



Programa de Pesquisa em Resiliência da
Agricultura Familiar no Norte e Noroeste do Mato Grosso

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CAMPUS
UNIVERSITÁRIO DE ALTA FLORESTA FACULDADE DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS E AGRÁRIAS CURSO DE AGRONOMIA**

**UTILIZAÇÃO DE ESPECIES ARBOREAS NA MANUTENÇÃO DA FERTILIDADE DO
SOLO EM AREAS DE PASTAGENS**

FELIPE CÉSAR PAULINO FERREIRA

**Alta Floresta
2018**





Programa de Pesquisa em Resiliência da
Agricultura Familiar no Norte e Noroeste do Mato Grosso

FELIPE CÉSAR PAULINO FERREIRA

Ferreira, F. C. P. *Utilização de espécies arbóreas na manutenção da fertilidade do solo em áreas de pastagens*. 2018. 64f. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) – Universidade Estadual do Mato Grosso, 2018.

UTILIZAÇÃO DE ESPECIES ARBOREAS NA MANUTENÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE PASTAGENS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso como parte das exigências do Curso de Agronomia, para obtenção do Título de Bacharel.

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre de Azevedo Olival

Alta Floresta 2018

FELIPE CÈSAR PAULINO FERREIRA

**UTILIZAÇÃO DE ESPECIES ARBOREAS NA MANUTENÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO EM
AREAS DE PASTAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso como parte das exigências do Curso de Agronomia, para obtenção do Título de Bacharel.

Aprovado: 25 de Junho de 2018.

Prof. Dr. Alexandre de Azevedo Olival
Orientador - UNEMAT
(Presidente da Banca)

Prof. Dr. Gustavo Caione
(Membro convidado - UNEMAT)

Me. Luciano de Souza Maria
(Membro convidado - UNEMAT)

AGRADECIMENTOS

*Primeiramente a Deus, aos meus familiares
minha mãe Ana, meu padrasto Thiago,
Minha esposa Angélica, meus filhos Ana
Laura e Paulo Gabriel e aos meus amigos
companheiros de todas as horas...*

À Deus por minha vida, família e amigos.

À minha mãe Ana Vitória Paulino Maciel e meu padrasto Thiago Maciel, pelo incentivo e apoio incondicional.

À minha esposa Angélica Enzweiler Barth por permanecer sempre ao meu lado.

Aos meus filhos Ana Laura Barth Ferreira e Paulo Gabriel Barth Ferreira, razão do seguimento dos meus objetivos.

Ao meu compadre e comadre Osvaldemir e Lucilia pelo apoio sempre quando precisei.

Aos meus amigos e irmãos Douglas Junior da Silva, Dione Quelvi da Silva, Daniel Amaral Gontijo, Marco Thulio Andrade, Miguel Ribeiro, Vinicius Matheus Furtado, Eric Biral e Ângelo Tramontin que mesmo com a distância permaneciam ali presentes.

Ao saudoso Lauvir Telles de Oliveira pela orientação profissional (*In memoriam*).

À Universidade do Estado de Mato Grosso pela oportunidade realizar o curso de Eng. Agrônômica.

À todos os meus professores pela formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. Alexandre de Azevedo Olival, pela orientação, apoio e confiança.

Ao Instituto Ouro Verde IOV pela experiência social, profissional e educacional fornecida.



RESUMO

A realização do trabalho teve como objetivo apresentar benefícios de espécies arbóreas em pastagens. Adoção dessa técnica traz aspectos positivos em todo sistema produtivo, tendo como melhoria no solo/planta/animal. Os dados foram coletados no município de Nova Guarita- MT e Nova Canaã do Norte-MT, no pico de estiagem (Agosto/2017) e no pico do período chuvoso (Fevereiro/2018). Foram utilizados 5 espécies arbóreas sendo elas Amoreira (*Maclura tinctoriae*); Bordão de velho (*Samanea tubulosa*); Ipê (*Handroanthus serratifolius*); Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou Aub*); Roxinho (*Platymiscium floribundum*) com intuito de avaliar uma melhora na fertilidade do solo através do retorno de nutrientes e atuação na descompactação através das raízes das arvores. Avaliação ocorreu dentro da projeção da copa das arvores a 2 metros a partir do tronco e 5 metros de distancia a partir do termino da projeção das copas em duas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, sendo realizado analises químicas foliares e de solo do tipo rotina, levando em consideração K, Ca, Mg, P, pH, V% e como complemento o uso de cromatografias de Pfeiffer. O método utilizado para medir compactação foi através de penetmetro de impacto. Analises estatísticas utilizadas foi o teste U de Mann Whitney, considerando 95% de intervalo de confiança e nível de significância de 5%. Houve diferença estatística na descompactação nas espécies Amoreira e Ipê. Observou-se acréscimo significativo nos teores de potássio sob a projeção da copa das espécies Pente de Macaco e Ipê dentro da área de influencia em camadas de 0-10 cm. A Amoreira e o Pente de Macaco apresentaram maiores teores de Ca e Mg, na área de sombreamento, em camadas de 0-10 cm no período chuvoso. As espécies Amoreira, Ipê e Pente de macaco, apresentaram percentuais maiores dentro da área de influencia diferenciando significativamente, em profundidades de até 10 cm. Neste sentido pode-se afirmar que as arvores não apresentaram efeitos negativos nas pastagens, porem cada espécie contribuiu em um determinado contexto, podendo focar na diversidade de espécies melhorando a eficiência do sistema como um todo.

Palavras- chave: Fertilidade do solo, Matéria orgânica, ciclagem de nutrientes.



ABSTRACT

The objective of this work was to present benefits of tree species in pasture. Adoption of this technique brings positive aspects throughout the production system, having as improvement in the soil / plant / animal. The data were collected in the municipality of Nova Guarita-MT and Nova Canaã do Norte-MT, at the drought peak (August / 2017) and at the peak of the rainy season (February / 2018). Five tree species were used: Amoreira (*Maclura tinctoriae*); Bordão de velho (*Samanea tubulosa*); Ipê (*Handroanthus serratifolius*); Monkey comb (*Apeiba tibourbou* Aub); Roxinho (*Platymiscium floribundum*) in order to evaluate an improvement in soil fertility through the return of nutrients and action in the decomposition through the roots of the trees. Evaluation occurred within the projection of the crown of trees at 2 meters from the trunk and 5 meters away from the end of the projection of the crowns in two depths 0-10 cm and 10-20 cm, being carried out chemical analyzes foliar and soil of the routine type, taking into consideration K, Ca, Mg, P, pH, V% and as a complement the use of Pfeiffer chromatographs. The method used to measure compression was through an impact penetrometer. Statistical analyzes were the Mann Whitney U test, considering a 95% confidence interval and significance level of 5%. There was a statistical difference in the decomposition in the Amoreira and Ipê species. There was a significant increase in the potassium contents under the projection of the crown of the species Pente de Macaco and Ipê within the area of influence in layers of 0-10 cm. The Amoreira and the Monkey Comb had higher levels of Ca and Mg, in the shading area, in 0-10 cm layers in the rainy season. The species Amoreira, Ipê and Pente de monaco, presented larger percentages within the area of influence differentiating significantly, in depths of up to 10 cm. In this sense it can be affirmed that the trees did not present negative effects in the pastures, but each species contributed in a determined context, being able to focus on the diversity of species improving the efficiency of the system as a whole.

Key-words: Soil fertility, Organic matter, nutrient cycling.



SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Cenário atual da pecuária	10
2.2 Pastagens degradadas	11
2.3 Indicadores de degradação	14
2.4 Métodos de recuperação e renovação	15
2.5 Arborização no sistema pastoril	16
2.6 Efeito das espécies arbóreas no solo	16
2.7 Cromatografia de Pfeiffer	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1 Áreas de estudo	20
3.2 Levantamentos das espécies arbóreas	20
3.3 Coleta do material	20
3.4 Análises de solo	22
3.5.1 Análises químicas	22
3.5.2 Cromatografia de Pfeiffer	23
3.6 Análise Foliar	26
3.7 Análises estatísticas	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.2 Análises Químicas	30
4.2.1 Matéria orgânica	30
4.2.2 Teores de potássio	30
4.2.3 Fósforo	42
4.2.4 Teores de Cálcio	42
4.2.5 Teores de Magnésio	43
4.2.6 Capacidade de Troca de Cátions (CTC)	43
4.1.7 Saturação por bases (V%)	43
4.3 Análises Foliar	45
4.3 Cromatografias de Pfeiffer	46
5 CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	49
ANEXOS	55



1 INTRODUÇÃO

A prática da pecuária no Brasil é dos principais setores do agronegócio, colaborando para geração de milhares de emprego diretos e indiretos e contribuindo de forma significativa no produto interno bruto (PIB). Porém, o modelo de produção tradicionalmente utilizado no Brasil, de forma geral, vem acarretando em uma série de problemas de ordem ambiental e econômica. Dentre estes problemas destaca-se a degradação de pastagens. De fato, estima-se que mais de 70% das pastagens estão em alguma fase de degradação (DIAS FILHO, 2011).

A degradação das pastagens ocorre pela exploração ao longo do tempo de uma forma extrativista e inadequada do solo, sendo que raramente há reposições dos níveis de fertilidade exportados (Oliveira et al., 2013). Acompanha este processo falhas no estabelecimento, pisoteio excessivo, sobrepastejo, fatores bióticos (doenças e pragas) e queimadas, potencializando o desgaste natural destas áreas (DIAS FILHOS, 2005). O resultado é que dos 172 milhões de ha de pastagens do Brasil (IBGE, 2008), 61 milhões encontram-se na Amazônia legal (VALENTIM, 2009), destes, 40% encontra-se em processos de degradação (DIAS FILHO, 2011).

Quando se trata de perdas decorrentes da degradação de pastagens, um dos primeiros fatores destacado é o aspecto econômico, devido a perdas direta na produtividade dos animais, além dos aspectos sociais e ambientais. Dentre as estratégias possíveis para reverter este cenário encontra-se a implantação de espécies arbóreas. De fato, a introdução de árvores acarreta em vários benefícios ao local, desde a parte animal, envolvendo a questão do bem estar, na forragem, alterando a composição nutricional e digestibilidade, e, com grande ênfase, o solo. As árvores permitem potencializar a ciclagem de nutrientes pelos diferentes gradientes de profundidade e exploração das raízes, absorvendo nutrientes em camadas mais profundas e disponibilizando pra superfície através de senescência e decomposição do material. Vilas Boas (2012) destaca, por exemplo, a melhoria na microbiota do solo quando inserida essa técnica. Contribuem ainda para uma melhor estrutura do solo e evitando processos erosivos.

Desta forma, o presente estudo foi realizado com objetivo de identificar benefícios de espécies arbóreas em pastagens, avaliando componentes relacionados ao nível de fertilidade na projeção de copas de diferentes espécies e quantificando nutrientes retornados ao solo.



2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cenário atual da pecuária

A pecuária no mundo, seja leiteira ou corte, é desafiada frente a insegurança alimentar no futuro. Isso se dá pela baixa resiliência dos sistemas produtivos, com insumos cada vez mais onerosos e recursos com tendência a escassez. Situações como essa promovem urgência em criar ou recriar sistemas cada vez mais eficientes com intuito de suprir necessidade de 9 bilhões de pessoas até 2050 (FAO,2011). De fato, se por um lado desenvolvemos tecnologias capazes de elevar a produtividade das áreas de forma bastante significativa, por outro tornamos estes sistemas cada vez mais dependentes de recursos não controlados pelos produtores.

No Brasil a pecuária representa cerca 29,6% do PIB do agronegócio (RIBEIRO-FILHO, 2011), com 211,3 milhões de cabeça de gado, o que equivale a 20,1% do total mundial, sendo o segundo país maior produtor de bovino/bubalinos (IBGE, 2012), e o maior rebanho criado a pasto do mundo (FERRAZ; FELICIO, 2010). Esta particularidade permite a pecuária brasileira usufruir de inúmeras vantagens, principalmente por ser a forma mais econômica de produzir carne e/ou leite (CARVALHO, 2009).

O desenvolvimento da pecuária no Brasil deve-se a dois principais fatores: aumento de produtividade com incorporação de tecnologias, mas também a expansão do rebanho para novas áreas, no geral com baixa tecnificação. Existem diversos modos incorporação de tecnologia, todos visando aumento de produtividade, alguns deles são: tecnologias da informação ou ferramentas de gestão administrativa (MACHADO; NANTES, 2011), programas de melhoramento genético do rebanho visando determinadas especializações (SANTOS et al., 2012), conhecimentos no manejo, instalações e construções. Porém, a adoção dessas estratégias tecnológicas deve ser executada com cautela, em função da realidade do produtor, dos custos de implantação e manutenção e dos mercados em que a propriedade está inserida (MACHADO; NANTES, 2011).

Com ocupação de novas áreas no Brasil, incluindo grande parte da Amazônia, houve um aumento de 284% na produção entre 1976 e 2013. Essas áreas de ocupação mais recentes são dotadas de um conjunto de características



propícias à produção agropecuária como: terras planas, disponibilidade de água e solos produtivos (GASQUES, 2013), porém, devido principalmente ao custo de implantação e tecnologias mais elevado, na maior parte das vezes a pecuária se estabelece como uma atividade extensiva, de baixa tecnificação quando comparado a outras regiões.

Na Amazônia, a atividade da pecuária tornou-se nas últimas décadas a principal forma de uso da terra, possibilitando a ocupação/colonização de áreas (TOWNSED; COSTA; PEREIRA, 2010). O modelo desenvolvido nesta região de pecuária extensiva passa por uma fase preocupante devido à má condução de pastagens, baixa conservação dos solos, falta de práticas de manejo corretas. Isso é confirmado por Dias-Filho (2011), que relata que aproximadamente cinquenta por cento das áreas de pastagens na Amazônia legal estão em algum estado de degradação, representando em torno de 30 milhões de hectares.

2.2 Pastagens degradadas

Estima-se que dois décimos das pastagens plantadas e nativas do mundo sofrem algum tipo de desestruturação, sendo maior esta proporção nas regiões áridas do planeta (AZEVEDO, 2004). O Brasil conta com 80% de áreas degradadas ou em algum estágio de degradação, representada por 70 milhões de hectares, 40 milhões desses situado no Brasil central e o restante dentre a Amazônia (DIAS-FILHO, 2006).

“A degradação das pastagens é na atualidade um dos maiores problemas da pecuária, tanto no Brasil tanto a nível global, afetando diretamente o sistema produtivo” (VILELA et al., 2003). Trata-se de um evento comum em pastagens formadas em ecossistema tropical (BOUMAN et al., 1999). Essa degradação pode ser exemplificada pela Figura-01 por (DIAS-FILHO, 2006).



Figura-1- Representação simplificada do conceito de pastagens degradadas.



FONTE: MACEDO, 1999

As principais causas da degradação das áreas de pastagens seriam as práticas inadequadas de pastejo (sub ou super-pastejo), práticas inadequadas de manejo, ineficiência da ciclagem de nutrientes, falhas no estabelecimento/ presença de plantas daninhas (DIAS-FILHO, 2011).

O sub-pastejo ou super-pastejo são pontos críticos num sistema pastoril. De acordo com Chaves (2016) “Pastagens super pastejadas, são aquelas em que as plantas são excessivamente desfoliadas, ou seja, ocorre uma pressão maior de pastejo, reduzindo drasticamente a altura do dossel forrageiro”. Isso se dá pelo número excessivo de animais em uma determinada área, com pastejo intenso e freqüente das pastagens (BARBOSA, 2007).

A contribuição do super-pastejo para a degradação das pastagens ocorre pela exposição direta do solo (pouca ou nada de cobertura vegetal), levando então a processos erosivos, variando o grau do problema de acordo com o tipo de solo, pluviosidade, tempo de ocorrência e principalmente a declividade do terreno.

Processos erosivos “carreiam” toneladas de materiais para baixadas, assoreando cursos d’água, escoando nutrientes presentes no local, reduzindo níveis de matéria orgânica, desestruturando completamente o solo, perdendo sua capacidade produtiva (SIQUEIRA, 2012), além de ocorrer degradação biológica, importantíssima para ciclagem de nutrientes e estrutura edáfica (PRIMAVESI, 2016).

Segundo Teixeira et al., (2015) “a ciclagem de nutrientes em ecossistemas naturais é a chave para se compreender a estabilidade desses sistemas na ausência



de incremento de nutrientes de fontes externas”. E essa ciclagem está totalmente interligada a manejos de condução solo/planta/animal. Como afirma Dias-Filho (2006) o gado tem profundo efeito de redistribuição nutritiva pelas excreções (fezes e urina). Com a degradação das áreas, fica ineficiente a ciclagem de nutrientes, por terem locais sem vegetação e exposição do solo, onde deveria ser maximizando este processo, minimizando perdas (OLIVEIRA et al. 2004). Na pecuária, principalmente extensiva, é de grande valia que haja ciclagem, dando retorno do nutriente ao solo pelo fato de não serem repostos nutrientes de fontes externas na maioria das vezes, justamente pelas grandes áreas e inviabilidade financeira (COSTA; NASCIMENTO-JUNIOR, 2000).

De acordo com Malavolta (2006) deveria ser dada maior atenção as primeiras correções do solo, diminuindo acidez por alumínio/hidrogênio e elevando pH do solo antes da semeadura. Por mais que forrageiras disponham de grandes tolerâncias desses elementos (GUIMARAES-JUNIOR et al., 2013), o ideal seria atender as necessidades nutricionais da forragem (RIBEIRO;GUIMARES;ALVAREZ, 1999). Depois de implantada, deveria haver planejamento adequado do tempo de pastejo a partir da altura de entrada e saída dos piquetes (PERON; EVANGELISTA, 2004). Esta prática encontra grandes dificuldades em sistemas extensivos por não haver repartições de piquetes. Por fim, as técnicas de conservação de solo (terraceamento, cobertura vegetal em área total, cordões de vegetações) (DECHEN et al., 2004), também enfrentam grandes limitações seja pela falta de conhecimento dos produtores seja pela baixa disponibilidade de recursos financeiros em determinadas situações.

Com relação ao manejo e práticas inadequadas, aspectos como a escolha de melhores espécies forrageiras dependendo do sistema que será utilizado (intensivo, semi- extensivo ou extensivo) evitando falhas nos pastos (MENEZES; LEANDRO 2004) é parte fundamental para garantir o sucesso do sistema.

As falhas no estabelecimento da forrageira de interesse levam a presença gradual de plantas indesejadas. Do ponto de vista ecológico pode ser considerada uma evolução do processo de sucessão secundária, que é o caso de grande parte da Amazônia. Porém pode trazer contribuições negativas na produção de massa e desempenho do capim (DIAS-FILHO, 2006). Também são consideradas hospedeiras alternativas de insetos (OLIVEIRA- JUNIOR, 2011).

Dentre os fatores bióticos leva-se em consideração ataque de pragas como cigarrinhas (*Deois flavopicta*) e doenças (morte súbita). Já fatores abióticos levam



consideração excesso ou falta de precipitações, drenagem pouco eficiente e até mesmo fogo (ANDRANDE, 2007).

È possível, assim, perceber que a degradação das pastagens e do solo vem da união de vários fatores ao longo do tempo (Figura-02). Tendo perdas econômicas, ambientais e sociais.

Figura 2- Representação gráfica simplificada do processo de degradação de pastagens cultivadas em suas diferentes etapas no tempo



FONTE: MACEDO, 1999

2.3 Indicadores de degradação

Para definir padrões universais pode-se considerar a produtividade animal (produção de carne, leite etc.) como parâmetro para definição de produtividade de determinada pastagem, mas também existem outros métodos indicadores como:

- ✓ Capacidade de suporte: conceituada como sendo a taxa de lotação em uma pressão de pastejo ótima, durante um período de tempo definido (COAN; REIS, 2015). Trata-se de um indicador flexível, variando situações como solo, clima, estação do ano e espécie ou cultivar forrageira, fatores esses que irão determinar a oferta de forragem ao longo do ano (DIAS- FILHO, 2006). Se a mesma diminuir a quantidade pode considerar um indicador inicial de degradação.



- ✓ Porcentagem ou biomassa de plantas indesejadas: Massa de plantas indesejadas verdadeiras (OLIVEIRA-JUNIOR, 2011), reduzindo a produtividade das forrageiras ao competir pelos fatores de crescimento, aumentando o tempo de formação e de recuperação do pasto, podendo ainda causar ferimentos e/ou intoxicação aos animais (TUFFI SANTOS et al., 2004). Serrão e Toledo (1990) julgam que 80% de plantas invasoras na área é sinônimos de degradação. 10% de infestação consideram o ideal, ou melhor, pastagens de alta produção. Pastagens entre 15-30% são de média produtividade e 35-70% produtividade baixa.
- ✓ Porcentagem de solo descoberto: Conforme o tipo de vegetação presente no solo é possível minimizar perdas pelo impacto da gota de chuva, diminuindo a energia cinética da mesma, por consequência menor velocidade da enxurrada aumentando a velocidade média de infiltração (LIMA et al., 2013). De acordo com Oliveira et al. (2012), é possível avaliar a área de solo descoberto através do índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN), que tem como objetivo mapear o local através de imagens de satélite e apresentar quantidade e condição geral desta pastagem.

2.4 Métodos de recuperação e renovação

A recuperação de pastagens é determinada pelo restabelecimento da produção de forragem conservando a mesma espécie ou cultivar. Já a renovação constitui no restabelecimento da produção da forragem com utilizando uma nova espécie ou cultivar, em substituição àquela que está degradada (EMPRAPA, 2013).

Para adoção de algumas das práticas, é importante que se realize um diagnóstico: sistema de produção, capital a ser investido, lotação animal, vigor e cobertura das pastagens. Assim é possível definir o que adotar a recuperação ou renovação (EMBRAPA, 2007).

As práticas de renovação ou reforma podem ser diretas (visando à pastagem propriamente dita) ou indiretas (intervenção da agricultura, tendo melhorias no solo para as pastagens futuras). Dessa forma cabe o uso de corretivos calcários,



adubações de plantio, adubações de cobertura (MALAVOLTA, 2006), tratos culturais (controle de plantas invasoras). Junção dessas técnicas é uma das mais utilizadas e rápidas.

2.5 Arborização no sistema pastoril

Adoção dessa prática tem como objetivo principal a não degradação futura das pastagens e do solo, ou seja, a manutenção do equilíbrio dinâmico do sistema (resiliência).

Dias Filho (2011) afirma que a introdução de componente arbóreo nas pastagens traz benefícios de forma significativa para o meio ambiente (conservação do solo, conservação de recursos hídricos, promoção de sequestro de carbono, ciclagem de nutrientes entre vários outros pontos positivos). Há também acréscimo e diversificação da fauna e flora local, como confirmado por Duarte (2007), *“A não utilização de árvores nos sistemas agrícolas também contribui com a degradação ambiental, impedindo a migração de animais entre os pequenos e esparsos fragmentos remanescentes de floresta nativa”*. Desse modo, o manejo de espécies florestais possibilita uma melhor adaptação do sistema a mudanças ocorrentes, ou seja, fortalece a resiliência do sistema, tornando-o mais capaz de manter-se persistente e produtivo (DUARTE, 2007).

Essa técnica consiste em plantar mudas/sementes em consorcio à forragem, sendo de forma aleatória, em faixas ou bosques isolados. Têm-se diversos métodos de ser conduzido: partindo do principio zero (implantando no mesmo tempo das espécies forrageiras), plantio arbóreo antes de entrar com a pastagem propriamente dita (pouco utilizado), ou até mesmo após o sistema pastoril estar estabelecido.

2.6 Efeito das espécies arbóreas no solo

Segundo Dias-Filho (2006), os solos no bioma amazônico são geralmente solos pobres em fertilidade, dando sua continuidade produtiva na forma de ciclagem de nutrientes quando presente em um modelo de mata. A adoção do sistema arbopastoril permite, desta forma, acompanhar o mesmo “ritmo da natureza” buscando grandes contribuições ao solo/planta/animal, de forma sustentável (PRIMAVESI, 2016).

Quando se trata de melhorias edáficas, aponta-se: descompactação do solo,



diminuição na erosão, potencialização do processo de ciclagem de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, aumento da microbiota no solo, aumento da matéria orgânica, diminuição da temperatura superficial.

O fato de descompactar o solo se dá pela agressividade do sistema radicular das árvores e dimensões maiores quando comparada as raízes de gramíneas (ANDRADE, 2012). Possibilita então diferentes profundidades e áreas exploradas pelo sistema radicular do conjunto de espécies na área. Essa diminuição da erosão é uma consequência da descompactação do solo, na qual permite melhor infiltração (DIAS-FILHO, 2006). Esse gradiente de exploração radicular é importante da formação de agentes cimentantes, melhorando agregação das partículas em diferentes camadas.

A ciclagem de elementos essenciais é o “carro-chefe” desse sistema. Raízes de espécies arbóreas conseguem atingir camadas mais profundas do solo (CARVALHO, 2009), absorvendo soluções nutricionais, entrando em sistema vascular, percorrendo toda árvore e contribuindo na formação de folhas, frutos e galhos. Quando atingem a maturação, estes componentes entram em senescência, caem no solo e recebem ação de microrganismos, decompondo o material e disponibilizando-o novamente ao sistema (BERTALOT-BAY, 2008). Este processo justifica por que as árvores são conhecidas como “bombas de nutrientes” nos sistemas agroflorestais ou silvipastoris. É possível acontecer após a morte das árvores a decomposição de raízes, liberando o material (nutrientes) em profundidade no solo.

Outro aspecto que pode potencializar ainda mais o sistema pastagem é o uso de espécies arbóreas leguminosas, permitindo a fixação biológica de nitrogênio. Trata-se de uma ação simbiótica na qual bactérias conseguem capturar o nitrogênio atmosférico deixando-o disponível para o vegetal (PRADO, 2014) e em troca utilizam açúcares, fotoassimilados elaborados pelas plantas autótrofas, para serem utilizados como alimento (BENEDETTI, 2013). Existem espécies que chegam a fixar cerca de 400 kg ha⁻¹, de nitrogênio por ano (CARVALHO, 2009).

De acordo com Benedetti (2013), essa fonte de nitrogênio é de suma importância para completar o ciclo das forragens. Trata-se de uma fonte de menor custo e eficiente, encaixando-se no processo de ciclagem de nutrientes, maximizado os processos de aproveitamento de recursos disponíveis.



Estes pontos justificam o porque em projeções de copa das árvores consegue-se um aumento no teor na quantidade e na qualidade da matéria orgânica. Segundo Primavesi (2016), nesse mesmo sentido há um aumento significativo na biota do solo (decompositores, fungos micorrizicos, bactérias fixadora, aumento minhocas etc.), atrelando a formação de microclima mais ameno em locais arborizados, diminuindo a variação térmica (LUNDGREN, 2015). Assim, o solo sob a copa das árvores apresenta-se como um solo vivo, sadio e que permite a produção por longo período de tempo (PRIMAVESI, 2016). O desafio está em associar estas características aos sistemas de produção animal e vegetal convencionais.

2.7 Cromatografia de Pfeiffer

A cromatografia de Pfeiffer é um método de análise do solo como um todo, ou seja, uma avaliação qualitativa a partir da visão sistêmica da pastagem. Consiste em uma análise de solo de baixo custo que possibilita próprio agricultor interpretar a saúde do solo e a fertilidade do sistema como um todo (SIQUEIRA, 2017).

O método foi desenvolvido na Alemanha pelo bioquímico Ehrenfried Pfeiffer, daí então a aplicação do nome. Consiste em uma dissolução do solo é impregnada a um papel circular plano de textura porosa, onde por capilaridade tem se separação de zonas, isso se da pela diferente densidade das partículas, e tempos de migração de fases liquidas e solidas (PIAN, 2017).

O método permite realizar uma observação holística, do sistema. Porem não apresenta dados numéricos afins de leitura, podendo ser classificado de acordo com o Manual de Agricultura Orgânica através das zonas, tendo variações de cor; frequência; manchas e espessura das zonas (FAGUNDES, 2013).

De acordo com Kehl (2014), as zonas são divididas em central (presença ou falta de oxigênio) isso pode ser um indicativo de solo compactado ou inundado; zona interna (quantidade de mineral presente no solo) desta forma quanto mais espessa esta área, consequentemente maior o teor no solo podendo ter variações de cores em função do material de origem ou até mesmo altos níveis de material orgânico; Já a terceira zona Intermediaria associa-se a quantidade de M.O. e a ultima parte também chamada de zona periférica esta relacionada a enzimas e proteínas ou seja



a vida deste solo, se existe ou não micro e macrobiota atuando diretamente na interação entre todos outros fatores (decomposição, mineralização).

Desta forma o uso da cromatografia veio com um complemento às análises de químicas de solo, análises de compactação avaliando a eficiência do sistema e podendo ter padrões comparativos, com possibilidade de elaboração de uma evolução das pastagens criando então históricos da área.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado em 3 etapas: seleção das espécies arbóreas; coleta e análise de material e realização de oficinas com agricultores para discussão dos resultados.

3.2 Levantamentos das espécies arbóreas

Para a escolha das espécies arbóreas que seriam estudadas, foi realizado um levantamento das espécies arbóreas naturalmente presentes em cerca de 250 hectares de pastagens pertencentes a 39 propriedades, sendo 09 em Alta Floresta – MT, 10 em Carlinda – MT, 10 em Nova Canaã e 10 propriedades em Nova Guarita-MT.

A partir dos resultados deste levantamento, foram realizadas oficinas com os agricultores para definir as espécies de maior interesse. Foram determinadas 5 espécies arbóreas para avaliação do efeito na qualidade superficial do solo, sendo elas Amoreira (*Maclura tinctoriae*); Bordão de velho (*Samanea tubulosa*); Ipê (*Handroanthus serratifolius*); Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou Aub*); Roxinho (*Platymiscium floribundum*).

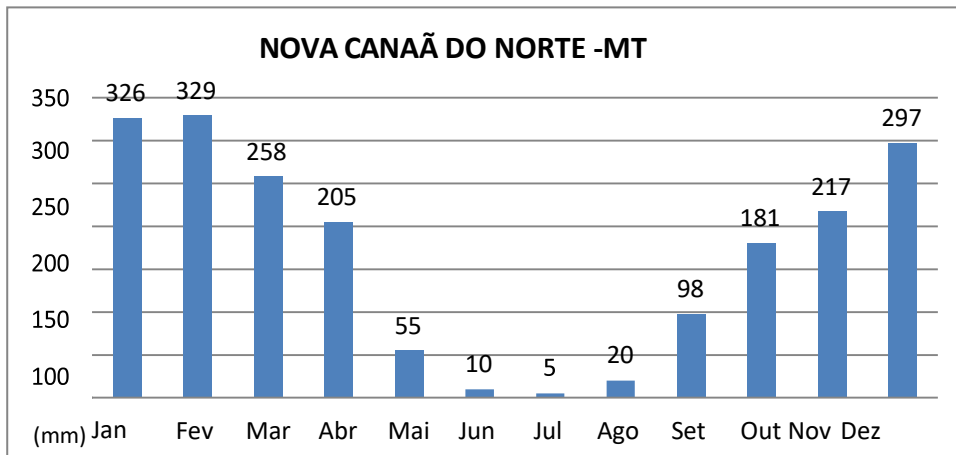
3.3 Coleta do material

As coletas foram realizadas em apenas propriedades dos municípios de Nova Guarita-MT e Nova Canaã do Norte-MT, sendo realizadas em Agosto de 2017 e Fevereiro de 2018. Ambos os municípios com classificação climática Aw. Os Dados



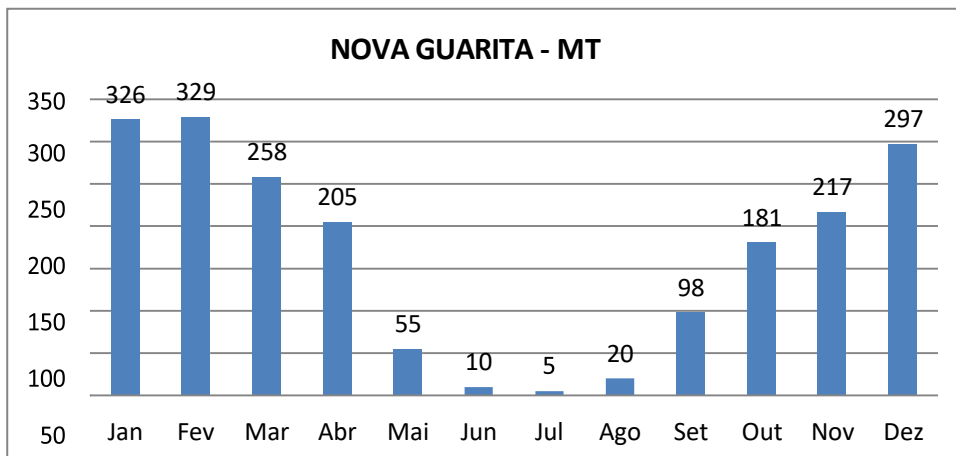
pluviométricos dos Municípios de Nova Canaã do Norte-MT e Nova Guarita-MT são em média 2.001 mm e 21.71 mm anuais respectivamente, sendo o regime de chuvas exposto nas figuras 01 e 02.

Figura 3 - Regime de chuva anual do município de Nova Canaã do Norte-MT.



Fonte: Climate-Data.

Figura 4 - Regime de chuva anual do município de Nova Guarita-MT.



Fonte: Climate-Data.

Foram identificadas pastagens que possuíssem 05 indivíduos isolados de uma mesma espécie arbórea dentro de uma mesma pastagem. Nestas áreas foram realizadas coletas de solo do tipo completa, sendo retirada 5 amostras simples para formar um composta, dentro da projeção da copa das árvores (a 1 metro de distância do tronco) e fora da projeção da copa (a 5 metros a partir do termino da área sombreada), em duas profundidades, 0-10cm e 10-20cm. Foram retiradas com trado do tipo Holandês e alocadas em um balde sem presença de impurezas para realizar a homogeneização da mesma (RIBEIRO et al., 1999). logo em seguida foi dividida a porção de solo de 500g em dois sacos plásticos identificados, sendo um



deles para ser enviado ao laboratório de Análises de solo e outra parte para ser feito a cromatografia.

Foram realizadas amostras de compactação de solo através do penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANALSUCAR/STOLF. Foi avaliada a compactação dentro da projeção da copa e fora da área de influência, sendo as distâncias de 2 metros do tronco e 5 metros a partir do termino da área de copa, respectivamente. A avaliação de compactação foi realizada apenas no período chuvoso. A padronização deu-se quando a penetração do aparelho chegasse a 50 cm de profundidade. Iniciando-se sem impacto, foi registrado através da régua milimétrica o quanto o equipamento adentrava no solo apenas com o peso. Em seguida a cada batida, registrava-se o quanto penetrava no solo até atingir 50 cm. Para obtenção da resistência mecânica a penetração (RMP) com este equipamento, de acordo com a metodologia proposta por Stolf (1991), deve-se aplicar a seguinte equação:

$$RMP = (5,6 + 6,89 \times ((N/(D-A) \times 10) \times 0,0981)) \quad 1$$

Onde: RMP a resistência mecânica do solo à penetração (MPa); N o número de impactos efetuados para a obtenção da leitura; e A e D = leituras anteriores (A) e posteriores (D) da realização dos impactos (cm) (STOLF, 1983).

3.4 Análises de solo

Todas as amostras foram secas ao ar, logo em seguida peneiradas com malha de 2 mm e encaminhadas ao laboratório de análise de solo LASAF, localizado em Alta Floresta - MT.

3.5.1 Análises químicas

As análises de solo foram do tipo rotina, levando em consideração teor de Matéria Orgânica; CTC (potencial e efetiva); saturação por base; Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; K^+ ; P; pH (H₂O); Al^{3+} ; H^+ e análise textural (RIBEIRO; GUIMRANHES; ALVAREZ, 1999).

Realização laboratorial obedeceu a padrões da Embrapa com os seguintes parâmetros: Determinação de K e P através do extrator Mehlich-1ou solução de dupla acida, sendo feito leituras diretas no Espectrofotometro para Fosforo e leitura direta pelo Fotômetro de Chama para o elemento Potássio; Realização de Cálcio, Cálcio + Magnésio e Alumínio extraída por KCl a 1Mol; H + Al com uso de solução



não tamponada de KCl e sequência titulada com NaOH; Análise de Matéria Orgânica realizada pelo método do Carbono Orgânico; Leitura direta de pH através de pHmetros por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão do solo; Análises de textura realizada através do princípio de separações das frações Silte, areia e argila, encontrando por fim a base de cálculos os valores de CTC (potencial e efetiva), Saturação por Base, Relações Ca: Mg: K, Soma de bases e outros.

3.5.2 Cromatografia de Pfeiffer

Com as mesmas amostras de solo que foram enviadas ao laboratório para análises convencionais, foram separadas porções para análise de cromatografia de Pfeiffer. A terra fina seca ao ar (TFSA) foi outra vez submetida a uma peneira granulométrica de 80 µm, deixando totalmente pulverizada.

Usando 5g do solo fino, foram identificadas colocando em envelopes, sendo colocadas em erlenmeyers de 100 ml e adicionadas à solução de 50 ml de Hidróxido de sódio 1%. Desta forma, foram agitadas 7 vezes para direita, 7 vezes para esquerda por 7 vezes, afim de homogeneizar e diluir bem o soluto. A segunda agitação era realizada após 15 minutos do término da primeira e a terceira e última agitação era após 1 hora do término da segunda agitação, deixando descansar por 6 horas.

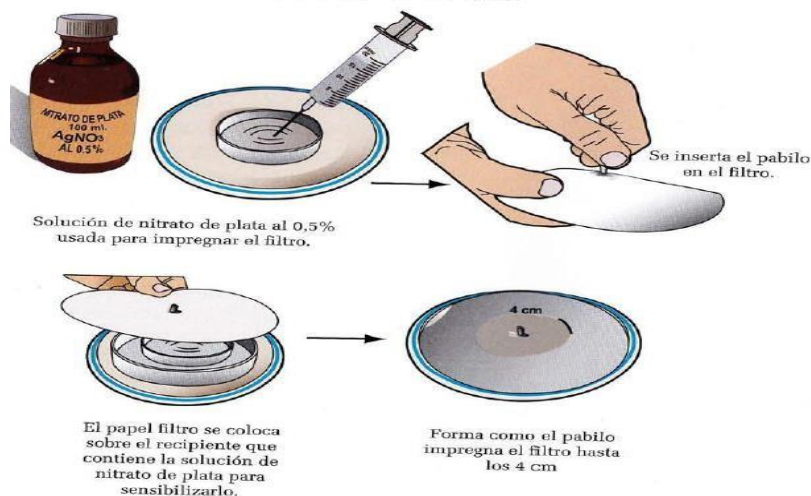
Nesse meio tempo foram realizados nos discos e papel furos centrais (4mm) para absorver a solução. Pavios de sucção também foram confeccionados do mesmo material do papel poroso, numa dimensão de 2x2 cm. A partir da do limite interno do disco foi mensurado 4 e 6 cm, então furado com agulha para saber onde estava a solução impregnada.

Antes de iniciar o processo, foram organizadas placas de petri, media 8 cm de diâmetro e uma menor media de 4 cm de diâmetro, sendo o numero de acordo com a quantidade de amostras realizadas no dia. A menor placa se alocava dentro da grande. A pequena continha solução e a placa grande apenas para dar sustentação às bordas do disco. Esse processo foi realizado para impregnar o nitrato e posteriormente a solução com solo.

A primeira impregnação feita no disco foi com Nitrato de Prata 0,5%, usando 10 ml, por placa. Colocou-se e o pavio no centro do disco e segurando somente nas extremidades, posicionava se o disco nas placas e encostando o pavio na solução (Figura- 05).



Figura-05. Representação da impregnação do papel filme.



Fonte: Manual de Agricultura Orgânica.

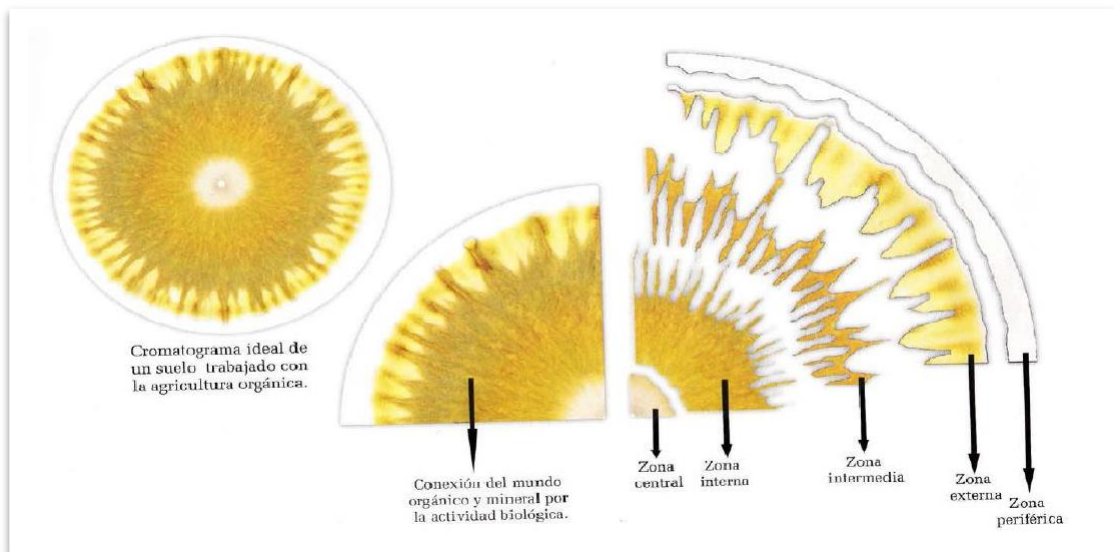
Deixou-se a solução percorrer até os primeiros 4 cm exatamente no primeiro furo, tirando o disco e levando para uma caixa vedada com papel alumínio sem presença de luz, ficando por 4 horas. A organização dos discos dentro da caixa consistia no modo “sanduiche”, ou seja, uma camada de papel, disco impregnado, papel novamente e assim sucessivamente com o limite de 10 por caixa.

Após 6 horas de descanso da dissolução de solo, retirava-se 10ml do sobrenadante com uma pipeta, e adicionava em uma placa de Petri pequena, sendo o mesmo modo de absorção anterior e colocava-se o disco, deixando percorrer por capilaridade até os 6cm (2º furo do papel) ou até 40 minutos. Em cima de uma bancada deixava-se os papeis secando.

Após secos, foram deixados por 5 dias sem manuseio para tomar forma das zonas, frequências e distintas colorações que logo após foi usado para interpretação.

De acordo com Manual Cromatografia Agricultura Orgânica, dos autores Sebastião pinheiro e Jairo Restrepo, foram definidos os padrões comparativos de acordo com as condições das diferentes zonas e diferentes cores, sendo as mesmas definindo de uma forma geral cada atributo do solo, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Disco de Cromatografia de Pfeiffer



Fonte: Manual de Agricultura Orgânica.

Em seguida foi aderida uma nota para cada segmento da amostra da seguinte forma de classificação:

Zona central: considerado zona de compactação ou inundação, justamente pela falta ou presença de oxigênio. As cores variam de preto onde mostram a ausência de oxigênio ao cinza, caracterizado por uma oxigenação adequada. Desta forma as notas aderidas foram: 0- preto (inadequado); 1- marrom escuro (mínimo de oxigenação); 2- marrom claro (bom); 3- bege (regular); 4- cinza (ótimo).

Zona interna – indicadora das condições de desenvolvimento mineral, desde um círculo linear (membrana inorgânica sem vida) até total integração com as outras zonas. Suas cores variam do mínimo no preto ao máximo no ouro e laranja. Sendo a escala de notas: 0- preto (teor muito baixo); 1- marrom (teor baixo); 2- creme (bom); 3- ouro (ótimo); 4- laranja (fertilidade muito alta).

Zona intermediária – indicador de material orgânico no solo. As cores variam do marrom café possuindo dificuldades visuais caracterizado com ausência total de matéria orgânica e chegando próximo da cor creme, onde possui um teor ótimo. 0- preto (ausência); 1- creme (presença); 2- bege (regular); 3- marrom (elevado); 4- castanho escuro/laranja/ ouro (matéria orgânica acumulada).

Zona externa ou periférica – é a zona das proteínas (enzimas e vitaminas) desde a ausência da zona, até sua forma, larga e cores que variam do castanho escuro ao



preto. As notas foram: 0- preto (mal estado evolutivo do solo); 1- cinza (presença sem interação) ; 2- gelo/ creme (presença com interação) ; 3- marrom (regular) ;4- laranja/ ouro (alta atividade biológica).

Raios de interação. Quer dizer se uma zona sofre influencia da outra. Quanto maior for a frequência de raios passando por todas as definições de área, significa que estão interagindo. Notas: 0- sem raios de interação; 1- interação somente da zona enzimática; 2- interação da zona enzimática com a de matéria orgânica; 3- interação da zona enzimática, matéria orgânica e mineral.

3.6 Análise Foliar

Com intuito de conhecer a dinâmica de ciclagem de nutrientes de arvores no solo, foram coletadas folhas de cada espécie arbórea a fim de conhecer os teores de nutrientes presentes no material, podendo futuramente quantificar o retorno do elemento a superfície edáfica.

Como existe uma escassez de pesquisas nesta área e metodologias determinadas em todas as situações, foram realizadas coletas foliares baseadas em outras culturas, de hábitos parecidos com da determinada espécie. Desta forma as coletas deram-se não só apenas em uma só folha diagnose, mais em um volume grande de folhas, sendo coletadas 10 folhas no terço superior, 10 no terço médio e 10 no terço inferior das arvores formando uma amostra completa de cada arvore. O material foi retirado a partir da terceira folha completamente desenvolvida (da ponta do galho para dentro) em toda área de projeção, isso se deu tanto para folhas simples como para compostas.

Logo após o corte do material, foram reservadas em sacos plásticos, com intuito de não perder nutrientes ali presentes, através de extravasação de suco celular então levadas imediatamente para secagem.

A secagem foi realizada em estufas, reguladas a 60 °C permanecendo por 72 horas. Logo após foram trituradas essas amostras e encaminhado a análises foliares.

Foram solicitados os elementos Nitrogênio, Fosforo e Potássio através do método de digestão úmida.

3.7 Análises estatísticas



Foi utilizado teste U de Mann Whitney, considerando 95% de intervalo de confiança e nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados considerando as diferentes análises realizadas. Inicialmente serão apresentados os dados de compactação de solo, depois os dados da análise química e, finalmente, os dados da Cromatografia de Pfeiffer.

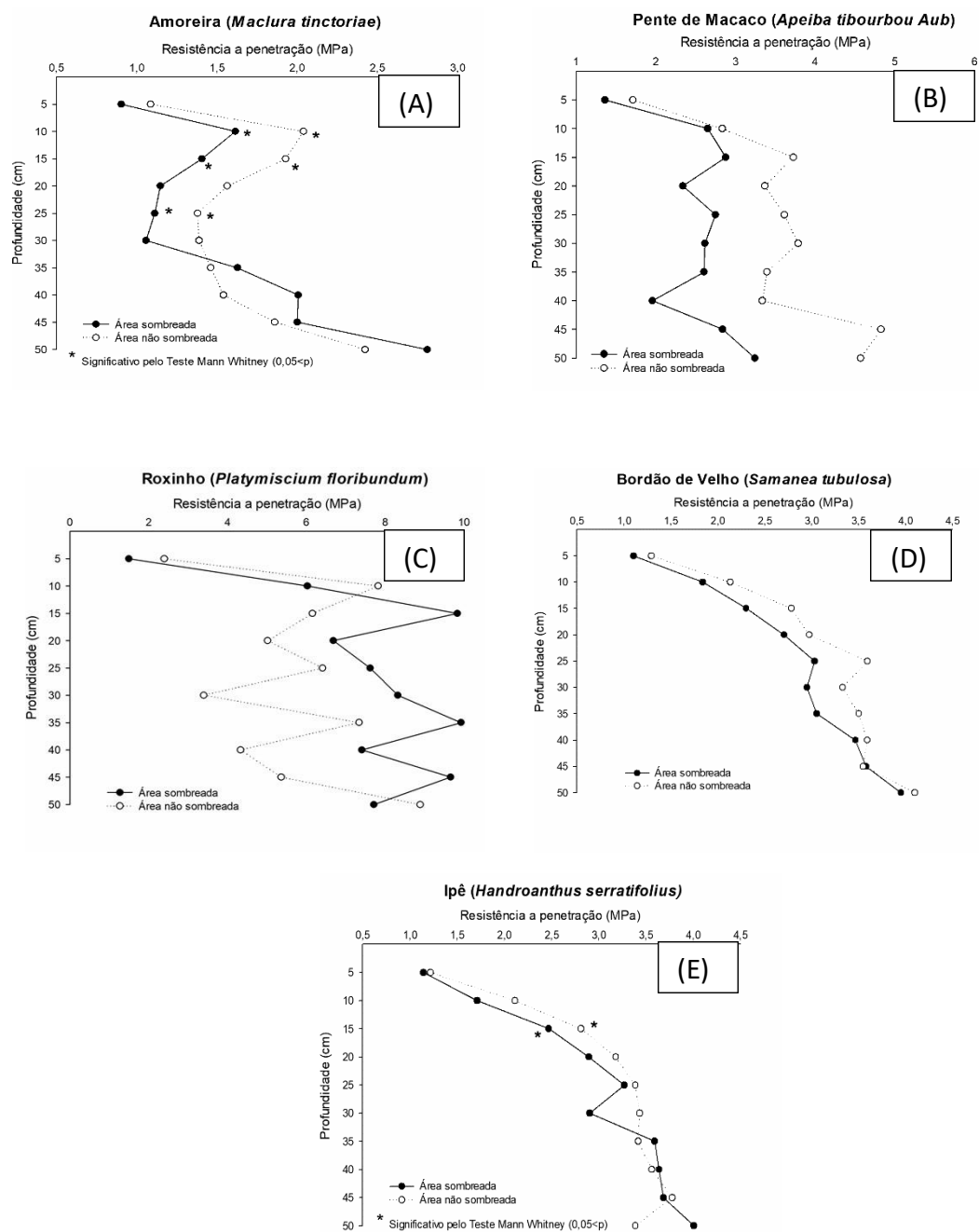
4.1 Análises de compactação do solo

A Figura 07 apresenta dos dados de compactação nas áreas sob influência das árvores e fora desta influência. O solo sob a copa de duas espécies arbóreas apresentou camadas com menor resistência ao penetrômetro em relação as áreas a pleno sol: a Amoreira (*Maclura tinctoriae*), para as camadas superficiais de até 30 cm e o Ipê Amarelo (*Handroanthus serratifolius*) na camada específica de 10-15 cm. As demais espécies estudadas não apresentaram diferença significativa em nenhuma das camadas analisadas.

O auxílio à descompactação do solo está ligado diretamente à morfologia radicular de cada espécie, podendo trazer benefícios à área de pastagens no sentido de aeração edáfica, infiltração de água no perfil do solo de uma maneira geral, não atrapalhando, caso não sejam raízes superficiais, futuras mecanizações no terreno, devido a não exposição radicular sobre o solo (LEITE, 2017). Segundo Reichert (2002), a compactação do perfil do solo não só implica em dificuldades de exploração radicular (barreira física) como também a não absorção de nutrientes pouco móveis no solo como, por exemplo, o fósforo, sendo sua absorção por interceptação radicular (PICOLI, 2017).



Figura 7 – Gráficos comparativos de área sombreada e não sombreada com diferentes graus de resistência (Mpa) dos solos estudados para (A) Amoreira; (B) Pente de Macaco; (C) Roxinho; (D) Bordão de Velho; (E) Ipê.





4.2 Análises Químicas

As tabelas de X a Y apresentam as análises de solo realizada nas diferentes profundidades, comparando os teores de nutrientes dentro da projeção das copas e fora desta projeção. Devido ao grande volume de dados, serão discutidos apenas os dados que apresentaram diferença estatística significativa.

4.2.1 Matéria orgânica

Não houve diferenças estatísticas em nenhuma das análises.

4.2.2 Teores de potássio

O potássio, por exercer funções essenciais e necessitadas em grandes quantidades em todos os vegetais, é um insumo de uma forma geral oneroso (MALAVOLTA, 2006). Entretanto, em função do material de origem dos solos norte mato-grossense este elemento encontra-se na maior parte dos casos em teores moderados, porém em camadas mais profundas no perfil do solo. Este fato está relacionado a diversos fatores como, por exemplo, a não ligação de sua carga na CTC do solo, talvez pela ocupação de acidez, onde ocupa os sitio de ligações, e até mesmo pelo seu alto poder de percolação, fazendo que o mesmo lixivie, perdendo-se (SANTANA, 2015).

Caso o elemento se encontre no solo e não esteja possível, talvez pela profundidade de raiz das pastagens de uma forma geral, as espécies arbóreas podem atuar diretamente no processo de ciclagem deste nutrientes, absorvendo nas camadas mais profundas e quando as folhas em frutos entram em senescência, disponibilizando novamente no solo para ser aproveitado pela pastagem (PADOVAN, 2015).

Tabela 1 – Análise de solo com profundidade de 0-10 cm sob a projeção e fora da projeção da copa da Amoreira (*Maclura tinctoriae*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	5,95	6,13	0,548	5,60	5,54	0,548
P (mg dm ⁻³)	5,18	5,39	0,222	4,94	4,94	0,421
K (mg dm ⁻³)	84	102,00	0,690	70,2	74,0	0,690
Ca (Cmol _c /dm ³)	2,21	0,98	0,841	3,76	1,57	0,080
Mg (Cmol _c /dm ³)	2,53	2,13	0,841	1,64	0,77	0,080
Al (Cmol _c /dm ³)	0,73	0,87	0,841	0,00	0,08	0,080
H Al (Cmol _c /dm ³)	0,01	0,00	0,841	1,92	3,12	0,095
CTC (Cmol _c /dm ³)	5,62	5,12	0,690	7,51	6,04	0,222
Saturação Bases (%)	60,08	62,92	0,690	73,58	47,82	0,016
Saturação Al (%)	1,00	0,00	0,690	0,00	0,00	0,008
Saturação K (%)	4,12	5,06	0,690	2,64	3,20	1,000
Saturação Ca (%)	42,80	42,0	0,310	49,0	25,8	0,008
Saturação Mg (%)	13,22	15,84	0,841	22,2	18,7	0,151
Relação_Ca_Mg	3,48	3,20	0,421	2,32	1,92	0,548
Relação_Ca_K	12,46	10,34	0,548	26,14	10,86	0,22
Relação_Mg_K	3,84	3,36	1,000	10,3	9,62	0,310
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	3,48	3,26	0,841	5,58	2,94	0,032

Tabela 2 - Análise de solo com profundidade de 10-20 cm sob a projeção e fora da projeção da copa da Amoreira (*Maclura tinctoriae*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	5,788	5,58	0,151	5,68	5,17	0,032
P (mg dm ⁻³)	4,82	4,72	0,31	3,48	2,52	0,548
K (mg dm ⁻³)	91	65	0,841	76,8	55,8	0,310
Ca (Cmol _c /dm ³)	0,232	0,16	0,841	1,50	1,17	0,690
Mg (Cmol _c /dm ³)	1,68	1,31	0,222	1,00	0,39	0,032
Al (Cmol _c /dm ³)	0,65	0,53	0,310	0,01	0,08	0,032
H Al (Cmol _c /dm ³)	0,05	0,05	1,00	1,52	1,50	1,00
CTC (Cmol _c /dm ³)	4,78	4,38	0,690	4,22	3,20	0,421
Saturação Bases (%)	53,08	46,28	0,421	62,86	54,12	0,421
Saturação Al (%)	2,44	3	0,841	0,84	5,26	0,016
Saturação K (%)	4,7	3,96	0,690	5,12	4,68	0,841
Saturação Ca (%)	34,8	30,2	0,421	35	38,40	0,69
Saturação Mg (%)	13,62	12,2	0,421	22,84	11,08	0,032
Relação_Ca_Mg	3,88	2,58	0,690	1,68	12,96	0,095
Relação_Ca_K	7,98	9,46	0,841	9,50	10,50	0,548
Relação_Mg_K	3,32	3,62	1,00	5,66	3,88	0,548
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	2,56	2	0,31	2,70	1,70	0,095

Tabela 3 - Análise de solo com profundidade de 0-10 cm sob a projeção e fora da projeção da copa do Bordão de Velho (*Samanea tubulosa*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	5,50	5,38	0,222	5,22	5,11	0,548
P (mg dm ⁻³)	4,47	4,42	0,639	1,92	2,82	0,421
K (mg dm ⁻³)	125	104,8	0,310	58,6	53,4	0,841
Ca (Cmol _c /dm ³)	0,31	0,27	0,310	0,79	0,13	0,841
Mg (Cmol _c /dm ³)	1,16	1,1	0,841	0,63	0,77	0,421
Al (Cmol _c /dm ³)	0,50	0,45	0,421	0,37	0,51	0,151
H Al (Cmol _c /dm ³)	0,37	0,46	0,548	4,28	0,26	0,151
CTC (Cmol _c /dm ³)	6,26	6	0,841	5,84	3,44	0,095
Saturação Bases (%)	31,68	29,02	0,841	26,58	4,94	0,548
Saturação Al (%)	16,84	23,8	0,690	20,76	30,14	0,548
Saturação K (%)	5,38	4,06	0,310	2,46	16,16	0,095
Saturação Ca (%)	18,2	17,6	1,00	13,4	3,9	0,841
Saturação Mg (%)	8,14	7,14	0,151	10,84	15,8	0,690
Relação_Ca_Mg	2,34	2,88	0,548	1,26	10,44	0,310
Relação_Ca_K	3,44	5,66	0,421	6,46	1,58	0,548
Relação_Mg_K	1,52	1,9	0,421	5	4,58	0,320
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	2,02	1,8	0,690	1,56	2,86	0,690

Tabela 4 - Análise de solo com profundidade de 10-20 cm sob a projeção e fora da projeção da copa do Bordão de Velho (*Samanea tubulosa*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	5,50	5,52	0,690	5,19	5,22	0,550
P (mg dm ⁻³)	4,43	4,34	0,310	1,48	2,38	0,840
K (mg dm ⁻³)	87,60	83,20	0,690	85,60	34,80	0,010
Ca (Cmol _c /dm ³)	0,22	0,21	0,420	0,63	0,53	0,420
Mg (Cmol _c /dm ³)	0,83	0,48	0,220	0,66	1,06	0,150
Al (Cmol _c /dm ³)	0,29	0,27	1,000	0,34	0,45	0,420
H Al (Cmol _c /dm ³)	0,42	0,67	0,100	4,04	3,88	0,690
CTC (Cmol _c /dm ³)	4,80	4,28	1,000	5,56	7,78	0,690
Saturação Bases (%)	27,64	19,84	0,100	27,34	32,32	1,000
Saturação Al (%)	25,50	44,74	0,100	18,46	31,14	0,690
Saturação K (%)	4,78	2,80	0,100	4,02	4,88	0,220
Saturação Ca (%)	17,20	11,00	0,100	11,20	17,80	0,690
Saturação Mg (%)	5,94	6,08	0,840	12,24	9,48	0,220
Relação_Ca_Mg	3,34	2,16	0,220	0,96	1,52	0,420
Relação_Ca_K	3,64	4,22	0,420	2,94	6,98	0,840
Relação_Mg_K	1,28	2,24	0,150	3,10	3,82	0,550
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	1,36	0,86	0,150	1,54	3,92	0,550

Tabela 5 - Análise de solo com profundidade de 0-10 cm sob a projeção e fora da projeção da copa do Ipê (*Handroanthus serratifolius*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	5,39	5,42	0,69	5,14	5,13	0,841
P (mg dm ⁻³)	4,39	4,34	0,69	1,62	1,02	0,151
K (mg dm ⁻³)	108,6	68	0,151	108,2	61,2	0,032
Ca (Cmol _c /dm ³)	0,27	0,17	0,151	0,52	0,45	0,31
Mg (Cmol _c /dm ³)	0,84	0,72	0,548	0,40	0,3	0,151
Al (Cmol _c /dm ³)	0,40	0,29	0,056	0,45	0,58	0,421
H Al (Cmol _c /dm ³)	0,38	0,5	0,548	5,22	5,57	0,31
CTC (Cmol _c /dm ³)	5,14	4,8	0,31	6,42	6,44	0,841
Saturação Bases (%)	29,48	24,72	0,31	18,74	13,56	0,056
Saturação Al (%)	21,34	30,42	0,222	27,78	40,32	0,31
Saturação K (%)	5,4	3,78	0,222	4,32	1,94	0,08
Saturação Ca (%)	16,2	14,80	0,548	8,2	7,2	421
Saturação Mg (%)	7,9	6,10	0,151	6,26	4,58	0,222
Relação_Ca_Mg	2,02	2,48	0,421	1,62	1,64	1
Relação_Ca_K	3,44	5,54	0,548	1,94	4,28	0,31
Relação_Mg_K	1,64	2,06	0,421	1,44	2,62	0,151
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	1,54	1,18	0,222	1,2	0,88	0,056

Tabela 6 - Análise de solo com profundidade de 10-20 cm sob a projeção e fora da projeção da copa do Ipê (*Handroanthus serratifolius*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	5,41	5,33	0,222	5,12	5,07	0,421
P (mg dm ⁻³)	4,34	4,31	1,00	1,64	1,94	0,55
K (mg dm ⁻³)	45,20	45,20	0,42	69,60	96,00	0,31
Ca (Cmol _c /dm ³)	0,12	0,12	0,55	0,63	1,07	0,06
Mg (Cmol _c /dm ³)	0,92	0,53	0,42	0,46	0,61	0,69
Al (Cmol _c /dm ³)	0,36	0,27	1,00	0,43	0,30	0,22
H Al (Cmol _c /dm ³)	0,50	0,59	0,69	4,73	4,52	0,31
CTC (Cmol _c /dm ³)	5,18	4,40	0,42	5,98	6,50	0,69
Saturação Bases (%)	24,32	20,30	0,421	20,80	29,96	0,056
Saturação Al (%)	34,62	41,22	0,69	27,86	14,94	0,222
Saturação K (%)	2,32	2,54	0,841	3,34	4,74	0,421
Saturação Ca (%)	15,60	11,80	0,421	10,00	16,40	0,056
Saturação Mg (%)	6,16	5,96	1	7,26	8,90	0,69
Relação_Ca_Mg	2,58	2,10	0,222	1,94	1,98	0,69
Relação_Ca_K	7,26	5,00	0,548	3,10	3,76	0,421
Relação_Mg_K	2,88	2,36	0,421	2,16	2,08	1
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	1,40	0,94	0,548	1,30	1,98	0,222

Tabela 7 - Análise de solo com profundidade de 0-10 cm sob a projeção e fora da projeção da copa do Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou Aub*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	6,51	6,20	0,032	5,83	5,84	1
P (mg dm ⁻³)	5,63	5,39	0,032	3,84	2,52	0,421
K (mg dm ⁻³)	275	145,4	0,08	298,6	116,8	0,08
Ca (Cmol _c /dm ³)	5,70	4,37	0,08	8,84	6,81	0,056
Mg (Cmol _c /dm ³)	9,68	7,5	0,095	3,04	2,01	0,056
Al (Cmol _c /dm ³)	2,60	1,90	0,151	0	0	1
H Al (Cmol _c /dm ³)	0	0	1	3,93	5,14	0,056
CTC (Cmol _c /dm ³)	16,48	14,86	0,151	16,88	14,24	0,095
Saturação Bases (%)	78,82	65,66	0,008	76,92	63,48	0,08
Saturação Al (%)	0	0	1	0	0	1
Saturação K (%)	5,1	2,52	0,016	3,88	1,92	0,016
Saturação Ca (%)	58	50,6	0,016	52,2	46,6	0,222
Saturação Mg (%)	15,68	12,66	0,222	20,52	15,18	0,548
Relação_Ca_Mg	3,84	4,1	0,841	2,84	4,3	1
Relação_Ca_K	12,74	20,68	0,032	15,04	27,3	0,151
Relação_Mg_K	3,46	5,2	0,095	5,44	8,82	0,222
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	13,08	9,78	0,056	12,94	9,08	0,032

Tabela 8 - Análise de solo com profundidade de 10-20 cm sob a projeção e fora da projeção da copa do Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou Aub*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	6,50	6,22	0,22	5,91	5,98	0,55
P (mg dm ⁻³)	5,39	5,24	0,31	1,78	2,54	0,31
K (mg dm ⁻³)	0,86	1,16	0,01	200,40	107,40	0,06
Ca (Cmol _c /dm ³)	226,60	94,80	0,01	5,78	5,29	0,69
Mg (Cmol _c /dm ³)	0,58	0,24	0,84	1,40	1,87	0,42
Al (Cmol _c /dm ³)	6,09	5,06	0,42	0,00	0,00	1,00
H Al (Cmol _c /dm ³)	1,58	1,42	1,00	4,18	4,13	1,00
CTC (Cmol _c /dm ³)	0,00	0,00	0,69	11,84	11,52	1,00
Saturação Bases (%)	12,10	11,16	0,31	64,68	63,36	1,00
Saturação Al (%)	66,34	61,00	1,00	0,04	0,06	1,00
Saturação K (%)	0,00	0,00	0,10	3,94	2,02	0,10
Saturação Ca (%)	5,10	2,84	0,55	49,20	45,00	0,31
Saturação Mg (%)	48,00	44,60	0,84	11,30	16,36	0,42
Relação_Ca_Mg	13,32	13,46	0,84	53,00	3,08	0,22
Relação_Ca_K	3,74	3,66	0,15	16,60	25,14	0,42
Relação_Mg_K	10,74	20,74	0,06	3,10	9,80	0,03
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	2,76	6,12	0,55	7,68	7,40	1,00

Tabela 9 – Análise de solo com profundidade de 0-10 cm sob a projeção e fora da projeção da copa do Roxinho (*Platymiscium floribundum*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	5,86	5,78	0,841	5,22	5,32	0,151
P (mg dm ⁻³)	4,95	5,094	0,222	4,3	3,98	1
K (mg dm ⁻³)	101,2	121,4	0,841	124,4	78,6	0,032
Ca (Cmol _c /dm ³)	0,26	0,31	0,69	1,7	2,07	0,69
Mg (Cmol _c /dm ³)	2,05	1,68	0,69	1,15	0,95	1
Al (Cmol _c /dm ³)	0,90	0,95	1	0,05	0,04	0,69
H Al (Cmol _c /dm ³)	0	0	1	4,24	3,88	0,548
CTC (Cmol _c /dm ³)	6,04	5,9	0,73	6,42	7,1	0,841
Saturação Bases (%)	54,24	62,55	0,111	47,18	45,26	1
Saturação Al (%)	0	0	1	1,84	1,5	0,841
Saturação K (%)	4,96	7,77	0,286	4,56	3,24	0,31
Saturação Ca (%)	34,4	41,5	0,19	30,2	29,2	0,841
Saturação Mg (%)	14,78	13,47	0,413	12,46	12,82	0,548
Relação_Ca_Mg	2,48	3,15	0,41	11,88	2,36	1
Relação_Ca_K	10,34	6,85	0,586	8,02	9,8	0,548
Relação_Mg_K	4,1	2,2	0,286	3,4	4,5	0,548
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	3,22	3,77	0,906	4,2	3,22	0,841

Tabela 10 - Análise de solo com profundidade de 10-20 cm sob a projeção e fora da projeção da copa do Roxinho (*Platymiscium floribundum*).

Variável	Seca			Chuva		
	Sombra	Pleno Sol	P	Sombra	Pleno Sol	P
pH	5,82	5,79	1,00	5,32	5,44	0,84
P (mg dm ⁻³)	4,92	5,13	0,42	3,18	3,74	0,69
K (mg dm ⁻³)	4,38	4,30	0,10	92,60	80,00	0,84
Ca (Cmol _c /dm ³)	71,60	111,20	0,10	1,44	1,77	0,84
Mg (Cmol _c /dm ³)	0,18	0,28	0,15	0,80	0,99	0,42
Al (Cmol _c /dm ³)	1,95	1,46	1,00	0,13	0,08	0,55
H Al (Cmol _c /dm ³)	0,94	0,85	0,69	3,36	4,56	0,03
CTC (Cmol _c /dm ³)	0,00	0,02	0,34	5,84	7,52	0,10
Saturação Bases (%)	6,18	5,05	1,00	42,24	38,46	0,15
Saturação Al (%)	48,45	51,50	0,69	5,62	3,12	0,84
Saturação K (%)	0,00	1,15	0,34	4,26	2,84	0,15
Saturação Ca (%)	3,20	6,78	0,34	25,20	22,80	0,69
Saturação Mg (%)	33,25	29,75	0,49	12,82	12,74	0,84
Relação_Ca_Mg	12,03	15,08	0,11	2,24	2,42	0,55
Relação_Ca_K	2,90	2,08	0,11	7,00	9,84	0,55
Relação_Mg_K	10,53	5,60	0,20	3,36	4,70	0,15
Soma de Bases (Cmol _c /dm ³)	3,80	2,73	0,49	2,48	2,94	1,00



Dentre as árvores analisadas, o Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou Aub*), apresentou uma contribuição expressiva para elevar os níveis de potássio. Funcionando como uma “bomba” de disponibilidade deste nutriente, proporcionou aumento de até 2,4 vezes mais potássio dentro da projeção da copa em relação as áreas a pleno sol no período seco do ano, sendo os dados significativos tanto para as camadas de 0 a 10 cm quanto de 10 a 20 cm. Hoffmester (2016) destaca que as Malvaceas de modo geral apresentam rápida liberação de K, sendo que máximo em 180 dias este nutriente está disposto ao solo.

Desta forma pode ser que o potássio esteja retido em uma grande proporção na CTC, ocasionando um melhor aproveitamento do mesmo para espécies ali presentes no sistema (MOLINE; COUTINHO, 2018).

Houve ainda efeito significativo no Ipê em camadas de 0-10, no período de maior precipitação. Devido às características químicas desta área, pode ter ocorrido uma lixiviação deste nutriente devido a não retenção na Capacidade de Troca de Cátions, onde a mesma estava preenchida com H+Al impedido que o elemento ficasse preso e prontamente disponível ao vegetal (MOLINE; COUTINHO, 2018) uma vez que no período seco do ano não foi observada diferença estatística entre as áreas. Outro fator que pode ter sido a justificativa pela perda do elemento é a Saturação por base em torno de 24,72%, podendo ser elevada aproveitando como um todo o potássio ali presente (MALAVOLTA, 2006).

Resultados do período chuvoso demostram que o Roxinho (*Platymiscium floribundum*) apresentou significância dentro da área de copa, quando comparadas com fora da área de copa das arvores em um aumento de 1,5 vezes sob a projeção. Porém estes níveis podem diminuir ao longo do tempo pelo fato de ser uma área arenosa (em torno de 55% de areia) e apresentar características químicas não tão favoráveis como, por exemplo: CTC em torno de 5 cmol/c dm⁻³, Saturação por base na casa dos 38% e pH próximo a 5,10 onde provavelmente íons de H⁺ e Al³⁺ (Acidez), estão ocupando cargas da CTC podendo ser um fator limitante para retenção do elemento K neste determinado solo (DE MELLO, 2017). Neste caso o ideal seria uma previa correção deste solo elevando pH; (V%); (t) e diminuindo acidez (RIBEIRO et al., 1999).

Todavia as três espécies forneceram melhores teores de K na área de influencia, ou seja, dentro da área sombreada das arvores, mostrando assim a



eficiência no processo de ciclagem de nutrientes, contribuindo para o sistema como todo.

4.2.3 Fósforo

O fósforo é um dos elementos de maior complexidade no solo, possuindo uma dinâmica bem diferente de outros nutrientes, talvez pela sua forma no solo, disponibilidade para plantas e retenção, podendo estar ligados a outros minerais com Ca, Fe e Al. Trata-se de um nutriente que desempenha diferentes papéis primordiais como, por exemplo: geração energética na forma de ATP, fotossíntese, respiração, armazenamento, divisão de células, crescimento de célula e vários outros processos (MALAVOLTA, 2006).

Os materiais de origem de formação dos solos no bioma Amazônico de uma forma geral, não possuem o fósforo de maneira tão representativa, exceto em alguns casos. Sendo um nutriente oneroso e escasso, a ciclagem de deste nutriente de forma efetiva pode ser considerado um “marco” nos sistemas produtivos.

O Pente de Macaco diferiu estatisticamente no teor de P sob a área de copa aumentando $0,24 \text{ mg dm}^{-3}$, atingindo o teor de $5,63 \text{ mg dm}^{-3}$ de P, ou $12,89 \text{ mg dm}^{-3}$ de P_2O_5 , representados por $25,78 \text{ Kg ha}^{-1}$. Pode ser que estas espécies tenham absorvidos fósforo na forma orgânica, porém os mesmo não é quantificados devido a dificuldade então não são quantificados nas análises (MOREIRA, 2016).

4.2.4 Teores de Cálcio.

A Amoreira (*Maclura tinctoriae*) e o Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou Aub*) apresentaram maiores teores de Ca, na área de sombreamento, em camadas de 0-10 cm, porém essa diferenciação na análises dos dados foi efetiva no período chuvoso.

De acordo com Ribeiro (1999), os níveis de Ca para o Pente de Macaco aderem a uma classificação “Muito Boa” sendo uma faixa ideal para manutenção de pastagens e da Amoreira pode ser classificada de “Médio a Bom”.

Como o Ca é um macronutriente de suma importância, constituindo-se de forma estrutural na parede celular dos vegetais, sua falta pode propiciar um crescimento insatisfatório a espécie desejada. Pode ser diagnosticada de maneira clínica através dos sintomas de deficiências apresentados podendo ter algumas



variações de espécie para espécie. De acordo com EMPRAPA (2007) os sintomas em pastagens são apresentados em folhas novas devido à mobilidade do nutriente na planta, seguido por pela mudança textural da folha ficando quebradiça, e em um estágio mais avançado a necrose no ápice foliar.

4.2.5 Teores de Magnésio

No período de maior ocorrência de pluviosidade, as análises demonstraram diferenças significativas nos valores de Mg dentro da área de influencia (sombreada) nas espécies Amoreira e Pente de Macaco, em profundidades superficiais 0-10 cm.

No caso da Amoreira os maiores valores encontrados foram sob a copa da árvore partindo de (1,64) $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para (0,77) $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ fora da projeção da copa. Já o teor médio sob a copa do Pente de macaco foi de (3,04) e à medida que se distanciava no caso área externa de avaliação apresentou-se (2,01) Cmol_c do elemento. Segundo Ribeiro (1999), é um valor de aumento expressivo nos níveis, pois nas classes de interpretação de fertilidade do solo, acima de 1,5 $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ encontra-se adequada.

4.2.6 Capacidade de Troca de Cátions (CTC)

Pode-se observar que a CTC nas camadas de 0-10 cm na espécie Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou Aub*), foram maiores quando comparado a outras profundidades e outras espécies, suponha-se uma relação com alto depósito de serapilheira fornecido pela árvores, tendo por consequência um acréscimo em níveis de matéria orgânica que por sinal pode aumentar valores da CTC devido a geração de cargas e atuando em boa parte como agente cimentante.

4.1.7 Saturação por bases (V%).

As espécies Amoreira, Ipê e Pente de macaco, apresentaram percentuais maiores dentro da área de influencia diferenciando significativamente, em profundidades de até 10 cm. Este fator é um ótimo indicador para uma boa fertilidade do solo podendo atingir produtividades desejáveis.

Sob a projeção da copa da Amoreira tinha-se (73%) de saturação por base, e fora da área de copa os níveis eram de (47%), no período chuvoso. Porém este solo pode ter sido realizado correções (calagem) podendo ter influenciado neste acréscimo significativo.



Também em camadas de até 10 cm no período seco, o Ipê apresentou os seguintes valores: (18,74%) na área sombreada e (13,56%) a pleno sol. Neste caso, como houve contestação em níveis de potássio no local de projeção, pode influenciar diretamente nos estimativas da CTC (T) que implica nos cálculos de saturação.

Com situações semelhantes o Pente de macaco saltou de 63% fora para 76% dentro da área de sombra no pico da seca e 65% para 78% na área de copa no pico das chuvas. Esta árvore contribui em graus de potássio, cálcio e magnésio e que altera diretamente valores das equações alterando valores mensurados.

De acordo com De Oliveira (2012), no mesmo sentido de pesquisa a saturação por bases correspondia em decréscimo à medida que se distanciava da árvore, obedecendo a seguinte ordem: 72% próximo à espécie e 59% a distancias maiores.

Alguns profissionais afirmam que saturação por base para pastagens de baixa tecnologia e boa rusticidade, como por exemplo, espécies do gênero *Urochloa*, necessitam de 50 a 60% deste agente (DE- LUCENA, 2016). Nas pastagens de análises da Amoreira e Pente de Macaco estes valores são superiores ao recomendado, podendo então ter melhores condições de desenvolvimento atendendo determinadas necessidades.



4.3 Análises Foliar

Os elementos contidos nos tecidos vegetais costumam ser na maior parte dos casos o maior acervo nutricional de uma floresta seja ela no bioma Amazônico ou não, e boa parte disponibilizada após mineralizado (PRADO; WADT, 2014).

De certa forma a quantificação dos teores foliares, veio como um complemento, sendo correlacionado aos teores de retorno nutricionais do solo, podendo potencializar a ciclagem biogeoquímica naquele determinado local (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise de tecido vegetal de Macronutrientes.

Amostra	N	P	K
Roxinho	17,5	1,0	12,6
Bordão de velho	26,6	1,7	19,5
Ipê	26,6	1,1	6,1
Pente de Macaco	11,2	1,0	16,3
Amoreira	17,5	1,0	8,9

Observou-se que elemento Potássio destacou-se nas espécies Bordão de Velho, Roxinho e Pente de macaco chegando a valores maiores que 12 g/Kg. Nas análises foliares o maior teor foi o do bordão de Velho com 19,5 g/Kg, porém conforme observado nas análises de solo a principal fonte de ciclagem de potássio foi o Pente de Macaco. Talvez possa ser a morfologia das folhas e tecidos mais tenros do pente de macaco se decompor mais rapidamente tornando a serapilheira uma fonte disponível. Mesmo todas as espécies sendo caducifólias, podem ser justificadas pelo diferentes momentos que o material entra em senescência (HOFFMESTER, 2016).

Os teores de Nitrogênio são mais altos no Bordão de Velho, Ipê e Roxinho por serem leguminosas, onde realizam simbioses com bactérias, fixando então o N atmosférico, talvez de forma não tão eficientes como espécies melhoradas geneticamente, mas capaz de contribuir como parte de sua necessidade nutricional.



4.3 Cromatografias de Pfeiffer

Observou-se diferença estatística no pico da seca para espécie Bordão de Velho tanto para espessura da zona central quanto para espessura da zona interna em camadas de 0-10. A espessura da área no disco para amostras de dentro da projeção era 1,48 cm e 0,98 cm para fora da área de projeção sendo valores médios das repetições. A zona interna diferenciou-se em 2,7 sob espaço sombreado e 1,86 para não sombreado.

Também no período da seca, a parte central dos discos para Ipê e Roxinho apresentaram valores similares em camadas de 10-20 cm sendo os mesmos notas de 3 para sombra e 2,2 para locais não sombreada. Desta forma a área sombreada pode estar menos descompactada, podendo estar relacionada diretamente com a concentração das raízes.

No período chuvoso para espécie Pente de Macaco, apresentou alterações na espessura da zona periférica (indicadores de organismos no solo, correspondente a presença de enzimas e proteínas) em ambas análises de pleno sol e sombra, sendo assim os valores são de 1,26 cm de espessura sob a projeção e 1,6 cm a pleno sol, isso se tratando de camadas superficiais em até 10 cm.

Amoreira apresentou significância em zonas centrais nas camadas de 0-10 cm de espessura em zonas centrais (chuva) apresentando os seguintes valores: 2,2 para amostras sob área de influencia (copa) e 4,2 para fora da área de influencia (pleno sol). Para camada de 10-20 as notas foram maiores para área de sombra (4,00) e menores para locais não sombreados (3,2). Já para espessura apresentavam valores de 0,48 cm na projeção de copa e 1,36 fora da projeção. Como a zona central é a responsável pela afirmação de presença ou não de oxigênio no perfil do solo, existe um complemento de resultados quando analisadas com análises de compactação, pode ser que a morfologia radicular desta determinada espécies possa estar auxiliando na descompactação.

Houve diferenciação na espessura da zona interna correlacionando as análises de teores de nutrientes no solo, onde houve níveis maiores dentro da projeção, também em camada de 0-10 cm. Amoreira diferenciou nas notas das zonas periféricas com um maior valor dentro (4,6) e (2,8) fora isso para profundidades maiores que 10 cm.



Como a notas das cromatografias não alteraram de forma abrupta tanto em diferentes profundidades ou em distintos locais de coleta, pode ser justificado pela ciclagem de nutrientes como um todo em área de pastagens. Isso acontece naturalmente em sistemas pastoris, justamente pelas excreções animal, decomposição do próprio material vegetal, ali presentes. Como as cromatografias são análises subjetivas e sistêmicas, ficam pouco sensíveis a mudanças isoladas de determinados elementos sendo mais útil para avaliar a condição do solo como um todo. Porém o uso das cromatografias mostrou-se que existe um dialogo entre análises químicas convencionais e análises de compactação, amarrando então os resultados obtidos.



5 CONCLUSÕES

A princípio pode se assegurar que as arvores não exerceram efeitos negativos nas áreas analisada. Desta forma cada espécie contribuiu em um determinado contexto, ou seja, houve espécie que contribui em aumento de determinado elemento, outras melhoria na material orgânico depositado na parte superior do solo, outras na descompactação, deste modo o interessante é o foco na diversidade do sistema, sendo assim cada fator contribui de uma determinada forma e soma destes propicia uma potencialização de aproveitamento do sistema.

Amoreira e Pente de Macaco apresentaram os maiores destaque, em ciclagem de nutrientes com ênfase em teores de potássio, Cálcio e magnésio com níveis maiores para amostras sob as projeções de copa das espécies.



REFERÊNCIAS

ANDRANDE, C.M.S.; VALENTIM, J.F. **Síndrome da morte do capim brizantão no Acre**. Características, causas e soluções tecnológicas. Rio Branco, AC: Emprapa Acre, 2007. 41p.

AZEVEDO, E. C. **Uso da geoestatística e de recursos de geoprocessamento no diagnóstico da degradação de um solo argiloso sob pastagem no Estado de Mato Grosso**. 2004. 158p. Tese (Engenharia Agrícola na área de concentração em Água e Solo) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.P.B. Capim–tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, Brasília,2007.

BENEDETTI, E. **Leguminosas e sistemas silvipastoril**. Uberlândia: EDFU, 2013.

BERTALOT-BAY, M.M.**Consequências ambientais e sociais da atividade agrícola: reflexões epistemológicas sobre a regenerabilidade**. 2008. 124p. Dissertação. (Geografia) – Faculdade de Geociência, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

BOAS, Vilas; CUSTÓDIO, Rogério; MOREIRA, Fatima Maria de Souza. Microbiologia do solo no ensino médio de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 295-306. Lavras, 2012.

BOUMAN, B.A.M.; NIEUWENHUEYSE, A.; IBRAHIM, M. Pasture degradation and restoration by legumes in hudi tropical. **Tropical Grasslands**, v.33, n.1, p98-110, Guápiles, 1999.

CARVALHO, T.B.; ZEN, S.; TAVARES, E.C.N. Comparação de custos de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sober. 2009. p.20-23.

CHAVES, R. G. Sub-pastejo e Super-pastejo: Pontos críticos em um sistema Rotacionado. **Folha Agrícola**, Francisco Beltrão,2016. Disponível em:< <http://folhaagricola.com.br/artigo/sub-pastejo-e-super-pastejo-pontos-criticos-em-um-sistema-rotacionado>>. Acesso em 13 de janeiro de 2017.

CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa Solos- Documentos. Rio de Janeiro, 1997.

CLIMATE-DATA.ORG. CLIMA: Nova Guarita. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/33916/>> Acesso em: 27 de março de 2017.



COAN, R. M; REIS, R A. **Capacidade de suporte: você sabe calcular**. Jaboticabal: Departamento de Zootecnia, 2012. 5p.(FCAV/UNESP. Instrução Técnica para Bovinocultor).

COSTA, O.V.; NASCIMENTO-JUNIOR, D. **Impacto animal sobre o componente abiótico do solo: ciclagem de nutrientes e compactação**. Universidade Federal de Viçosa . Viçosa, 2000.

DE LUCENA COSTA. Resposta de Brachiaria brizantha cv. Xaraés a níveis de calagem. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 6, n.13, p.1338- 1344. Londrina, 2016.

DE MELLO DELOSS, a. correção da acidez no perfil do solo sob pastagem natural com aplicação superficial de calcário. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2017, São Gabriel. **Anais...** São Gabriel: Universidade Federal do Pampa, 2017.

DECHEN, S. C. F.; DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; VIEIRA, S. R. Manejo dos solos tropicais no Brasil. In: XV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2004.

DE OLIVEIRA, T. K. **Influência do bordão-de-velho (Samanea tubulosa (Bentham) Barnedy; Grimes) na pastagem e no solo em sistema silvipastoril no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2012. 28p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

DIAS-FILHO, M. B. Degradação e recuperação de pastagens. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C.; SILVA, S.C.; FARIA, V.P. **Teoria e pratica da produção animal em pastagens**. Piracicaba, 2006.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação e recuperação de pastagens: Teoria, causas e estratégia de recuperação**. 4. Ed. Ver., atual. e ampl. Bélem, 2011.

DUARTE, Maria José. Análise de sementes de seis espécies autóctones e alternativas para o reflorestamento na região semi-árida do Nordeste brasileiro. 2013.

EMBRAPA GADO DE CORTE. Cultivo e uso do estilosantes Campo Grande. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2007. 11p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 105).

FAGUNDES, Alessander Von Wagner. 14447-Cromatografia como indicador da saúde do solo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

FAO Sete Lagoas “Consensus” on Integrated Crop-Livestock Systems for Sustainable Development. Plant Production and Protection Division Consultation Documents. 2010. Disponível em



<www.fao.org/agriculture/crops/corethemes/spi/iclsd/outcome> Acesso em 19 de dezembro de 2016.

FERRAZ, J.B.S.; FELICIO, P.E.D. Production systems – Na example from Brazil. **Meat science**. V.84, n.2, p.238-243, 2010.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; VALDES, C.; BACCHI, M. Produtividade e Crescimento – Algumas Comparações. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, 2013.

GUIMARAES-JUNIOR, M. P. A.; SANTOS, A. C.; ARAUJO, A. S.; OLIVEIRA, L. B. T.; RODRIGUES, M. O. D.; MARTINS, A.D. Relação Ca:Mg do corretivo da acidez do solo e as características agrônômicas de plantas forrageiras. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.** v.14, n.3, p.460-471. Salvador, 2013

HOFFMESTER, SG da S. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes de folhas de espécies arbóreas nativas em sistema agroflorestral biodiverso. **Embrapa Agropecuária Oeste-Tese/dissertação (ALICE)**.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo Agropecuário 2006: Brasil, Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE; 2012. 774 p.

KEHL, Lucas Guilherme Hahn. Cromatografia de Pfeiffer como ferramenta para avaliar a qualidade de solo em Sistemas Agrofloretais. 2014.

LEITE, P. H. M.; DUARTE, M. V. M. Uso e manejo de árvores nativas para arborização do cafezal como estratégia de melhorias das condições ambientais. 2017.

LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; UMMUS, M. E. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). **Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 8, n. 2, 2013.

LUNDGREN, Wellington Jorge Cavalcanti et al. ANÁLISE DA TEMPERATURA DO SOLO ABAIXO DA COPA DE TRÊS ESPECIES DE ÁRVORES NA CIDADE DE SERRA TALHADA-PE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 9, n. 4, p. 1-21, 2015.

MACEDO, M. C. M. 1999. Degradação de Pastagens: Conceitos e Métodos de Recuperação. In: **Anais do Simpósio Sustentabilidade da Pecuária de Leite no Brasil**. Editado por Vilela, Duarte; Martins, Carlos Eugênio; Bressan, Matheus e Carvalho, Limírio de Almeida. Embrapa Gado de Leite. p.137-150.

MACHADO, J. G. C.; NANTES, J. F. D. Adoção da tecnologia da informação em organizações rurais: o caso da pecuária de corte. **Gest. Prod**, v. 18, n. 3, p. 555-570. São Carlos, 2011



MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Ceres, 2006.- 638p.

MADARI, Beáta Emöke et al. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de índio): suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. **Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2009.

MENEZES, L.A.S.; LEANDRO, W.M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.34, n.3, p.173-180, 2004.

MOLINE, Ederlon Flávio da Veiga; COUTINHO, Edson Luiz Mendes. Atributos químicos de solos da Amazônia Ocidental após sucessão da mata nativa em áreas de cultivo. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, [S.l.], v. 58, n. 1, p. 14-20, abr. 2015. ISSN 2177-8760.

Disponível em: <<https://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/1683>>. Acesso em: 29 maio 2018.

MOREIRA, Flávia Lima. **Avaliação de formas de fósforo do solo sob diferentes tecnologias de restauração ecológica no sudoeste do Paraná**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

OLIVEIRA- JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. 22.ed. Ominipax. Curitiba, 2011.

OLIVEIRA, A. H.; SILVA, M. A.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURI, N.; LIMA, G. C. Caracterização ambiental e predição dos teores de matéria orgânica do solo na subBacia do Salto, Extrema, MG. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 143-154, 2012. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p143>

OLIVEIRA, O.C.; OLIVEIRA, I.P.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Chemical and biological indicators of decline/ degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, ecosystems e Environment**, v.103, p.289-300, 2004.

PADOVAN, Milton Parron. Sistemas agroflorestais em bases agroecológicas. **Tecnologias para a agricultura familiar**. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, p. 71-74, 2015.

PERON, A.J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciênc. agrotec.** vol.28 n.3 Lavras, 2004.

PICOLI, Lais Bilia. Disponibilidade de fósforo em função do revestimento do fertilizante por substâncias húmicas. 2017.

POUYU-ROJAS, Enrique; SIQUEIRA, José Oswaldo; DONIZETTI SANTOS, José Geraldo. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, 2006.



PRADO, R. M. **500 perguntas e respostas sobre nutrição de plantas. 2ª**

Ed.Jaboticabal:FCAV/GENPLANT,2014

PRIMAVESI, ANA. Manejo ecológico de pragas e doenças: Técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente. 2 edição. São Paulo: Expressão popular, 2016. 143 pag. Série Ana Primavesi.

REICHERT, J., M.; SUZUKI, L.,E., A.; REINERT, D., J.; - Compactação Do Solo Em Sistemas Agropecuários E Florestais: Identificação, Efeitos, Limites Críticos E Mitigação – Tópicos em Ciência do Solo,vol 5, pag 49-134, 2007. Disponível em: acesso em: 29 de Maio de 2018.

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

RIBEIRO-FILHO, M. Carta da agricultura. Resultados que alimentam o mundo. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Ano XX. nº4, 2011.

SANTANA, Jaiciclênia da Silva. Formas de potássio e poder tampão potássico em solos com diferentes teores de argila. 2015.

SANTOS, G. C. J. S.; MARQUES, E.G.; SILVA, M. C. CAVALCANTE, T. V.; FERREIRA, J. L. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos Nelore da região norte do Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 34, n. 1, p. 97-101. Maringa, 2012.

SERRAO, E. A. S.; TOLEDO, J. M. The search for sustainability in Amazonian pastures. In: ANDERSON, A. B. (Ed.). Alternatives to deforestation: steps toward sustainable utilizations of Amazon forests. New York: Columbia University, 1990.

SIQUEIRA, G. M. **Modelo baseado na lógica Fuzzy para a avaliação do potencial de erosão dos solos no alto e médio curso da bacia do Rio Macaé, RJ**. Dissertação (Engenharia de Computação) Universidade do Estado do Rio de Janeiro-UERJ. Rio de Janeiro, 2012. 117p.

SIQUEIRA, Josiane Borrasci; MARQUES, Glaucia dos Santos; FRANCO, Fernando Silveira. Construção de Conhecimento Agroecológico Através da Experimentação da Cromatografia de Pfeiffer, uma Análise Qualitativa dos Solos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2017.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. Penetrômetro de impacto IAA/PLANALSUCAR-STOLF; recomendação para seu uso. **Stab**, v. 1, n. 3, p. 18-23, 1983.

TOWNSED, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R.G.A. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ci. Desenv.** v.5, n.10. Belém, 2010.

TEIXEIRA, Leopoldo Brito; DE OLIVEIRA, Raimundo Freire; DA SILVA MARTINS, Paulo Fernando. Ciclagem de nutrientes através da liteira em floresta, capoeira e consórcios com plantas perenes. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, n. 26, p. 19-27, 2015.



TUFFI SANTOS, L. D. et al. Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 343-349, 2004.

VILELA, L. et al. Degradação de pastagens e indicadores de sustentabilidade. **KLUTHCOUSKI, J.; STONE, LF; AIDAR, H. Integração Lavoura- Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão**, p. 105-128, 2003.

VALENTIM, Judson Ferreira; DE ANDRADE, Carlos Mauricio Soares. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia brasileira. **Embrapa Acre-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2009.



ANEXOS

ANEXO A

Figura 8 – Ipê (*Handroanthus serratifolius*).



Fonte: Sementes Caiçara.

Figura 9 – Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou* Aub).



Fonte: Instituto Brasileiro de Florestas.



Figura 10 – Bordão de velho (*Samanea tubulosa*).



Fonte: Arvores do Brasil.

Figura 11 – Amoreira (*Maclura tinctoriae*).



Fonte: Arvores do Brasil.



Figura 12 – Roxinho (*Platymiscium floribundum*).



Fonte: Ângelo Rosa Ribeiro.

Figura 13 – Comparações em área sombreada, não sombreada com diferentes profundidades através da cromatografia de Pfeiffer da espécie Amoreira (*Maclura tinctoriae*) no período de estiagem (A) e período chuvoso (B).

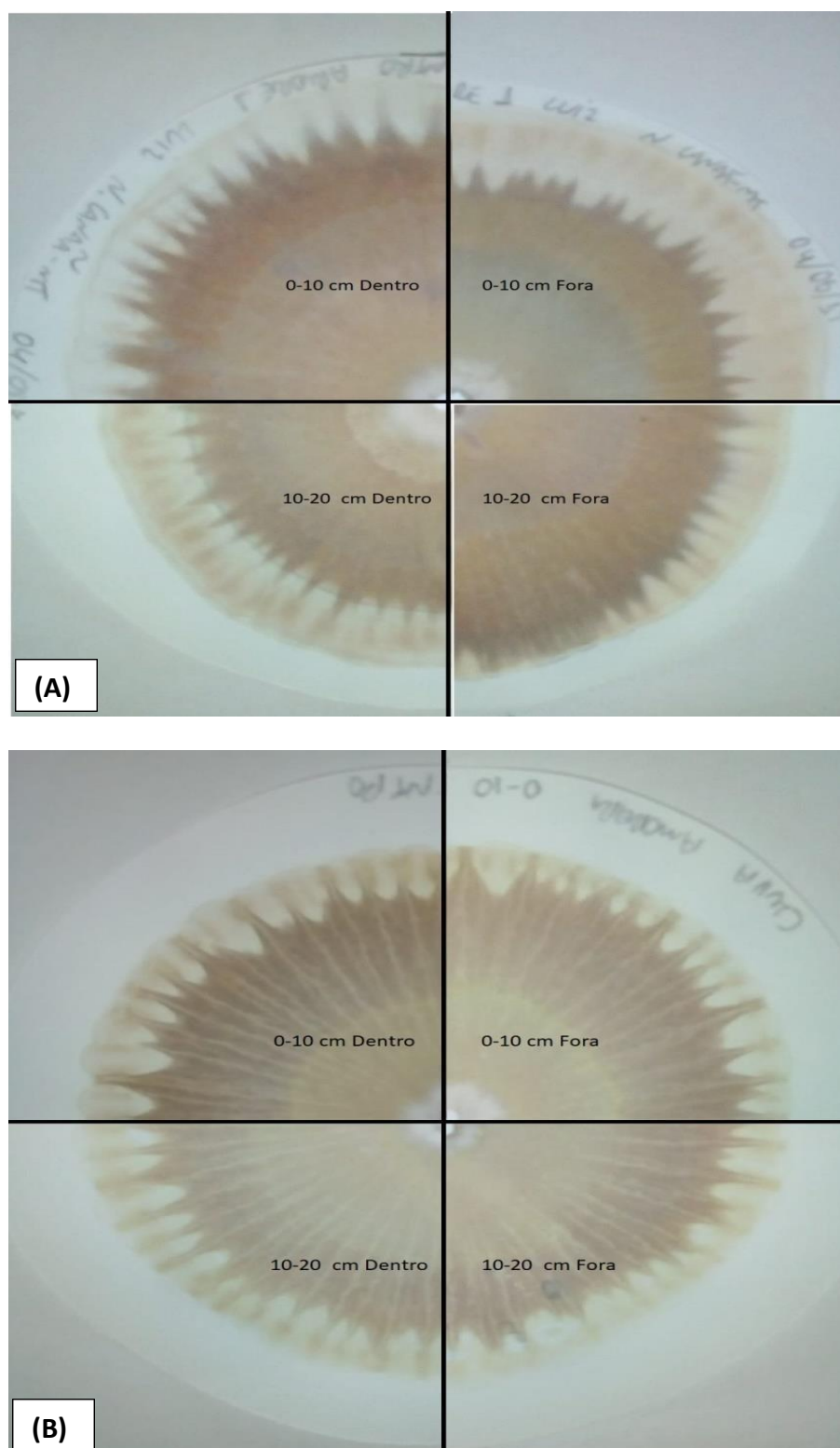


Figura 14 – Comparações em área sombreada, não sombreada com diferentes profundidades através da cromatografia de Pfeiffer da espécie Bordão de velho (*Samanea tubulosa*). no período de estiagem (A) e período chuvoso (B).

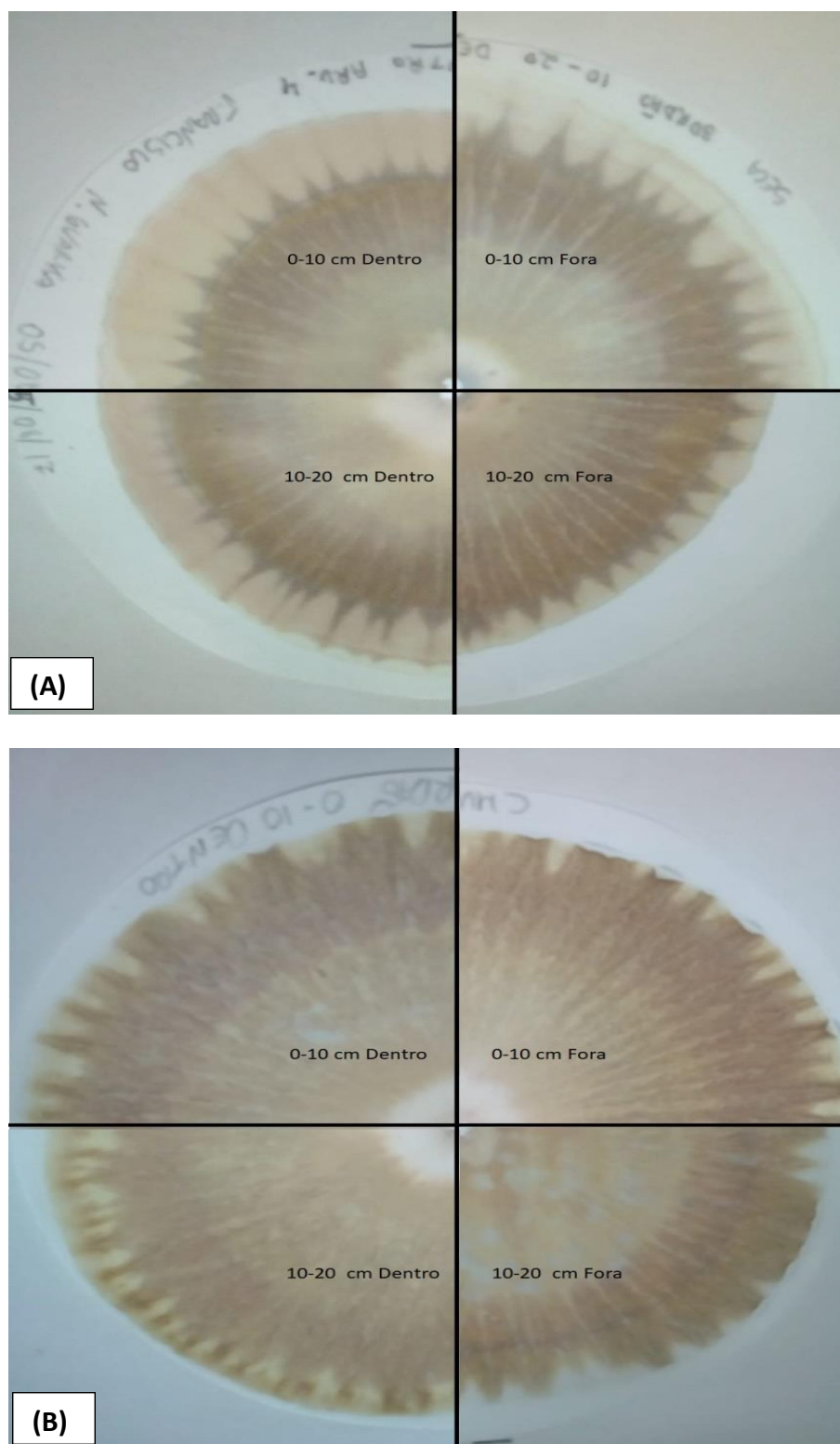


Figura 15 – Comparações em área sombreada, não sombreada com diferentes profundidades através da cromatografia de Pfeiffer da espécie Ipê (*Handroanthus serratifolius*) no período de estiagem (A) e período chuvoso (B).

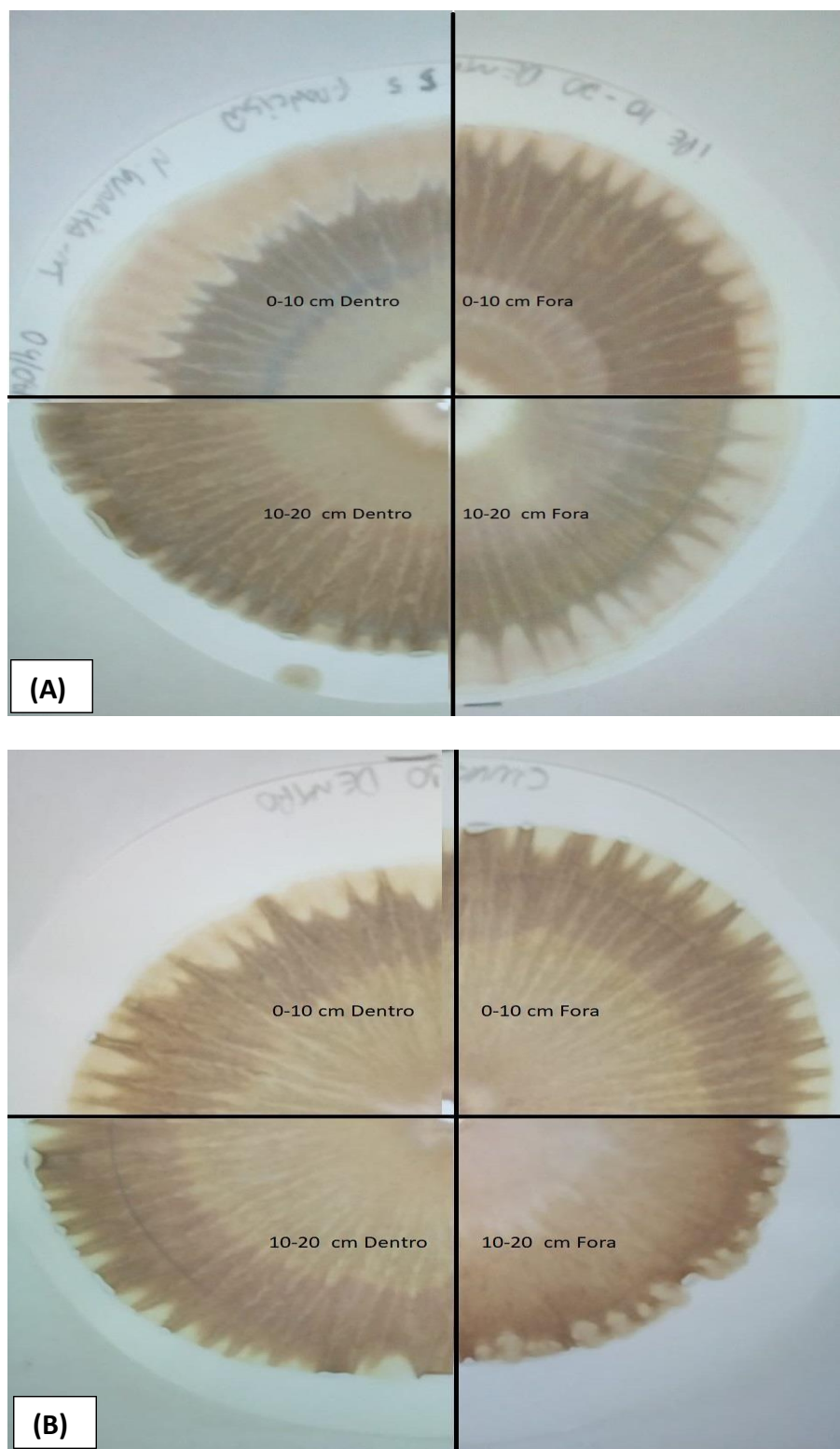


Figura 16 – Comparações em área sombreada, não sombreada com diferentes profundidades através da cromatografia de Pfeiffer da espécie Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou* Aub) no período de estiagem (A) e período chuvoso (B).

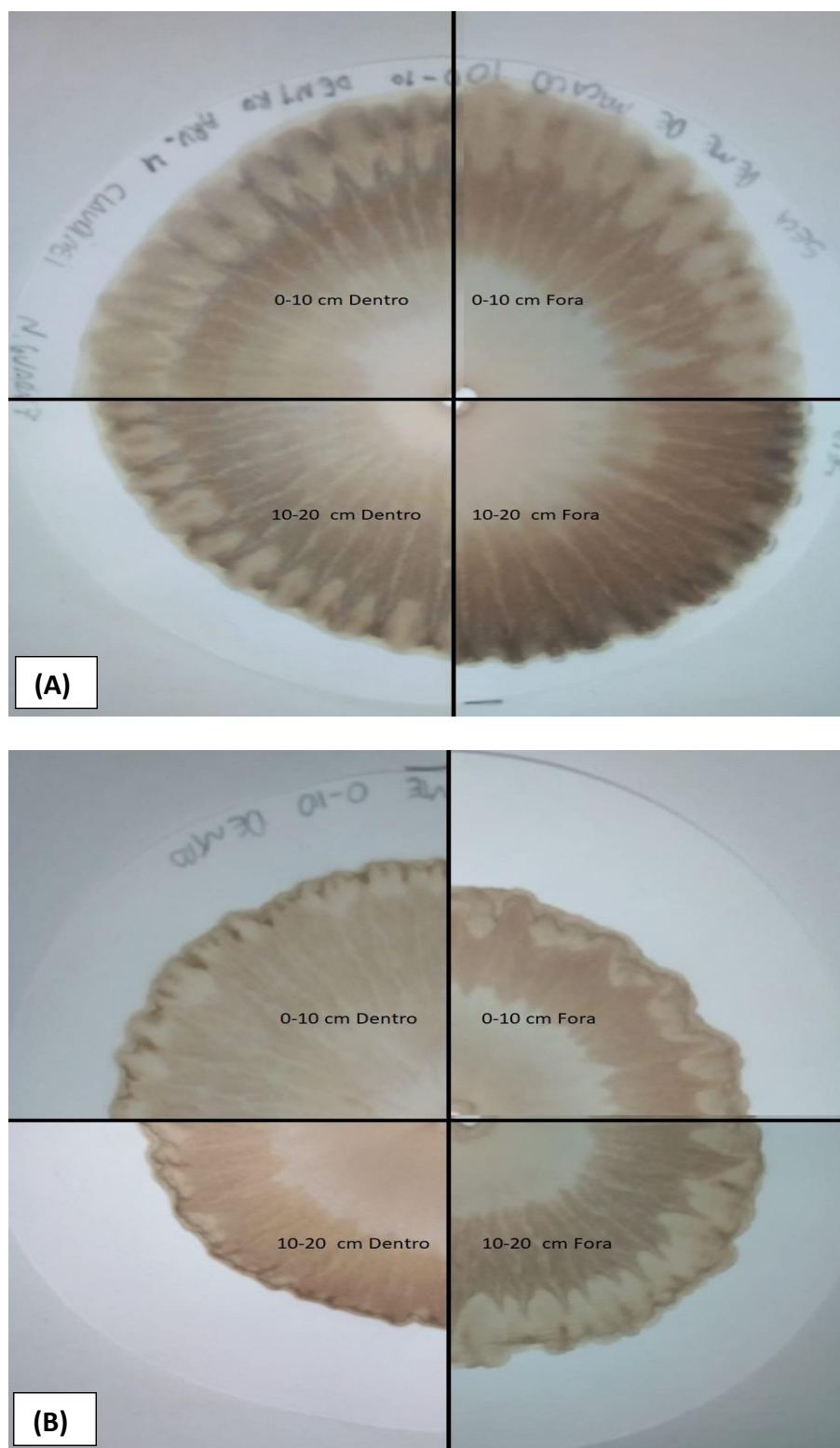




Figura 17 – Comparações em área sombreada, não sombreada com diferentes profundidades através da cromatografia de Pfeiffer da espécie Roxinho (*Platymiscium floribundum*) no período de estiagem (A) e período chuvoso (B).

