. **Características edafológicas dos solos do Estado de Roraima**. Boa Vista, DSI/UFRR, 2004. 46p.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FONTES, L. E. F. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, amazônia), sob diferentes usos e após queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP. 30:1039-1050, 2006.

MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio convencional e direto no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 435-443, 2003.

MENDES, I. C.; VIVALDI, L. Dinâmica da biomassa e atividade microbiana em uma área sob mata de galeria da região do DF. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. Cerrado: **Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa-CPAC, p. 664-687, 2001.

MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana, em um Argissolo vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em áreas cultivadas com mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, p. 476-485, 2008.

MORAIS, L. F. D.; CAMPELO, E. F. C.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G. MONTEIRO, M. T.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da Biomassa microbiana em áreas em processo de restauração na reserva biológica de poço das antas, RJ. **Caatinga**, v. 20, p. 54-63, 2007.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006.

MORELLI, M. & FERREIRA, E.B. Efeito do carbonato de cálcio e do fosfato diamônico em propriedades eletroquímicas e físicas de um Latossolo. **R. Bras. Ci. Solo**, 11:1-6, 1987.

MOURA, L. N. A., LACERDA, M. P. C., RAMOS, M. L. G. Qualidade de Organossolo sob diferentes usos antrópicos em áreas de preservação permanente no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 33-39, 2013.

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

NOBRE, N. A. O.; ROQUE, C. G.; BAMPI, A. C. Efeitos antrópicos e suas implicações na bacia hidrográfica do rio Carapá, Colíder – Mato Grosso/Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 7, p. 70-80, 2013.

ODUM, E. P. 1988. *Ecologia*. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. OHA IR, S. K, ASOKAN, M. P 1986. Edible aroids: botany and horticulture. **Horticultural Reviews**, v. 8, p.43-99, 1986.

OLIVEIRA, A. S. de. **Qualidade do solo em sistemas agroflorestais em Alta Floresta, MT.** 2006, 59f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Departamento de Solos – Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa - MG, 2006.

OLIVEIRA, B. S. **Atributos físicos e biológicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, na Amazônia meridional.** 2013. 74p. Dissertação (Ambiente e Sistema de Produção Agrícola) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2013.

OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34. p. 1121-1129, 2005.

PACIULLO, C. D. S.; DE CASTRO, T. C. R.; GOMIDE, DE M. C. A.; FERNANDES, B. P.; DA ROCHA, D. W. S.; MÜLLER, D. M.; ROSSIELLO, P. R. O. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, Brazil. v.67, n.5, p.598-603, set/out, 2010.

PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V. Integração lavoura-pecuária-floresta. *A Lavoura*, n. 690, p. 15-18, 2012. Disponível em: Acesso em 21 julho 2015.

PAIVA, A. N.; SILVA, G. F. N.; BARROS, D. S. **Informações socioeconômicas do município de Iracema – RR.** Boa Vista: CGEES/SEPLAN – RR, 2010. 58p. [Elaboração: Divisão de Estudos e Pesquisas] 1ª edição.

PAUSTIAN, K.; ANDRÉN, O.; JANZEN, H.H.; LAL, R.; SMITH, P.; TIAN, G.; TIESSEN, H.; Van NOORDWIJK, M. & WOOMER, P. Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. **Soil Use Manag.**, 13:230-244, 1997.

PEIXOTO, R.S.; CHAER, G.M.; FRANCO, N.; REIS JUNIOR, F.B.; MENDES, I.C. & ROSADO, A.S. A decade of land use contributes to changes in the chemistry, biochemistry and bacterial Community structures of soils in the Cerrado. **Antonie van Leeuwenhoek** .98: 403-413, 2010.

PEREIRA, L. G. R.; VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A.; ARAGÃO, A. S. L.; BRANDÃO, L. G. N.; CHIZZOTTI, M. L. Integração lavoura-pecuária-floresta(ILPF): sistema de integração fruticultura pecuária. In: Simpósio de Produção Animal do Vale de São Francisco, 2., 2009, Petrolina. Anais. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco: Embrapa Semi-Árido, 2009. - Rhoton, F. E. Influence of time on soil response to no-tillage practices. *Soil Science Society of America Journal*, v.64,p.700-709, 2000.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G., MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.39, n.6, p. 567-573, 2004.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões do cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.

PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, p. 40-47, 2013.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. A integração “lavoura-pecuária-floresta” como proposta de mudança no uso da terra. In: FERNANDES, e. N.; MARTINS, P. do C.; MOREIRA, M. S. de P.; ARCURI, P. B. (ed.). Novos desafios para o leite no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa gado de leite. p. 197-210, 2007.

PÔRTO, M. L., ALVES, J. C., DINIZ, A. A., SOUZA, A. P., SANTOS, D. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no brejo paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 4, p. 1011-1017, 2009.

PRODES-INPE. Projeto de Monitoramento da floresta amazônica por satélite -Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em:http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/TerraClass_2012.pdf . Acesso em: 31 ago. 2016.

PULROLNIK, K.; BARROS, N. D.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BRANDANI, C. B. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no vale do Jequitinhonha-MG. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 33 n.3, p. 1125-1136, 2009.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. (Circular, 63).

RAMOS, F. T.; MONARI, Y. C.; NUNES, M. C. N.; CAMPOS, D. T. S.; RAMOS, D. T. Indicadores de qualidade em um LATOSSOLO Vermelho-Amarelo sob pastagem extensiva no pantanal matogrossense. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 112-120, 2010.

REIS Jr., F. B.; MENDES, I. C. Biomassa microbiana do solo. Planaltina, DF: **EMBRAPA Cerrados**, 40 p. 2007.

REIS JUNIOR, F. B.; MENDES, I. C. Biomassa microbiana do solo. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. 2007. p. 40. (**Documentos, 205**)

REIS, H. A. et al. Agrossilvicultura no Cerrado, região noroeste do estado de Minas Gerais. In: FERNANDES, E. N.; PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. de; MÜLLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas Agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, cap.s, p.137-154, 2007.

RENELLA, G.; MENCH, M.; LANDI, L.; NANNIPIERI, P. Microbial activity and hydrolase synthesis in long-term Cd-contaminated soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, p. 133-139, 2005.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v. 19, p. 41-66, 2009.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C.. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: ROSCOE, R. et al. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 163-198, 2006.

RUSTAD, L.E.; HUNTINGTON, T.G.; BOONE, R.D. Controls on soil respiration: implications for climate change. **Biogeochemistry**, v. 49, n. 1, p. 1–6, 2000.

SAGGAR, S.; BETTANY, J. R.; STEWART, J. W. B. Measurement of microbial biomass sulfur in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 13, p. 493-498, 1982.

SAMPAIO, D. B.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.353-359, 2008.

SANCHEZ, P. A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: John Wiley,. 618p. 1976.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. & SPERA, S. T. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27. P. 545-552, 2003.

SANTOS, H.; FONTANELI, R. & TOMM, G. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 25, p. 645-653, 2001.

SANTOS, M.C. **Carbono da biomassa microbiana, do CO₂ liberado e micorrização em pastagens degradadas**. Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2004. 54p. (Dissertação de Mestrado).

SANTOS, V. B.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S.; SILVA, D. G. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n. 3, p. 333-338, 2004.

SCHLENTNER, R.E.; VAN CLEVE, K., Relationships between CO₂ evolution from soil, substrate temperature, and substrate moisture in four mature forest types in interior Alaska. **Can. J. For. Res.**, v. 15, p. 97–106.1985.

SCHMIDT, R. O.; SANA, R. S.; LEAL, F. K.; ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F.A.O.; MEURER, E.J. Biomassa e atividade microbiana do solo em sistemas de produção olerícola orgânica e convencional. **Ciências Rural**, v. 43, 2013.

SCHNITZER, M. Organic matter characterization. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. **Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties**. 2.ed. Madison, **American Society of Agronomy/SSSA**, (Agronomy, 9), Part 2: p.581-594, 1982.

SILVA E. E. **cultivo orgânico de Taro e impacto do manejo fitotécnico na qualidade do solo na região de Paty do Alferes**. 2010. 138p. Tese (Doutor em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

SILVA, A. A.; GALON, R.; GALON, L.FERREIRA, F. A.; TIRLONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.AGNES, E. L. Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**, v.56, p.496-506, 2009.

SILVA, C. F., PEREIRA, M. G., MIGUEL, D. L., FEITORA, J. C. F., LOSS, A., MENEZES, C. E. G., SILVA, E. M. R. Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio Vale do Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1680-1689, 2012.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P H S.; DE-POLLI, H. Determinação do Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo 2007. **Comunicado Técnico 96**.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do Solo (qCO_2). Embrapa Agrobiologia, Seropédia, RJ. 2007. P. 40. (**Comunicado técnico, 99**)

SILVA, E.F.; LOURENTE, E.R.P.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTE, F.M.; FERREIRA, A.K.T.; FUJJI, G.C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46:1321-1331, 2011.

SILVA, G. F. N; OLIVEIRA I. J; NASCIMENTO, D. T. F. Dinâmica multitemporal do uso e cobertura da terra em áreas de savanas no município de Boa Vista-RR. In: **XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR**, 17, 2014, João Pessoa:2014. P. 171 – 177.

SILVA, J. M. de A.; OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; LESSA, L. S. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas em sistemas silvipastoris no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos dos Goytacazes. Anais... Campo de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Salvador: **Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais**, 2006. 1 CD-ROM.

SILVA, K.E.; MATOS, F.D.A.; FERREIRA, M.M. Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas do Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**, v.38, p. 213-222, 2008.

SILVA, R. R.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. S.; CURTI, N.; LOVISI, A. M. T., Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p.1585-1592, 2010.

SILVA. E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. Determinação do Carbono da Biomassa Microbiana do Solo. Seropedica, **Comunicado Técnico 98**, 2007.

SISTI, C.P.J.; DOS SANTOS, H.P.; KOHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil Tillage Research*, v. 76:39-58, 2004.

SMITH, J. L.; PAUL, E. A. The significance of soil microbial biomass estimations, In: BOLLAG, J.; STOTZKY, D. G. (Ed.) **Soil Biochemistry**. New York: Marcel Dekker. V. 6, p. 357-396. 1990.

SMITH, J.L.; MYUNG, H.U. Rapid procedures for preparing soil and KCl extracts for ¹⁵N analysis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.21, p.2273-2279, 1990.

SNAKIN, V. V.; KRECHETOV, P. P.; KUZOVNIKOVA, T. A.; ALYABINA, I. O.; GUROV, A. F.; STEPICHEV, A. V. The system of assessment of soil degradation. **Soil Technology**, v. 8, p. 331-343, 1996.

SOARES, W.V.; LOBATO, E.; SOUSA, D.M.G.; REIN, T.A. Avaliação do fosfato natural de Gafsa para recuperação de pastagem degradada em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35 p. 819-825, 2000.

SOLOMON, D., LEHMANN, J., KINYANGI, J., AMELUNG, W., LOBE, I., PELL, A., & SKJEMSTAD, J. A. N. Long- term impacts of anthropogenic perturbations on dynamics and speciation of organic carbon in tropical forest and subtropical grassland ecosystems. **Global Change Biology**, v. 13, n. 2, p. 511-530, 2007.

SOUTO, P.C. **Acumulação e decomposição da serrapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba**, Brasil. 2006, 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUZA, E. D. de; COSTA, S. E. V. G. de A.; LIMA, C. V. S. de; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; CARVALHO, P. C. de F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1273-1282, 2008.

SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J. Matéria orgânica em um Latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.1113-1122, 2003.

SPARLING, G ; VOJVODI-VUKOVI, M.; SCHIPPER, L. A. Hot water soluble C as a simple measure of labile soil organic matter: the relationship with microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v.30, n. 10-11, p. 1469-1472, 1998.

SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: calibration in situ using microbial respiration and super (14) C labeled cells. **Soil Biology and Biochemistry**, v.20, p.337-343, 1988.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMMM, G. O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p.130, 2009.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, v. 114, p. 143-145, 2003.

STIEVEN, A. C.; OLIVEIRA, D. A.; SANTOS, J. O.; WRUCK, F. J.; CAMPOS, D. T. da S. Impacts of integrated crop-livestock-forest on microbiological indicators of soil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias ISSN (on line)**. 1981-0997 v.9, n.1, p.53-58, 2014.

TARRÉ, R.; MACEDO, R.; CANTARUTTI, R. B.; DE REZENDE, C. P.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. The effect of the presence of a forage legume on nitrogen and carbon levels in soils under Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Plant and Soil**, v.234, n.1, pp 15-26, July 2001.

TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial carbon. Effects of experimental variables and some different calibration procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, v.20, p.329-335, 1988.

TEODORO, D. A. A. **Biomassa, estoque de carbono e nutrientes no Cerrado**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília – DF, 59 p. 2014.

TODA, F. E.; VASQUES, T.; ARAÚJO, M. F. F. Biomassa microbiana e sua correlação com a fertilidade de solos em diferentes sistemas de cultivo, **Colloquium Agrariae**, v. 6, p. 01-07, 2010.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 3, p. 421-428, 2008.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Ed.) **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v. 2, p. 195-276. 2002.

TRASAR-CEPEDA, C., LEIRÖS M.C., SEOANE, S., GIL-SOTRES, F. Limitation of soil enzymes as indicators of soil pollution. **Soil Biology & Biochemistry** 32,1867–1875. 2000.

VALE JÚNIOR, J. F.; LEITÃO SOUSA, M. I. **Caracterização e Distribuição dos solos das savanas de Roraima**. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; SOUZA, J. M. C. SAVANAS DE RORAIMA-Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrosivipastoris, FERMACT. Boa Vista- Roraima, 2005. 201p.

VALE JUNIOR, J. F.; SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. P. R. R.; CRUZ, D. L. S. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista agro@mbiente**, v. 5, p. 158 – 165, 2011.

VALE JÚNIOR, J.F.; SCHAEFER, C.E.G.R. **Solos sob Savanas de Roraima: Gênese, classificação e relação e relações ambientais**. Boa Vista, Gráfica Ioris, 2010.

VALLIS, I. Soil nitrogen changes under continuously grazed legume-grass pastures in subtropical coastal Queensland. **Animal Production Science**, v.12 n58, p. 495-501. 1972.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, p. 703-707, 1987.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 35-42, 2000.

VICENTE, G. C. M. P.; ARAÚJO, F. F. Uso de indicadores microbiológicos e de fertilidade do solo em áreas de pastagens. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 137-146, 2013.

VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; SOUSA, D.M.G. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 21, 2001.

VISSER, S.; PARKINSON, D. Soil Biological criteria as indicators of soil quality: Soil microorganisms. **American Journal of Alternative Agriculture**, v. 7, p. 33-37, 1992.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chronic tritration method. **Soil Science**, v. 37, p.29-38, 1934.

WEI, X., SHAO, S., GALE, W.J., ZHANG, X., LI, L. Dynamics of aggregate-associated organic carbon following conversion forest. **Soil Biol. Biochem.** 57, 876–883, 2013.

WITT, C.; GAUNT, J L.; GALICIA, C. C.; OTTOW, J. C. G ; NEUE, H. U. A rapid chloroform-fumigation extraction method for measuring soil microbial biomass carbon and nitrogen in flooded rice soils. **Biology and Fertility of Soils**, v.30, p. 510-519, 2000.

XAUD, M. R., EPIPHANIO, J. C. N. Análise da Dinâmica das Conversões de Uso e Cobertura da Terra na Região Sudeste de Roraima – Amazônia. **Revista agro@mbiente**, v. 9, p. 465-475, 2015

ZILLI, J. E.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. C.; NEVES, M.C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 20, p. 391-411, 2003.