

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

Uso de Biossólido e *Moringa Oleífera Lamarck* em Sistema
Silvipastoril como Alternativa na Recuperação de Pastagem
Degradada

Autora: Rafaela Thais Benedito Alves

Orientador: Rodrigo Gonçalves Mateus

Co-orientador: Denilson de Oliveira Guilherme

"Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco - Área de concentração: "Sustentabilidade Ambiental e Produtiva Aplicada a Saúde, Ambiente e Sustentabilidade"

Campo Grande

Mato Grosso do Sul

Março/2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Católica Dom Bosco
Bibliotecária Mourâmise de Moura Viana - CRB-1 3360

Alves, Rafaela Thais Benedito

Uso de biofóssido e Moringa Oleífera Lamarck em sistema Silvipastoril como alternativa na recuperação de pastagem degradada/ Rafaela Thais Benedito Alves sob orientação do prof. Dr. Rodrigo Gonçalves Mateus e Co-orientação do Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme. -- Campo Grande, MS : 2021.

90 p.; il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande-MS, 2021

Inclui bibliografias

1. Nutrição animal - Sustentabilidade agropecuária - Alimento alternativo. 2. Sistema silvipastoril. I. Mateus, Rodrigo Gonçalves. II. Guilherme, Denilson de Oliveira. III. Título.

CDD: Ed. 21 -- 636.0852

Uso de Biossólido e *Moringa oleifera* Lamarck em Sistema Silvipastoril como Alternativa na Recuperação de Pastagem Degradada.

Autora: Rafaela Thais Benedito Alves

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Gonçalves Mateus

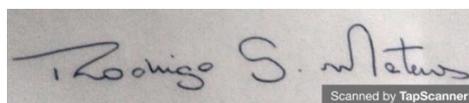
Coorientador: Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária

Área de Concentração: Sustentabilidade Ambiental e Produtiva

APROVADA em 02 de março de 2021.

A presente defesa foi realizada por webconferência. Eu, Rodrigo Gonçalves Mateus, como presidente da banca assinei a folha de aprovação com o consentimento de todos os membros, ainda na presença virtual destes.



Scanned by TapScanner

Prof. Dr. Rodrigo Gonçalves Mateus (orientador) – UCDB Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme
(coorientador) – UCDB

Prof. Dr. Jayme Ferrari Neto – UCDB

Prof. Dr. Rogério Gonçalves Mateus – PLANTEC

*Entrega o teu caminho ao Senhor; confia Nele, e Ele tudo fará.
Salmos 37:5*

A minha Mãe, minha Rainha, meu tudo. Eu te amo!

AGRADECIMENTO

Agradeço imensamente a Deus, por mais essa benção. A frase “lembro do dia que orei por coisas que tenho hoje” nunca fez tanto sentido.

A minha família que sempre me ajudou e incentivou a trilhar o caminho dos estudos e a lutar pelos meus sonhos.

Principalmente a minha mãe, minha rainha, que sempre sonhou junto comigo (as vezes até mais), nunca deixou faltar amor, incentivo, carinho, entre tantas outras coisas. Sou eternamente grata por tê-la em minha vida.

Ao meu esposo Paulinho, que esteve ao meu lado durante esse processo com todo amor, carinho e paciência.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Rodrigo Gonçalves Mateus e Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme que sempre me ensinaram profissionalmente e pessoalmente, alimentaram minha paixão e o gosto pela pesquisa e sobretudo compartilharam seus conhecimentos comigo, me tornando uma profissional e uma pessoa melhor.

Aos professores doutores, Paulo Henrique Braz e Cláudia Honorato, por terem me iniciado na pesquisa e por serem os incentivadores dessa minha trajetória, serei sempre grata por todo carinho e ensino que me dedicaram.

Aos colegas do ETERNO B007, que me acompanharam durante a pesquisa, sem vocês seria impossível concluir NOSSA pesquisa. Em especial as minhas “moringueiras” Pâmela Fernanda Carvalho Martins e Jessica Thais Gabe e ao Sebastião Lucas (Tião).

A todos os colaboradores da Fazenda Escola Lagoa da Cruz, que sempre estiveram disponíveis e sempre nos auxiliaram com toda dedicação e carinho. Aos colaboradores do BioSSaúde, pois não mediram esforços para que esse projeto fosse finalizado. E a Daiane e a Camila do programa de pós-graduação pelo carinho e ajuda de sempre.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos durante o período de mestrado.

E a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desse projeto.

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
REVISÃO BIBLIOGRAFICA	4
Degradação Pastagens.....	4
Recuperação de Pastagens Degradadas	6
Uso de Leguminosas no sistema silvipastoril para a Recuperação de Pastagens Degradadas	7
Moringa (Moringa Oleifa Lamark).....	10
Uso de biossólido no processo de recuperação de pastagens	11
Esgoto Sanitário	12
Cenário nacional de coleta e tratamento de esgoto sanitário	12
Tratamento do Esgoto Sanitário	14
Lodo de Esgoto Sanitário.....	16
Tratamento do Lodo de Esgoto	16
Composição do Lodo de Esgoto	17
Contaminantes do Lodo de Esgoto.....	17
Nutrientes presentes no Biossólido	19
Destinação Final do Lodo de Esgoto	19

Resolução CONAMA n° 375/2006	21
Uso do Lodo de Esgoto na Agricultura.....	21
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPÍTULO 1	36
Produção e qualidade da <i>Urochloa decumbens</i> em função da densidade populacional da <i>Moringa oleífera</i> e adubação com biossólido	36
Resumo:.....	36
Palavra-Chave:	37
Productive and qualitative characteristics of pastures (<i>Urochloa decumbens</i>) in a silvopastoral system using <i>Moringa oleífera lamark</i> and biosolid	37
Abstract:.....	37
Keyword:	38
INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
CAPÍTULO 2	57
Qualidade nutricional da <i>Moringa oleífera</i> em sistema silvipastoril utilizando biossólido	57
Resumo:.....	57
Palavra-chave:	57
Chemical-bromatological composition and in vitro digestibility of oil Moringa using biosolids in silvopastoral system	58
Abstract:.....	58
Keywords:	58
INTRODUÇÃO	58
MATERIAL E MÉTODOS.....	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Limites máximos de concentração de metais pesados conforme CONAMA 375/2006.....	18
Tabela 2 - Limites máximos de concentração de agentes patogênicos conforme a classe do composto.....	19
Tabela 3 - Análise de solo inicial nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm na área de pastagem degradada (<i>Urochloa decumbens</i>) e bio sólido utilizado como fonte de adubação.....	42
Tabela 4 - Produção de matéria verde e matéria seca total, porcentagens de folhas, colmos e material morto em pastagem de <i>Urochloa decumbens</i> com diferentes tipos de adubo e diferentes densidades de plantio de <i>Moringa</i> em sistema silvipastoril ...	46
Tabela 5 - Análise químico-bromatológica da <i>Urochloa decumbens</i> com diferentes tipos de adubo e diferentes densidades de plantio de <i>Moringa</i>	49
Tabela 6 - Composição químico-bromatológica da <i>Moringa Oleifera</i> Lamark com diferentes densidades de plantio e adubos	66
Tabela 7 - Digestibilidade in vitro da <i>Moringa Oleifera</i> Lamark com diferentes densidades de plantio e tipos de adubos.	68

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Grau de degradação das pastagens brasileiras e sul-matogrossenses	5
Figura 2 - Coleta e Tratamento de esgoto sanitário no Brasil e no estado de Mato Grosso do Sul, no ano de 2017.....	13
Figura 3 - Crescimento de redes de esgotos e do tratamento de esgoto no Brasil e no Centro Oeste, de 2010 a 2018.	14
Figura 4 – Fases do tratamento de esgoto sanitário	15
Figura 5 – Croqui da área experimental	41
Figura 6 – Croqui área experimental – Folha de Moringa	62

LISTA DE ABREVIações

ANA – Agencia Nacional de Águas

BSA - biomassa seca da parte aérea

BST - biomassa seca total

C -Carbono

Ca²⁺ - Calcio

Cd - Cádmo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

Cr - Cromo

CTC - Capacidade de Troca de Cátions

Cu - Cobre

DIV – Digestibilidade *in vitro*

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

FDA – Fibra Detergente Ácida

FDN – Fibra Detergente Neutro

Fe - Ferro

G – Gramas

Ha⁻¹ – hectare

IPF – Integração Pecuária Floresta

K⁺ - Potássio

K₂O - óxido de potássio

Kg – Quilogramas

LE – Lodo de Esgoto

m – metros

Mg – Miligramas

Mg²⁺ - Magnésio

Mn - Manganês

MS – Matéria Seca

N - Nitrogênio

P - Fósforo

P₂O₅ - Pentóxido de fósforo

Pb - Chumbo

PB – Proteína Bruta

pH - Potencial Hidrogeniônico

PRAD - Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas

S – Enxofre

t – Toneladas

T - Tratamento

Zn - Zinco

RESUMO

A pecuária ocupa lugar de destaque na economia brasileira, principalmente a bovinocultura de corte e leite, sendo que o sucesso desse setor é primordial para o crescimento do país. As pastagens são a principal fonte alimentar dos bovinos, porém mais da metade encontra-se com algum grau de degradação, por isso a recuperação dessas áreas e a busca por alimentos alternativos vem sendo estudada a fim de maximizar a produtividade do setor pecuário. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do biofertilizante e do plantio de *Moringa oleífera Lamarck* em Sistema Silvopastoril visando a recuperação de pastagem degradada além do seu potencial de uso na nutrição animal. Os estudos foram desenvolvidos na base de pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco, Fazenda Lagoa da Cruz, município de Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul. Sendo composto por uma área de dois (02) hectares de pastagem degradada de *Urochloa decumbens* onde foi implantado o sistema silvipastoril com a leguminosa arbórea *Moringa oleífera* como componente arbóreo, a área foi submetida a diferentes densidades do plantio de *Moringa* em fileira simples, fileiras duplas e sem planta, assim como a diferentes tipos de adubações (adubo químico, biofertilizante e sem adubação). No capítulo 1, foi avaliada a produtividade e a qualidade nutricional das pastagens de *Urochloa decumbens* em processo de recuperação através do sistema silvipastoril utilizando a leguminosa arbórea *Moringa oleífera* e adubação com biofertilizante, avaliando-se a produção de forragem e a composição bromatológica. No capítulo 2, avaliou-se os teores químicos-bromatológicos e a digestibilidade *in vitro* da *Moringa oleífera lamark* produzida sob diferentes densidades de plantio e tipos de adubo. Os resultados do estudo 1, demonstram que o uso de adubo

químico e Moringa em fileira simples são as melhores alternativas para recuperação de pastagem no primeiro ano de implantação do sistema Silvopastoril. Para o segundo estudo, pode-se concluir que com o plantio de Moringa em fileira dupla com adubo químico, tem-se uma melhor qualidade nutricional para a planta, maximizando os ganhos na nutrição de animal.

Palavras-chave: Alimento Alternativo, Integração Pecuária-Floresta, Lodo de Esgoto.

ABSTRACT

Livestock ranks prominently in the Brazilian economy, especially beef cattle and milk, and the success of this sector is essential for the country's growth. Pastures are the main food source for cattle, but more than half are with some degree of degradation, so the recovery of these areas and the search for alternative foods has been studied to maximize the productivity of the livestock sector. In this context, the objective of this work was to evaluate the effect of the biosolid and the planting of *Moringa oleifera* Lamarck in the Silvopastoral System aiming at the recovery of degraded pasture beyond its potential for use in animal nutrition. The studies were developed in the research base of the Catholic University Dom Bosco, Fazenda Lagoa da Cruz, municipality of Campo Grande, State of Mato Grosso do Sul. It consists of an area of two (02) hectares of degraded pasture of *Urochloa decumbens* where it was implanted the silvopastoral system with the tree legume *Moringa oleifera* as a tree component, the area was submitted to the different density of *Moringa* planting in a single row, double rows and without plant, as well as to different types of fertilizers (chemical fertilizer, biosolid and without fertilization). In chapter 1, the productivity and nutritional quality of the *Urochloa decumbens* pastures in the process of recovery through the silvopastoral system using the tree legume *Moringa oleifera* and fertilization with biosolids were evaluated, evaluating the forage production and bromatological accommodation. In chapter 2, the chemical-bromatological contents and in vitro digestibility of the *Moringa oleifera* Lamark produced under different planting densities and types of fertilizer were evaluated. The results of study 1 demonstrate that the use of chemical fertilizer and *Moringa* in a single row are the best alternatives for pasture recovery in the

first year of implantation of the Silvipastoril system. For the second study, it can be concluded that with the planting of Moringa in a double row with chemical fertilizer, there is better nutritional quality for the plant, maximizing the gains in animal nutrition.

Keywords: Alternative Food, Livestock-Forest Integration, Sewage Sludge.

INTRODUÇÃO

As áreas com pastagens degradadas são um dos maiores gargalos da produtividade da bovinocultura brasileira, já que a maior parte do rebanho nacional é criado a pasto, o qual é utilizado como a principal fonte nutricional do rebanho. Cerca de 100 milhões de hectares de pastagens estão degradadas no Brasil, acarretando menor produtividade de matéria verde, maior tempo de reestabelecimento pós pastoreio, entre outros fatores que potencializam as perdas do setor (Dias-Filho, 2014). A principal causa de degradação é o manejo inadequado da forrageira, falta de conservação e exaustão da fertilidade do solo (OLIVEIRA, 2007).

O procedimento para recuperação de áreas degradadas, porém é um processo lento e difícil, e está relacionado à capacidade de restabelecimento do solo, principalmente às suas propriedades físicas, sendo necessária a escolha de plantas com boa capacidade de crescimento e desenvolvimento nesses ambientes degradados, bem como o uso de práticas de manejo do solo que favoreçam sua recuperação (BEZZERA et al, 2006 ; ALVES et al, 2007).

Várias tecnologias e fontes de matéria orgânica também tem sido utilizada com o objetivo de recuperação de áreas degradadas, o bio sólido é uma delas, revelando-se como uma alternativa viável. O uso agrícola do lodo de esgoto ou o bio sólido como adubo orgânico é considerado como a alternativa mais promissora de disposição final desse resíduo, principalmente na recuperação de áreas de pastagens degradadas (CAMPOS E ALVES, 2008). O bio sólido tem-se revelado um importante insumo agrícola, de interesse na recomposição de solos degradados, bem como na fertilização das culturas, de preferência aquelas que não são de consumo direto pelos seres humanos. A aplicação desses

materiais orgânicos em áreas degradadas traz benefícios nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (ALVES et al, 2007).

A integração pecuária-floresta é uma alternativa que também favorece a recuperação de áreas degradadas, principalmente com o consórcio de leguminosas arbóreas que realizam a simbiose com bactérias fixadoras de N atmosférico, adicionando esse elemento ao solo, potencializam a reciclagem dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo (SILVA et al, 2013), assim o processo de recuperação natural do solo é potencializado (RESENDE et al, 2013).

Sendo assim, o uso da *Moringa oleífera L.* no consórcio com pastagens degradadas traz benefícios, pois se trata de uma leguminosa arbórea com capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico do ar, incorporá-lo na planta e, posteriormente, transferir esse nutriente para a gramínea que está na área. Além disso a biomassa produzida pela *Moringa* pode ser utilizada na alimentação animal, sendo uma opção de forragem fresca para ovinos, caprinos, coelhos, aves e vacas leiteiras (VIEIRA et al, 2018).

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o emprego de biossólido e do plantio da leguminosa *Moringa oleífera Lamarck* no sistema Integração Pecuária Floresta visando a recuperação de uma área de pastagem degradada.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do bio-sólido e do plantio de *Moringa oleífera Lamarck* em Sistema Silvopastoril visando a recuperação de pastagem degradada e seu potencial nutricional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição químico-bromatológica e a produtividade da pastagem de *Urochloa decumbens* em um sistema silvipastoril utilizando *Moringa oleífera lamark* e bio-sólido;
- Determinar a composição químico-bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da *Moringa Oleífera Lamark* em um sistema silvipastoril utilizando diferentes densidades de plantio e bio-sólido;

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Degradação Pastagens

A pecuária brasileira conta com o maior rebanho bovino do mundo, é o maior exportador de carne e o sexto maior produtor de leite, sendo assim um dos setores mais importantes do agronegócio e para a economia do país. Apesar de ser um setor de destaque a bovinocultura conta com uma baixa produtividade devido a falta de investimento em tecnológica e a baixa de lotação das pastagens (DIAS-FILHO, 2011).

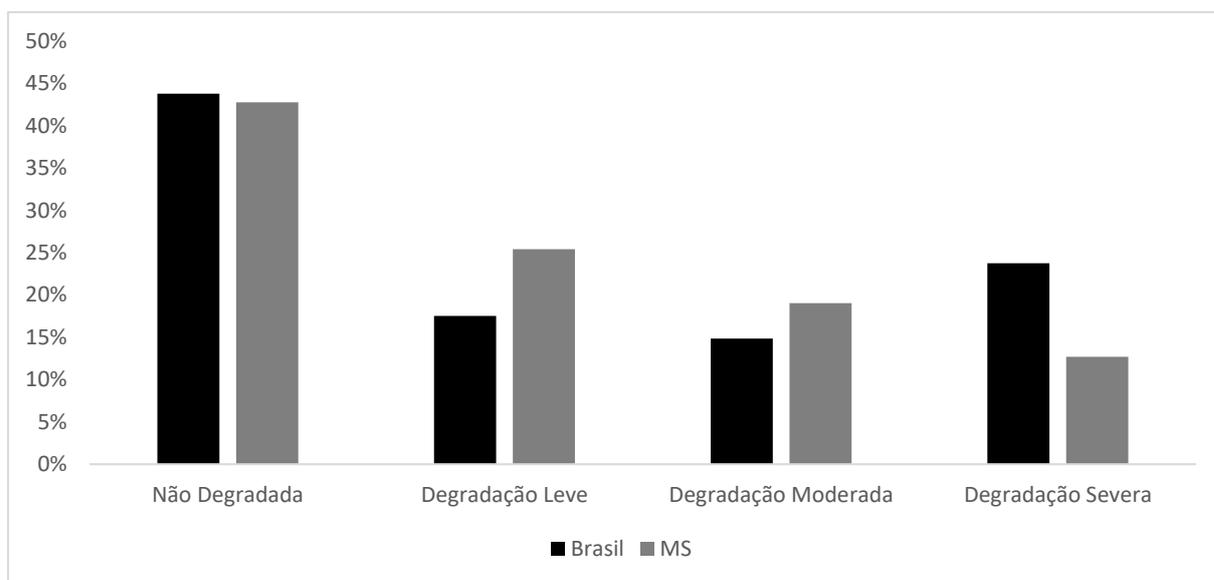
A criação de bovinos no Brasil em sua grande maioria utiliza sistemas extensivos, tendo como base alimentar o pasto (PEREIRA et al, 2013), sendo assim pastagens de alta produtividade e qualidade é essencial para o sucesso da atividade. A maior parte das pastagens brasileiras são formadas por espécies oriundas da África como os gêneros *Urochloa*, *Panicum* e *Andropogon*, esses gêneros são prediletos por serem resistentes ao período seco e pela baixa exigência de nutrientes no solo (MACEDO et al, 2000).

Em 2018 a área ocupada por pastagens no Brasil era de 180.890.097 hectares, correspondente a 21,28% do território brasileiro, deste total 94.851.837 hectares são de pastagens degradada, sendo assim 56,17% das pastagens brasileiras encontram-se com baixo potencial produtivo. No Mato Grosso do Sul a área total de pastagem é de 15.958.039 hectares, sendo que 57,2% dessas pastagens apresentam algum grau de degradação (LAPIG, 2018). Nesse cenário

um dos maiores impasses da pecuária brasileira é a degradação das pastagens, gerando uma menor rentabilidade para o setor (OLIVEIRA et al, 2015).

Na Figura 1 estão demonstrados o grau de degradação das pastagens brasileiras e sul-matogrossenses.

Figura 1 – Grau de degradação das pastagens brasileiras e sul-matogrossenses



Fonte: LAPIG, 2018.

O processo de degradação das pastagens pode ser caracterizado pela diminuição do vigor, produtividade e qualidade das plantas, perda da capacidade de recuperação, suscetibilidade a pragas, doenças e plantas daninhas (DIAS-FILHO, 2011; LUPATINI et al, 2006). Dentre as principais causas da degradação de pastagens podemos citar o manejo inadequado da forrageira, falta de conservação do solo e exaustão da sua fertilidade, assim como ausência da reposição de nutrientes e intempéries climáticas (SANTOS et al, 2002; OLIVEIRA, 2007).

Recuperação de Pastagens Degradadas

A recuperação de pastagens degradadas é de extrema importância ambiental, pois diminui a necessidade de expansão de áreas de pastagens, minimizando assim a destruição das áreas de preservação ambiental, outro fator ambiental importante é que aumentando a produtividade há a diminuição da emissão de gases do efeito estufa por animal, sendo assim o setor se torna melhor do ponto de vista produtivo e ambiental (ANDRADE, et al, 2016).

Para iniciar o processo de recuperação de pastagens é necessário um diagnóstico prévio da situação da área e uma análise para determinar qual a melhor forma de recuperação, dentre as mais utilizadas podemos destacar as formas direta e indireta. A recuperação direta é utilizada em pastagens com menor grau de degradação e consiste na utilização de métodos mecânicos e químicos (adubação e calagem). Já a indireta é recomendada para áreas com degradação mais acentuada por meio do consórcio entre pastagem e outra cultura, assim como os sistemas silvipastoris (RIBEIRO et al, 2007; NARANJO et al, 2012; AGUIRRE et al, 2014).

Visando a diminuição da emissão de gases do efeito estufa (GEE) no setor agropecuário o governo criou o Plano Setorial de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC) que tem como objetivo estimular o uso de forrageiras apropriadas, tornar as pastagens degradadas produtivas e evitar a degradação de novas áreas de pastagem, o plano conta com sete programas, dos quais seis são de mitigação, dentre eles os Sistemas Agroflorestais (SAF's) (BRASIL, 2012).

Os sistemas agroflorestais associam a produção agrícola e o plantio de espécies arbóreas, as quais são utilizadas para reflorestamento e melhoramento da área degradada, sendo assim esses sistemas mantêm a produtividade da área e a recupera pela interação dos componentes e melhorias na qualidade do solo (TORRES, 2015).

O uso de fertilizantes para a recuperação das pastagens gera uma boa reposição de nutrientes ao solo, porém o investimento financeiro é muito alto, tornando-se muitas vezes inviável ao produtor, sendo assim sistemas que

proporcionam recuperação da área com menor custo ou melhor custo benefício vem destacando-se como o uso dos SAF's, pois faz a recuperação da área e a mantém produzindo (BARCELLOS et al, 2008 PAULINO & LEONEL, 2014).

Uso de Leguminosas no sistema silvipastoril para a Recuperação de Pastagens Degradadas

Uma das estratégias utilizada em um projeto de recuperação de áreas de pastagens degradadas é o consórcio com leguminosas arbóreas que se mostra como boa alternativa para melhora dessas áreas, pois além de fixar nitrogênio, tem efeitos positivos na fertilidade como a reciclagem dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo (SILVA et al, 2013). O uso de leguminosas na recuperação de áreas degradadas é uma técnica com aplicação em diversos ambientes e objetiva criar condições para acelerar o processo de recuperação natural do ecossistema (RESENDE et al, 2013).

De acordo com Bertoni & Lombardi Neto (2008) o uso de leguminosas é uma prática recomendada para recuperação de áreas degradadas, pois as leguminosas arbóreas diminuem a força das enxurradas, protegendo o solo da erosão. Outro grande benefício do seu uso é pela capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico em simbiose com *Rhizobium* e a baixa relação Carbono e nitrogênio, permitem a decomposição e liberação de nutrientes para a cultura em consócio (CERETTA et al, 1994).

A implantação de sistema Integração Pecuária Floresta (IPF) traz algumas vantagens e vem-se mostrando como uma alternativa viável de produção para recuperação de áreas de pastagem degradadas, como também na reforma ou renovação dos pastos e aumento de produtividade, gerando benefícios econômicos, sociais ambientais. Alguns destes benefícios, listados por Ibrahim et al, (2001) e Pagiola et al, (2004) são a conservação e a melhoria da condição física e biológica do solo, a conservação dos recursos hídricos, a promoção do sequestro de carbono e o aumento na biodiversidade.

Estas características viabilizam o seu uso na elaboração dos Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) e em programas de

reflorestamento, silvicultura, sistema silvipastoris (CASTRO, 2017). O cultivo das árvores foi comprovado em programas de reflorestamento, proteção e fertilização do solo, pois traz muitos nutrientes ao solo, além de protegê-lo de fatores externos como erosão e perda de água, além disso tem fácil propagação sexuada ou assexuada, pode ser cultivada em solos de baixa fertilidade e com escassez de chuva, já que essas plantas demonstram habilidade de sobreviver em condições adversas e em solos marginais, o que representa uma vantagem para o cultivo nos mais diversos ambientes (RADOVICH, 2011).

Dentre esse cenário, algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o uso de leguminosas para a recuperação de pastagens e melhoria na qualidade do solo, porém a grande maioria relata o uso de leguminosas anuais e pouco fala-se das leguminosas perenes. Dentre os estudos de ambas as leguminosas, podemos destacar os descritos abaixo.

FREITAS et al, (2013) analisou o aporte de serapilheira e de nutrientes no solo, através de dois tratamentos: T1: milho (*Zea mays*) + eucalipto (híbrido – *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) + acácia (*Acacia mangium*) + braquiária (*Brachiaria decumbens*); e o sistema 2: milho + eucalipto + braquiária, o plantio também foi modificado em diferentes parcelas, sendo utilizados 1, 3 e 6 metros entre as plantas.

Após 36 meses a serapilheira e a pastagens começaram a ser coletadas mensalmente durante 1 ano e submetidas a avaliação de produtividade e o teor de nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S. Exceto o P, todos outros nutrientes tiveram maior deposição nos tratamentos em sistemas sistemas agrossilvipastoris, com destaque para os tratamentos com o plantio de acácia que promoveu maior deposição de N no solo, mostrando que a espécie leguminosa aumenta a produção de serapilheira e de nutrientes no solo, sendo mais eficiente na recuperação e manutenção de pastagens degradadas.

DIEHL et al, (2014) avaliaram três diferentes sistemas agrossilvipastoris: capim elefante (CE) + azevém (AZ) + espécie de crescimento espontâneo (ECE), CE + AZ + ECE + amendoim forrageiro (AM) e a terceira CE + AZ + ECE + trevo vermelho (TV). Foram coletadas amostras de pastos simulando o pastejo para determinar os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS) e da matéria orgânica (DISMO).

Sendo assim, o uso de leguminosas em ambos os sistemas acarreta no menor valor nutritivo da pastagem, pois resultaram em maiores teores de PB e DISMO, e menor teor de FDN.

O estudo realizado por PAGORARO et al, (2014), mostra que o cultivo de *Acacia mangium* e o aumento do tempo de cultivo do eucalipto proporcionam ao solo maior estoque de C e N nas frações lábeis e estáveis, os valores ficam próximos aos valores de mata nativa, mostrando assim que o uso dessas espécies arbóreas melhoram a qualidade do solo.

PEREIRA et al, (2015) avaliaram o ganho de peso de bovinos de corte, em capim Marandú associado com amendoim forrageiro e capim Marandú recebendo uma adubação com 120 kg de N ha⁻¹. Tendo a conclusão, que a adubação pode ser substituída pela associação com o amendoim forrageiro, sem haver alteração no ganho de peso dos animais.

Segundo CALAZANS et al, (2016), as estirpes de rizóbios da *Cratylia argentea*, otimizou a incorporação de biomassa e nutrientes em sistemas produtivos no cerrado.

HIRAI et al, (2015), avaliaram ganho de peso de novilhos levando em consideração o uso de pastagem de aveia branca, consorciado com a leguminosa ervilhaca (*vica sativa*) e com suplementação energética. Os resultados utilizando suplementação energética foram superiores, porém o uso de pastagem consorciada com leguminosa mostrou-se relevante, trazendo bons resultados quando avaliado ao uso apenas da pastagem, e sendo uma boa alternativa para minimizar custos, quando a suplementação se torna de alto valor.

O consorcio entre gramíneas do gênero *Cynodon* (cv. tifton 85 e coastcross) com *Arachis pintoii* (amendoim forrageiro), foi avaliado quanto ao seu valor nutritivo por FIORELI et al, (2018), sendo concluído que o uso de leguminosas associados a gramíneas reduz o teor fibroso e aumenta o teor de proteína bruta da pastagem.

A avaliação das propriedades físicas do solo contendo capim tanzânia (*Megathyrsus maximus*), adubado com nitrogênio mineral ou consorciado com a leguminosa estilosantes 'Campo Grande' (*Stylosanthes* spp.) mostrou que a

pastagem associada a leguminosa é uma alternativa viável para manutenção e melhoramento das condições físicas do solo (FERREIRA et al, 2018).

MUIR et al, (2019), fizeram uma avaliação dos conhecimentos relacionados ao uso de leguminosas em áreas de pastagens da Caatinga e concluíram que o uso de leguminosas aumenta os níveis de proteína bruta das pastagens, assim como o nitrogênio, favorecendo a recuperação de áreas degradadas.

Moringa (Moringa Oleifa Lamark)

A *Moringa oleífera L.* é uma leguminosa forrageira que contribui para recuperação de áreas de pastagens degradadas, já que ela tem a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico do ar e incorpora-lo no interior da planta, assim como uma posterior transferência para as gramíneas que estão na área. Além de recuperação de áreas degradadas tem a capacidade de produzir grande quantidade de biomassa que se pode usar na alimentação animal.

Originária do nordeste indiano, pertence à família Moringaceae (SGOBI et al, 2015), ordem Papaverales, gênero *Moringa*, contém quatorze espécies, sendo que a mais conhecida e cultivada é a *Moringa Oleífera Lamark* (FAHEY, 2005; ANWAR et al, 2007).

É uma planta arbórea, de crescimento rápido (ALMEIRA et al, 2017), com boa adaptação a solos e climas áridos (OLSON & FAHEY, 2011), assim como a seca. Apresenta reprodução cruzada, sua multiplicação ocorre por sementes ou muda (VASCONCELOS et al., 2009).

No Brasil é conhecida como lírio branco e/ou quiabo-de-quina (ALVES et al, 2005), é utilizada para o tratamento de água, assim como para a produção de óleo, madeira, papel, combustível, é utilizada também como planta medicinal e como fonte de alimento assim como em sistemas agroflorestais (SANTOS et al, 2011).

No cenário agrícola a moringa tem alto valor, pois associa-se aos organismos do solo, contribuindo para um sistema sustentável do agrossistema. Essa associação propicia a ciclagem de nutrientes, aumenta os teores de matéria orgânica do solo, melhora a estrutura do solo, assim como aumenta a

concentração dos nutrientes do solo e a forma como as plantas o utilizam (EMMANUEL et al, 2011), fatores esses benéficos para a obtenção de sistemas agrícolas mais sustentáveis (FAO, 2010).

Uso de biossólido no processo de recuperação de pastagens

O uso de resíduos orgânicos pode substituir a utilização de adubos químicos, diminuindo os altos custos com esses adubos (Silva et al, 2012). A adubação orgânica melhora a qualidade física e biológica do solo, aumenta a retenção de água, fornece nutrientes ao solo, garantindo a nutrição das plantas (TRANI, et al, 2013).

Visto isso, o uso de lodo de esgoto como fonte de adubo orgânico é benéfico para a recuperação de pastagens, já que esse resíduo fornece uma ampla gama de macro e micro nutrientes ao solo e as plantas, aumentando a produtividade dessas, aumenta a CTC do solo e sua agregação de partículas, aumentando assim a aeração do solo (SILVA et al, 2010; PRADO & CUNHA, 2011). Além dos benefícios ao solo o uso do lodo de esgoto diminui a necessidade do uso de adubos químicos e de sua extração, aumentando assim os benefícios financeiros e ambientais (DYNIOA et al, 2006; MATOS & MATOS, 2016).

Ha uma escassez de dados do uso de biossólido como fonte de adubação para pastagens, sendo assim pesquisas relacionadas a esse tema são de suma importância para o entendimento e melhoramento dessa utilização. Alguns dados obtidos nos últimos anos estão listados á baixo.

O uso do biossólido como fonte de adubo foi avaliado na implantação da *Urochloa brizantha* cv. Marandu por RESENDE JÚNIOR (2015) que concluiu que o uso do biossólido deve ser associado a adubação mineral para obtenção de melhores resultados (número de perfilhos, altura, clorofila a e b, massa seca e fresca, área foliar e teor foliar do capim Marandú), pois quando avaliados separadamente os adubos minerais demonstram melhores resultados.

RESENDE JÚNIOR (2015), relatou também que o uso do biossólido calcado na implantação de pastagens, demonstra propriedades corretivas do solo a curto prazo, já que o mesmo aumenta os níveis de pH e porcentagem de saturação de base do solo.

NEVES (2017), avaliou o uso de biossólido como fonte de adubação para o capim Elefante, levando em consideração a produção e ganho energético da pastagem, contaminação do solo, ganhos físico-químico do solo e emissão de gases. Os dados obtidos nesse estudo mostram que a produção de pastagem utilizando biossólido é similar ao uso de fertilizante químico, assim como não há alteração no ganho energético para seu uso na nutrição animal.

Quanto a contaminação do solo, NEVES, (2017) avaliou níveis anormais de nitrogênio, microrganismos patógenos ou metais pesados e a avaliação do ciclo de vida (ACV) mostrou que os tratamentos com biossólido produziram 32,4% a menos de CO₂eq. Demonstrando assim que o uso de biossólido como fonte de adubação para o capim Elefante produz efeito satisfatório e pode substituir o adubo químico.

ALVARENGA et al, (2018) avaliou a produção de biomassa e a fitoextração de Cu e Zn pelo capim-elefante produzido em lodo de esgoto puro, onde concluiu que o uso do lodo de esgoto puro proporciona uma alta e rápida produção de biomassa vegetal e o capim demonstra baixo percentual de fitoextração de Cu e Zn do lodo.

Esgoto Sanitário

Cenário nacional de coleta e tratamento de esgoto sanitário

Com o aumento da população, as cidades têm apresentado falhas na infraestrutura, principalmente quanto ao fornecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto sanitário, assim como a destinação correta dos resíduos desse tratamento.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) em 2017 eram geradas 9,3 mil toneladas de esgoto por dia no Brasil, dos quais apenas 43% (3,9 mil t) são

coletados e tratados em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), 12% (1,1 mil t) recebem tratamento individuais através de fossas sépticas, sendo assim, apenas 55% (5 mil t) do esgoto produzido diariamente recebe tratamento adequado. Dos 45% (4,1 mil t) restante, 18% (1,7 mil t) são coletados e não tratado e 27% (2,4 mil t) não é ao menos coletado.

No Mato Grosso do Sul, 117,2 toneladas de esgoto são geradas por dia, sendo que 42% do esgoto é coletado e tratado, 15% tratado por fossa séptica, 1% apenas coletado e 42% não recebe aporte de esgoto adequado (ANA, 2017).

Na Figura 2, observa-se a porcentagem de coleta e tratamento de esgoto sanitário no Brasil e no estado de Mato Grosso do Sul no ano de 2017.

Figura 2 - Coleta e Tratamento de esgoto sanitário no Brasil e no estado de Mato Grosso do Sul, no ano de 2017.

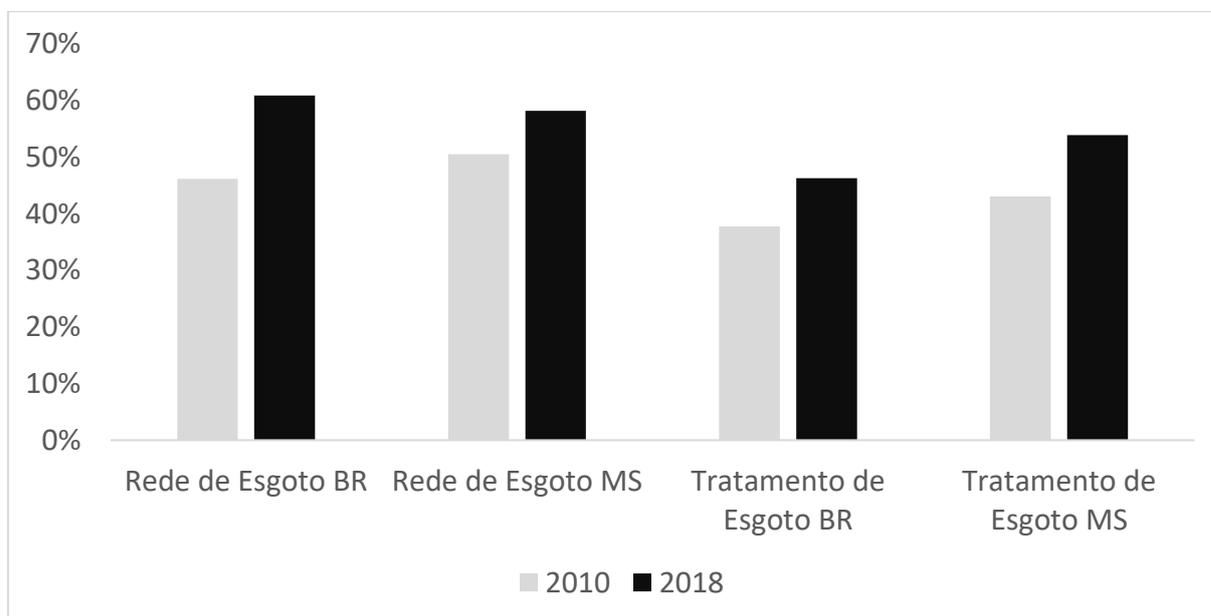


Fonte: Agência Nacional de Águas, 2017

De 2010 até 2018 o atendimento de redes de esgoto sanitário no Brasil cresceu 7,4%, atingindo 60,9% da população urbana, na região centro-oeste esse crescimento foi de 2,4% chegando a 58,2% da população urbana. Em 2010 o tratamento de esgoto sanitário era de 37,8% do esgoto coletado no Brasil e 43,1% na região centro-oeste, já em 2018 essa porcentagem subiu para 46,3% e 53,9% respectivamente.

A Figura 3 demonstra o crescimento de redes de esgotos e do tratamento de esgoto no Brasil e no Centro Oeste, de 2010 a 2018.

Figura 3 - Crescimento de redes de esgotos e do tratamento de esgoto no Brasil e no Centro Oeste, de 2010 a 2018.



Fonte: Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, 2018

Tratamento do Esgoto Sanitário

O tratamento de esgotos sanitários tem como objetivo a diminuição de matéria orgânica, microrganismos patogênicos, materiais sólidos e nutrientes (ANDREOLI et al, 2001), é realizado em 3 etapas: física, biológica e química ou tratamento primário, secundário e terciário respectivamente (Andrade & Campos, 1999; ANA, 2017).

O tratamento físico ou primário é realizado por gradeamento, peneiramento, caixas separadoras, sedimentação e flotação, essa etapa ocorre a remoção do material mais grosseiro, sólidos sedimentáveis e materiais flutuantes, como areia, materiais fibrosos e lixo (ANDRADE & CAMPOS, 1999; ARAÚJO, 2003; ANA, 2017).

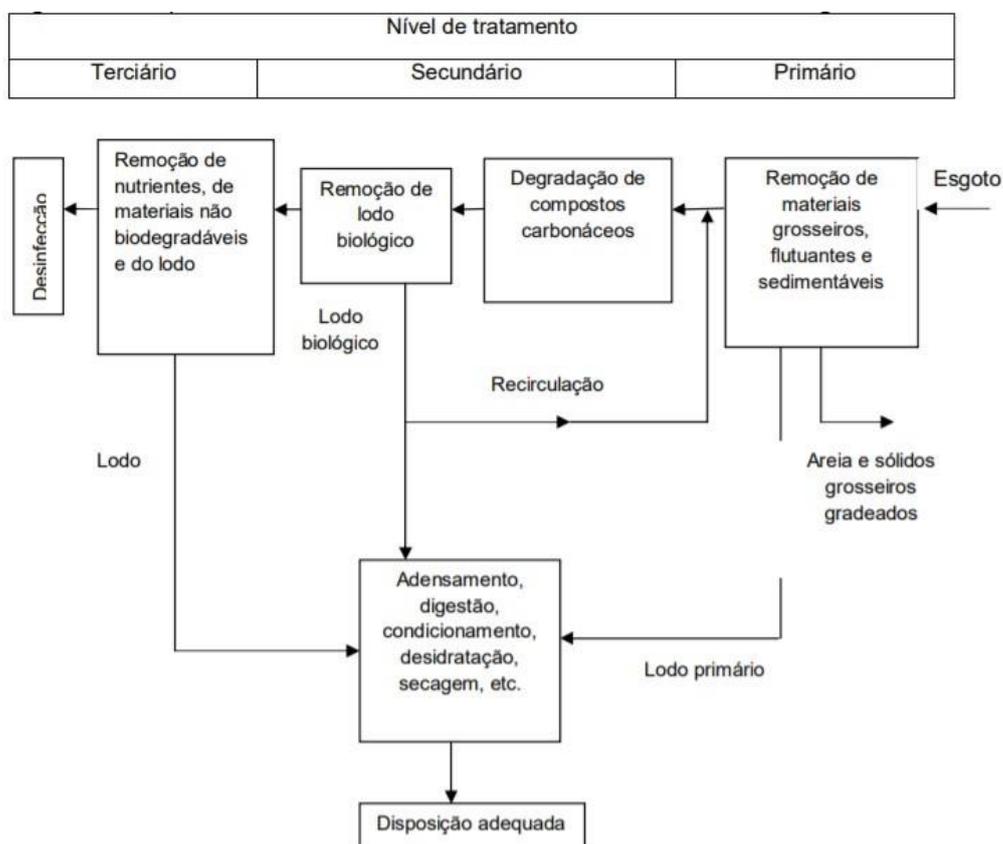
O processo biológico ou tratamento secundário é realizado pela atividade microbiana, tendo como objetivo a purificação das águas residuais, nessa etapa

são removidos os materiais orgânicos e nutrientes, são diversos os meios de realizar esse processo, dentre eles: lagoas de estabilização, sistemas de lodos ativados e variantes, sistemas anaeróbios e sistemas aeróbios com leito fixo (ANA, 2017).

Na terceira etapa ocorre o tratamento químico, responsável por eliminar o excedente de nitrogênio e fósforo (ANA, 2017) ou até mesmo de organismos patogênicos (CASAN, 2012), porém essa etapa é facultativa, dependendo do fluxo de cada estação de tratamento de esgoto (ETE).

Na figura 4 ha a demonstração das fases do tratamento do esgoto sanitário.

Figura 4 – Fases do tratamento de esgoto sanitário



Fonte: Andrade & Campo, 1999.

Após o tratamento do esgoto sanitário obtém-se subprodutos sólidos como: material gradeado, areia, espuma e lodo (ANDREOLI; VON SPERLING; FERNANDES, 2014).

Lodo de Esgoto Sanitário

O lodo de esgoto (LE) é um dos subprodutos sólidos resultantes do tratamento dos esgotos sanitário. Esse lodo pode ser subdividido em lodo primário, secundário ou biológico e terciário ou químico e dependendo do tratamento pode-se obter o lodo misto. O lodo primário tem origem dos decantadores primários e é composto por sólidos sedimentáveis, já o lodo secundário nada mais é que os microrganismos que se desenvolveram durante a fase biológica do tratamento, em alguns sistemas o lodo primário e o secundário são misturados dando origem ao lodo misto. Já o lodo terciário ou químico ocorre apenas quando há o uso de produtos químicos na fase de tratamento seja no tratamento primário ou quando o tratamento terciário é realizado (ANDREOLI; VON SPERLING; FERNANDES, 2014).

Tratamento do Lodo de Esgoto

Após a produção de lodo de esgoto o mesmo deve ser retirado do sistema e passar por um novo ciclo de tratamento antes da destinação final, as etapas desse tratamento são: adensamento, estabilização, condicionamento, desaguamento, higienização (ANDREOLI; VON SPERLING; FERNANDES, 2014).

O adensamento é a fase física do processo, onde há a redução de umidade e conseqüentemente do volume.

A estabilização visa remover a matéria orgânica biodegradável do LE, assim há a redução dos odores.

Para preparar o material para a fase de desaguamento a fim de melhor aproveitar os sólidos nessa fase é adicionado produtos químicos ao LE, essa fase é denominada condicionamento.

O desaguamento ou desidratação do lodo ocorre de forma manual ou mecânica, e tem como objetivo diminuir ainda mais o teor de umidade deixando-o próximo ao de componentes sólidos.

A fase de higienização é realizada apenas se a destinação final do lodo for a reciclagem agrícola e consiste em diminuir a carga patogênica deste, após esse tratamento o LE é denominado Biossólido.

Composição do Lodo de Esgoto

A qualidade e composição do LE é variável e depende da origem (domiciliar e/ou industrial), densidade populacional, hábitos sanitários, tipo de urbanização, condições ambientais, época do ano, perfil da saúde da população que o gera e tipo de tratamento submetido, dentre outros (ANDRADE et al, 2006). O LE contém matéria orgânica, macronutrientes, micronutrientes, agentes patogênicos e metais pesados (BETTIOL et al, 1989; BETTIOL & CAMARGO, 2006). Segundo BERTON & NOGUEIRA, (2010) cerca de 70% dos nutrientes são orgânicos (proteínas, carboidratos e gorduras) e 30% inorgânicos (minerais, sais e metais).

Contaminantes do Lodo de Esgoto

Os principais contaminantes do lodo de esgoto são os metais pesados e os agentes patogênicos. Podemos identificar alguns metais pesados que podem ser encontrado no LE em maior ou menor quantidade, são eles, o arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, molibdênio, níquel, selênio e zinco.

A contaminação por metais pesados de solos que recebem o lodo de esgoto tem sido nula ou baixa, porém a preocupação ocorre quando esse uso é recorrente, podendo ter um acúmulo maior que ideal desses metais (GOMES et

al, 2006; NASCIMENTO et al, 2004). A interação dos metais pesados com o solo está intimamente ligada com o pH deste, sendo assim o ideal é que o pH do solo fique em torno de 5,5, evitando assim que a quantidade biodisponível de metais pesados seja prejudicial para plantas, animais ou ao ambiente (BERTON, 2000).

A resolução do CONAMA nº 375/2006 define a quantidade máxima de metais pesados presentes no LE para que esse possa ser depositado no solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Limites máximos de concentração de metais pesados conforme CONAMA 375/2006.

Metais Pesados	Quantidade máxima permitida (mg/kg de base seca)
Arsênio	41
Bário	1300
Cádmio	39
Chumbo	300
Cobre	1500
Cromo	1000
Mercúrio	17
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2800

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA Nº375/2006.

Os agentes patogênicos encontrados no biossólido são subdivididos em cinco grupos: helmintos, protozoários, fungos, vírus e bactérias. Esses patógenos podem ser oriundo de humanos, animais domésticos ou animais presentes nos esgotos (ANDREOLI; VON SPERLING; FERNANDES, 2014). Visando a mitigação desses agentes patogênicos presentes no lodo de esgoto, o mesmo deve ser submetidos a tratamentos que diminuam a taxa desses patógenos, segundo o a resolução nº 375 de 2006 do CONAMA os tratamentos que diminuem essa carga patogênica são: digestão aeróbia ou anaeróbia, estabilização alcalina, secagem térmica e compostagem. Nessa resolução fica

definido as concentrações máximas desses agentes patogênicos presente no lodo e sua classificação (Tabela 2).

Tabela 2 - Limites máximos de concentração de agentes patogênicos conforme a classe do composto.

Classe do Lodo	Concentração de patógenos
A	Coliformes termotolerantes 10^3 NMP/g de ST Ovos viáveis de helmintos $0,25$ovo/g de ST Salmonella ausência de 10g de ST Vírus $0,25$UFP ou UFF/g de ST
B	Coliformes termotolerantes 10^6 NMP/g de ST Ovos viáveis de helmintos 10 ovos/g de ST

ST: Sólidos Totais; NMP: Número Mais Provável; UFF: Unidade Formadora de Foco; UFP: Unidade Formadora de Placa;

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA N°375/2006.

Nutrientes presentes no Bio sólido

No lodo de esgoto ha a presença de macronutrientes como o nitrogênio, fósforo e em menor quantidade o potássio, assim como micronutrientes (boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco), além de ser riquíssimo em matéria orgânica (BETTIOL & CAMARGO, 2000; ALVES FILHO, 2014; ANDREOLI; VON SPERLING; FERNANDES, 2014).

Destinação Final do Lodo de Esgoto

A disposição final do lodo de esgoto é de suma importância, sendo uma das etapas mais problemáticas do ciclo (BETTIOL & CAMARGO, 2006), a disposição inadequada desse resíduo traz sérios problemas ambientais e a

saúde pública através da contaminação do lençol freático, da água e do solo (ROCHA et al, 2013). Os custos com a destinação final do lodo de esgoto pode representar de 20% até 60% do custo de tratamento de esgoto, muitas vezes a forma de disposição final é feita de forma errônea, principalmente em países ainda em desenvolvimento como o caso do Brasil (ANDREOLI; VON SPERLING; FERNANDES, 2014).

Ha muitas formas de destinação final para esse lodo, dentre elas podemos destacar o aterro sanitário, landfarming, reciclagem agrícola, uso na construção civil, incineração com aproveitamento energético. A maior parte do lodo de esgoto produzido no Brasil tem como forma de disposição final os aterros sanitários (ROCHA et al, 2013; LOBO et al, 2013).

Avaliando de forma sustentável as ETE's devem optar por tratamento de esgoto que produzam menores quantidade de lodo de esgoto, produzir um lodo de boa qualidade afim de gerar um lodo com menor índice de contaminantes viabilizando assim seu reuso, principalmente na agricultura. Dessa forma a destinação final em aterros sanitários ou em landfarming ocorra apenas para lodos com alto índice de contaminantes (ANDREOLI; VON SPERLING; FERNANDES, 2014).

O aproveitamento agrícola do lodo de esgoto tem sido uma das melhores maneiras de disposição final, pois é benéfica do ponto de vista econômico, ambiental e sociocultural (BERTANZA et al, 2016). O lodo de esgoto na agricultura pode ser utilizado como fertilizante, sendo assim diminui a necessidade de extração de minérios que compõem os adubos minerais encontrados no mercado, aliando a preservação ambiental e o desenvolvimento agrícola (DYNIOA et al, 2006; MATOS & MATOS, 2016), além de aumentar a produtividade das diversas culturas em que pode ser empregado (LOBO et al, 2013).

Porém além dos benefícios a deposição do LE em solos agrícolas pode causar problemas relacionados a presença de patógenos e metais pesados em sua composição, o que pode contaminar o solo e a produção, trazendo riscos ao homem (GOMES *et al.*, 2006). Para evitar esses danos a Resolução do Conselho

Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 375/2006, normatiza essa utilização desses resíduos em solo agrícola.

Resolução CONAMA nº 375/2006

Essa resolução regulamenta o uso do lodo de esgoto na agricultura estabelecendo critérios para sua aplicação de forma a evitar efeitos adversos ao meio ambiente e a saúde pública. Dentre as recomendações contidas na resolução podemos destacar os seguintes critérios: classificação do Lodo (A e B) e onde cada um pode ser utilizado, necessidade de projeto agrônomo, quantidade do biofóssido a ser aplicado, declividade da área a qual o LE vai ser aplicado, distância de nascentes e rios, espécies vegetais a serem beneficiadas, tempo de vazio sanitário da área após a aplicação, teores de metais pesados permitidos, taxa de mineralização do LE, níveis de microrganismos patogênicos, dentre outros pontos importantes para a utilização desse resíduo como fonte de adubo orgânico (CONAMA, 2006).

A resolução normatiza toda e qualquer aplicação do biofóssido na agricultura, sendo assim deve ser consultada na íntegra para a elaboração de qualquer projeto nessa área.

Uso do Lodo de Esgoto na Agricultura

Muitos são os relatos de benefícios do uso do LE na agricultura, entre eles podemos citar:

Silva et al. (2010) cita o LE como um fertilizante orgânico capaz de aumentar a produtividade de diversas culturas. Assim como PRADO & CUNHA (2011), além de descrever as propriedades de micro e macronutrientes que LE fornece para as culturas, demonstra também sua capacidade de melhoria na qualidade do solo, aumentando a CTC do solo e reduzindo as concentrações de alumínio trocável.

Pode ser utilizado também como condicionador de solo, melhorando a agregação de partículas do solo, tornando-o mais aerado e com maior capacidade de retenção de água. Assim como aumentar os microrganismos presentes no solo, melhorando físico e biologicamente esse solo (PRADO e CUNHA, 2011).

CONTIN et al. (2012), relata que a reciclagem do LE como adubo orgânico é uma ótima alternativa, pois além de produzir um adubo de ótima qualidade diminui os impactos ambientais.

Estudo realizados laboratorialmente por Borgman e Chefetz (2013), demonstram que o teor de matéria orgânica e o pH do solo tem potencial de minimizar os efeitos contaminantes de fármacos presentes no biossólido.

A comparação entre o adubo mineral e o LE para a produção de mudas de rosas, foi avaliada por FILHO et al (2014), como resultado pode-se observar que o LE como fonte de adubo respondeu todas as exigências da cultivar, se mostrando uma ótima fonte para produção de substrato.

Ao testar o LE em diferentes processos de estabilização na cultura do girassol, NASCIMENTO et al (2014), conclui que tanto o lodo de esgoto solarizado quanto caleado aumentam o teor de proteína bruta do solo e não há alteração de metais pesados na folha ou pecíolo da cultivar.

SILVA et al (2015) descreve a utilização de biossólido como substrato para a produção de mudas, diminuindo os custos de produção e preservando o meio ambiente.

Na cultura do café temos relatos de PAIXÃO MARTINS et al, (2015) demonstrando resultados positivos, indicando o uso do LE como condicionador de solo para a cultura do café.

Em Jaboticabal-SP foram avaliadas as características químicas e bioquímicas de dois latossolos vermelhos (um distrófico e outro eutroférico), que receberam diferentes doses de lodo de esgoto por 16 anos, onde era realizado o cultivo de milho. Na área havia os seguintes tratamentos: T1: com fertilizante mineral, T2: 5mg ha⁻¹ de LE, T3: 10mg ha⁻¹ de LE e T4: 20mg ha⁻¹ de LE. As parcelas onde foi aplicado o LE tiveram aumento de fósforo em ambos os solos

e matéria orgânica no solo distrófico. A dose com melhores repostas foi a de 20mg ha⁻¹, ocasionando aumento da atividade da fosfatase ácida no s. eutroférico e aumento da respiração basal e coeficiente metabólico no s. distrófico. Assim como aumento na produtividade de grãos de milho sem causar fitotoxicidade ou deficiência de nutrientes nas plantas cultivadas na área (YADA et al, 2015).

JUBA JUNIO et al. (2015), avaliou o teor de matéria orgânica, pH, soma de bases, CTC efetiva, CTC potencial, saturação por base e a acidez potencial de um solo cultivado com mamona utilizando como fonte de adubo silicato de cálcio e magnésio (SCM) e LE nas seguintes doses: SCM 0 e 1 t ha⁻¹ e LE 0; 23,81; 47,62 e 71,43 t ha⁻¹. Ambos os tratamentos não alteraram os atributos edáficos do solo, o tratamento com SCM não demonstrou modificações no solo, porém a adubação de LE reduziu o pH do solo, aumentou a matéria orgânica e a capacidade de troca catiônica, tendo melhores resultados na dose de 71,43 t ha⁻¹ do lodo.

Gonçalves Junior (2015) avaliou a fitodisponibilidade de metais pesados no milho cultivado com diferentes doses de LE (0; 10,0; 20,0; 40,0 e 60,0 mg ha⁻¹), sem adubo e com fertilizante mineral N:P₂O₅:K₂O. Após 45 dias do nascimento das plantas as mesmas foram colhidas e avaliadas para metais pesados: Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Pb e Cr. Como resultado apenas Zn aumentou conforme aumentava-se a dose de LE, não houve detecção de teores fitotóxicos dos metais pesados avaliados na cultivar, assim foi concluído que apenas uma aplicação de LE não causa translocação de metais pesados a planta.

D'AVILA et al. (2016) cultivou capim-limão com 0, 5, 10, 20, 40 e 60 t ha⁻¹ de lodo de esgoto e resíduos de poda de vegetação urbana e analisou ao final as concentrações de nutrientes nas plantas, os teores de clorofila, número de perfilhos, produção de biomassa, óleo essencial e a qualidade microbiológica das folhas. O uso do LE associado os resíduos de poda teve efeito positivo aumentando os teores de nutrientes das plantas, principalmente nitrogênio, obtendo maior produção dos itens avaliados.

Além de melhorar a fertilidade do solo, o uso do bissólido favorece a fixação de carbono no solo, sendo assim a uma redução da contaminação ambiental,

sendo altamente benéfico para sistemas agrosilvipastoris (Heimersson et al, 2017).

No estado do Paraná entre os anos de 2011 e 2013 foi realizado um levantamento do uso agrícola do LE , onde foram analisados relatórios de rastreabilidade, projetos agronômicos e laudos laboratoriais de 129 lotes do lodo, onde verificou-se que 107.416 t foram aplicadas em 5.529ha^{-1} de áreas agrícolas no Paraná, a maior concentração de utilização foi na região metropolitana de Curitiba, mesmo sendo no interior a maior concentração de áreas agrícolas, porém ainda com menor uso desse tipo de adubação (Bittencourt et al, 2017).

Barbosa et al. (2017) utilizou LE alcalinizado e avaliou como este afeta a fertilidade de solos ácidos. Foram incubadas amostradas de solo ácidos por 60 dias junto a doses de LE nas concentrações de 0, 10, 20, 40, e 80 mg ha^{-1} e outras amostras com as mesmas doses de calcário. O LE se mostrou superior ao calcário para a correção da acidez do solo, assim como no aumento da disponibilidade de P, Ca^{2+} , Mg^{2+} em todos os solos, K^+ em sete dos solos e C orgânico em três solos. Pode-se observa também que solos muito argilosos suportam maiores doses do lodo quando comparado aos de menor teor de argila. Assim o uso desse tipo de adubação corrige acidez do solo, aumenta a fertilidade e gera economia para o agricultor. Seguindo esse mesmo padrão de incubação e dosagem de lodo de esgoto DALPISOL et al. (2017) avaliou a disponibilidade de Zn, Cu e Mn no solo adubados com LE alcalinizado, obtendo os seguintes resultados: aumento na disponibilidade de Zn e diminuição na de Mn, o Cu aumentou em solos de argila média e diminuiu em solos muito argilosos, em solos com pH ideal ou próximo a esse o uso do LE alcalinizado deve ser realizado com cautela para que o pH não aumente excessivamente e cause desbalanço nos nutrientes.

SALGADO et al. (2018), utilizou o esgoto doméstico tratado como fonte de adubação para a produção de melancia tipo *Crimson Sweet* no Sertão de Pernambuco, foi avaliado a aplicação de 4 laminas de irrigação (50, 75, 100 e 125%), em todos os tratamento obteve-se a melhoria da capacidade de troca catiônica do solo, assim como a redução do seu pH. No tratamento com 125% houve a produção de frutos maiores e maior produtividade da cultura, mostrando

assim que o uso dessa fonte de adubação é viável para essa cultura e para o solo.

Knopik et al, (2018) também fez uma análise da utilização agrícola do LE no estado do Paraná, dessa vez o estudo foi realizado na região de Campo Mourão entre 2012 e 2016, foram avaliados 15 lotes de lodo, totalizando 5.244t, utilizados por 14 produtores em uma área de aproximadamente 482ha⁻¹, onde foram aplicado em média 7 t ha⁻¹ de LE proporcionando ao solo 912 kg ha⁻¹ de carbono orgânico, 582 kg ha⁻¹ de cálcio total, 160 kg ha⁻¹ nitrogênio total, 143 kg ha⁻¹ de magnésio, 24 kg ha⁻¹ de fósforo, 22 kg ha⁻¹ de enxofre, 6 kg ha⁻¹ de sódio, 4 kg ha⁻¹ de potássio e de 2,15 kg ha⁻¹ zinco e 0,76 kg ha⁻¹ de cobre, o aporte desses nutrientes evitaram o uso de fertilizantes minerais, causando uma economia ao produtor de R\$ 539,56. Esses dados demonstram a eficácia do LE como adubo orgânico, levando a reciclagem de materiais poluentes e minimizando custos com fertilizantes.

A produção de mudas de *A. sellowiana* também foram objeto de estudo com o uso de bio sólido como fonte de substrato em diferentes doses e associada a outros composto orgânicos (vermiculita e os resíduos fibra de coco, palha de café in natura, esterco bovino não curtido e palha de café in natura, casca de arroz carbonizada e casca de arroz in natura, nas proporções de 100:0, 80:20, 60:40, 40:60 e 20:80 (lodo de esgoto:materiais) obtendo bons resultados nas proporções de 20 e 40% do LE para 80 e 60% de compostos orgânicos (CALDEIRA et al, 2018).

Em Janaúba-MG Mota et al, (2018) avaliou o uso do bio sólido como adubo na cultura do abacaxi vs. adubo mineral, foram utilizadas cinco variedade de abacaxizeiro e mensurado teor de nutrientes no fruto e no solo, assim como contaminação do fruto e solo. Os frutos adubados com o bio sólido tiveram maior teor de zinco e o solo maiores teores de Zinco e cobre. Assim como os frutos que receberam essa adubação não demonstraram contaminação microbiológica acima da estabelecida na legislação.

Costa et al. (2019), avaliou o crescimento e a produtividade do milho no Piauí, foram utilizadas três fontes de adubo: bio sólido (0, 1, 2 e 4 kg/parcela), adubo mineral (100 g/parcela) e esterco bovino (200 g/parcela). As avaliações foram realizadas conforme alguns parâmetros: germinação e crescimento do

milho, tamanho das espigas, produtividade de grãos e biomassa seca da parte aérea (BSA), assim como biomassa seca total (BST). O uso do biossólido aumentou todos os parâmetros avaliados, tendo melhor desempenho quando comparado ao adubo mineral e ao esterco bovino.

D'AVILA et al. (2019), avaliou financeiramente a disposição final do LE, utilizando os seguintes cenários: Estação de Tratamento que destina os resíduos sólidos produzidos para aterro sanitário e Estação de Tratamento que beneficia o lodo de esgoto, por meio do processo de compostagem para a produção de adubo, foram avaliados os diversos custos em uma estação de tratamento com capacidade média de 3.356 m³ de esgoto por dia. Foi levado em consideração infraestrutura, mão de obra, custos de manutenção e licenciamentos necessários para o funcionamento para as análises. As estações que beneficiam o LE para o uso agrícola têm uma rentabilidade maior que as que destinam para aterros sanitários, cerca de 61, 6% ao ano.

Os trabalhos a seguir foram elaborados segundo as normas da **Revista Journal of Cleaner Production**.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, P. F., OLIVO, C. J., SIMONETTI, G. D., NUNES, J. S., SILVA, J. O., SANTOS, M. S. & ANJOS, A. N. A. Produtividade de pastagens de Coastcross-1 em consórcio com diferentes leguminosas de ciclo hibernal. **Ciência Rural**, 2014.

ALMEIDA, C. B. L. et al. ESTUDO PROSPECTIVO DA MORINGA NA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS. **Cadernos de Prospecção**, v. 10, n. 4, p. 905, 2017.

ALVARENGA, A. C.; CARDOSO, P.H.S.; COUTINHO, M.A.N.; OLIVEIRA, A.L.G.; SAMPAIO, R.A. Produção de biomassa e fitoextração de cu e zn pelo capim-elefante cultivado em lodo de esgoto puro. **Revista Engenharia na Agricultura**. V. 26, n.05, p.473-482, 2018.

ALVES FILHO, A. Desinfecção de lodo de esgoto anaeróbico para fins agrícolas. Dissertação (Mestrado - Agronomia). 2014. 76f. **Universidade Federal de Uberlândia - Programa de Pós-Graduação em Agronomia**, Uberlândia, 2014.

ALVES, M. C. S.; FILHO, S.M.; BEZERRA, A.M.E.; OLIVEIRA, V.C. Seed germination and seedling development of *Moringa oleifera* L. under diferente environments and submitted to pre-soaking. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n.5, p.1083-1087, 2005.

ANA – AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Esgotos**: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília, 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br>. Acesso em 05/abril/2019.

ANDRADE NETO, C. O. ; CAMPOS, J. R.. Capítulo 1: Introdução. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro : **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: Programa de Pesquisas em Saneamento Básico**, 1999.

ANDRADE, A. A.; OLIVEIRA, C. CERRI, C. C. Cinética de degradação da matéria orgânica de bio sólidos após aplicação no solo e relação com a composição química inicial. **Bragantia**, Campinas, v. 65, p. 659-668, 2006.

ANDREOLI, C. V.; et al. Disposição do lodo no solo. In: ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F.; SPERLING, M. (Org.). Lodos de esgoto: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: **Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG**; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001. cap.8, p. 319-396. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 6).

ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. Lodo de Esgotos: tratamento e disposição final ,2º ed., Vol. 6. Belo Horizonte: **Universidade Federal de Minas Gerais**, 2014.

ANWAR, F.; LATIF, S.; ASHRAF, M.; GILANI, A.H. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research**, Faisalabad, v.21, n.1. p.17-25, 2007.

BARBOSA, J.Z; POGGERE, G.C.; DALPISOL, M; SERRAT, B.M; BITTENCOURT, S; MOTTA, A.C.V. Alkalinized sewage sludge application

improves fertility of acid soils. Rev. **Ciência e Agrotecnologia**, 41(5):483-493, Sep/Oct. 2017.

BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; JUNIOR, G.B.M. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.51-67, 2008.

BERTANZA, G.; BARONI, P.; CANATO, M. Ranking sewage sludge management strategies by means of Decision Support Systems: **A case study. Resources, Conservation and Recycling**, v. 110,, 2016.

BERTON, R. S.; NOGUEIRA, T. A. R. Uso do lodo de esgoto na agricultura. In: COSCIONE, A.R.; NOGUEIRA, T.A.R.; PIRES, A.M.M. Uso agrícola do lodo de esgoto: Avaliação após a resolução nº 375 do CONAMA. Botucatu: **Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais**, 2010. 407p

BETTIOL, W.; AUER, C.G.; KRUNER, T.L. & PREZOTTO, M.E.M. Influência de lodo de esgoto e de acículas de pinus na formação da ectomicorrizas em mudas de Pinus caribaea var. hondurensis pelos fungos Pisolithus tinctorius e Thelephora terrestris. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, 34:41-6, 1986.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. de. Lodo de esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2006. p. 25-36.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. Impacto Ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariuna. **Embrapa Meio Ambiente**, 2000.

BITTENCOURT, S; AISSE, M.M; SERRAT, B.M. Gestão do uso agrícola do lodo de esgoto: estudo de caso do estado do Paraná, Brasil. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22 n.6, nov/dez 2017.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. Brasília: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**.173 p. 2012.

CALAZANS, G.M; OLIVEIRA, C.B; CRUZ, J.C; MATRANGOLO, W.J.R; MARRIEL, I.E. Selection of efficient rhizobial symbionts for *Cratylia argentea* in the cerrado biome. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.9, p.1594-1600, set, 2016.

CALDEIRA, M.V.W; SANTOS, F.E.V; KUNZ, S.H; KLIPPEL, V.H; DELARMELENA, W.M; GONÇALVES, E. de O. Solid urban waste in the production of *Aegiphila sellowiana* Cham. Seedlings. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.12, p.831-836, 2018.

CAMPOS, F. S. de & ALVES, M. C. Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 32(4),1389-1397, 2008.

CASAN, Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. ETE- **Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários**. Florianópolis, 2012. Disponível em: <<http://novo.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/ete-estacao-de-tratamento-deesgotos-sanitarios#600>>. Acesso em: maio de 2020.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Define critérios e Companhia de Saneamento de Goiás - SANEAGO. Operação de Estação de Tratamento de Esgoto. **Manual de operações de Estação de Tratamento de Esgoto**, 2015.

D'AVILA, J.V; MARTINAZZO, A.P; SANTOS, F.S dos; TEODORO, C.E. de S.; PORTZ, A. Essential oil production of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) under organic compost containing sewage sludge. **Revista Brasileira de Engenharia e Agricultura Ambiental**, v.20, n.9, p.811-816, 2016.

DALPISOL, M; SERRAT, B.M; MOTTA, A.C.V; POGGERE, G.C.; BITTENCOURT, S; BARBOSA, J.Z. Zinc, copper and manganese availability in soils treated with alkaline sewage sludge from Paraná state (Brazil). **Rev. Ciência e Agrotecnologia**, 41(1):85-97, Jan/Feb. 2017.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação**. 4. ed. Belém: MBDF, 2011. 215p.

DIAS-FILHO, M. B. Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia: desafios, oportunidades e perspectivas. In: SAMBUICHI, R. H. R.; SILVA, A. P. M. da; OLIVEIRA, M. A. C. de; SAVIAN, M. (Org.). **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**. Brasília, DF: Ipea, 2014a. p. 149-169.

DIEHL, M.S; OLIVO, C.J; AGNOLIN, C.A.; AZEVEDO JUNIOR, R.L; BRATZ, V.F; SANTOS, J.C. Forage yield and nutritive value of Elephant grass,

Italian ryegrass and spontaneous growing species mixed with forage peanut or red clover. **Ciência Rural**, Santa Maria, c. 44, n.10, p. 1845-1852, out, 2014.

DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 855-862, 2006.

EMMANUEL S. A., ZAKU S. G., THOMAS S. A. Biodiversity and agricultural productivity enhancement in Nigeria: application of processed *Moringa oleifera* seeds for improved organic farming. **Agriculture and Biology Journal of North America**, V.2, n.5, p. 867-871, 2011.

FAHEY, J. W. *Moringa Oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. Trees for Life Journal: A Forum on Beneficial Trees and Plants.* Maryland, USA: 2005.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Soil Biota and Biodiversity**: "The "Root" of Sustainable Development". 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/i0112e/i0112e07.pdf>. Acesso em: 15/05/2019.

FERREIRA, C.J.B; TORMENA, C.A; CECATO, U; FRANCO, H.H.S; MOREIRA, W.H; GALBEIRO, S; RIBEIRO, O.L. Soil physical properties under a 'Tanzânia' grass pasture fertilized with mineral nitrogen or intercropped with *Stylosanthes*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.53, n.4, p.478-486, Apr. 2018.

FIGLIOLI, A.B; ZIECH, M.F; FLUCK, A.C; GEREI, J.C; COL, D; BERNIS, L; HOFFMANN, F; COSTA, O.A.D. Valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* consorciadas com amendoim forrageiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.6, p.1970-1978, 2018.

FREITAS, E.C.S; NETO, S.N.O; FONSECA, D.M; SANTOS, M.V; LEITE, H.G; MACHADO, V.D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.3, p.409-417, 2013.

GOMES, S. B. V. et al. Distribuição de metais pesados em plantas de milho cultivadas em Argissolo, tratado com lodo de esgoto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.6, p. 1689-1695, 2006.

GOMES, S.B.V.; NASCIMENTO, C.W.A.; BIONDI, C.M.; ACCIOLY, A.M.de A. Distribuição de metais pesados em plantas de milho cultivadas em Argissolo tratado com lodo de esgoto. **Revista Ciência Rural**, v.36, p.1689-1695, 2006.

HIRAI, M.M.G; MENEZES, L.F.G; KUSS, F; PARIS, W; LISBINSKI, E; OLIVEIRA, O.N; NAZARIO, D; SCHIMTS, G.R. Terminação de novilhos em pastagem de aveia branca consorciada com leguminosa ou associada à suplementação energética. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.4, p.1141-1149, 2015.

ISCHIA, M.; PERAZZOLLI, C.; DAL MASCHIO, R.; CAMPOSTRINI, R. Pyrolysis study of sewage sludge by TG-MS and TG-GC-MS coupled analyses. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 87, n. 2, p. 567-574, 2007.

KNOPIK, M.A; Rufine, R.; Bittencourt, S.; Gasparotto, F. Aporte de nutrientes em solos tratados com lodo de esgoto: estudo de caso da região de Campo Mourão, Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 7, n. 3, Edição Especial Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, p.379-389, ago. 2018.

LAPIG. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. Mapa síntese da área de pastagem (MSP) para o território brasileiro. Goiânia: UFG. LapiG: **Instituto de Estudos Socio Ambientais**, 2018. Disponível em: <<https://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/index.php/produtos/atlas-digital-das-pastagens-brasiliras>>. Acesso em: Junho de 2020.

LOBO, T.F.; GRASSI FILHO, H.; BULL, L.T.; KUMMER, A.C.B. Efeito do lodo de esgoto e do nitrogênio nos fatores produtivos do girassol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, 2013.

LOPES, M.A.J. Incorporação de lodo de esgoto e seus efeitos sobre alguns atributos do solo cultivado com Rabanetes. 2008. 99 f. dissertação. Recife, **Universidade Católica de Pernambuco**, 2008.

LUPATINI, G.C.; MEDEIROS, S.F.; YAMAMOTO, W.K.; RONCHESEL, J.R.; MINGATTO, F.E.; FIGUEIREDO, P.A.M. Estudo da composição botânica de pastagens degradadas de Brachiaria na Nova Alta Paulista. In: **SIMPÓSIO DE CIÊNCIA DA UNESP DRACENA**, 2., 2006, Dracena. Anais/CD-ROM.Dracena: UNESP, 2006. 4p

MALLIOU, O.; KATSIOTI, M.; GEORGIADIS, A.; KATSIRI, A. Properties of stabilized/solidified admixtures of cement and sewage sludge. **Cement and Concrete Composites**, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.

MARTINS, D. R; CAMARGO, O.A; MELO, L.C.A; RIBEIRINHO, V.S.; ANDRADE, C.A.. Estado nutricional de cafeeiros comerciais após aplicações de lodo de esgoto como condicionador do solo. **Revista das Ciências Agrárias**, v. 58, n. 3, p. 248-256, jul./set. 2015.

MATOS, A.T.; MATOS, M.P. **Disposição de águas residuárias no solo e em sistemas alagados construídos**. Viçosa: Editora UFV, 2016.

MOTA, M.F.C; Pegoraro, R.F; SANTOS, S.R; MAIA, V.M; SAMPAIO, R.A; KONDO, M.K. Contamination of soil and pineapple fruits under fertilization with sewage sludge. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.5, p.320-325, 2018.

MUIR, J.P; SANTOS, M.V.F; CUNHA, M.V; DUBEUX JUNIOR, J.C.B; LIRA JUNIOR, M.A; SOUZA, R.T.A; SOUZA, T.C. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.14, n.2, e5648, 2019.

NARANJO, J. F., CUARTAS, C. A., MURGUEITIO, E., CHARÁ, J. & BARAHONA, R. Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia. **Livestock Research for Rural Development**, 2012.

NASCIMENTO, A.L; SAMPAIO, R.A; CRUZ, S.D da; ZUBA JUNIOR, G.R; BARBOSA, C.F; FERNANDES, L.A. Metais pesados em girassol adubado com lodo de esgoto submetido a diferentes processos de estabilização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.694–699, 2014.

NASCIMENTO, C.W.A.; BARROS, D.A.S.; MELO, E.E.C.; OLIVEIRA, A.B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, p.385- 392, 2004.

NEVES, Talles Iwasawa. Aproveitamento energético do biossólido gerado por indústria têxtil como fertilizante para produção de capim-elefante – *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone. **Dissestação (Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis)** - Universidade Federal da Paraíba, 2017.

OLIVEIRA, P. P. A. Recuperação e reforma de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 24., 2007, Piracicaba. **Produção de ruminantes em pastagens: Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 39-73.

OLIVEIRA, P. P. A.; RODRIGUES, P. H. M.; AZENHA, M. V.; LEMES, A. P.; SAKAMOTO, L. S.; CORTE, R. U.; PRAES, M. F. F. M. Emissões de GEEs e amônia em sistemas pastoris: mitigação e boas práticas de manejo. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 27., 2015. PIRACICABA. Sistemas de produção, intensificação e sustentabilidade da produção animal: Anais... Piracicaba: FEALQ, 2015. p. 179-223.

OLSON, M.E.; FAHEY, J.W. Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v.82, n.4, p.1071-1082, 2011.

P.C.T.; MELFI, A.J.; MELO, W.J.; MARQUES, M.O. **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. 2002, 468p.

PAIXÃO FILHO, J. L. da; GABRIELLI, G.; CORAUCCI FILHO, B. & TONETTI, A. L.. Uso de lagoa de estabilização de lamas no cultivo de rosas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18(1), 85-89, 2014.

PAULINO, P. V. R.; LEONEL, F. de P. Estratégia de intensificação da pecuária de corte em sistemas integrados. In: PEDREIRA, B. C.; PEREIRA, D. H.; PINA, D. dos S.; CARNEVALLI, R. A.; LOPES, L. B. (Ed.). **Intensificação da produção animal em pastagens**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 141-175.

PEGORARO, R.F; SILVA, I.R; NOVAIS, R.F; BARROS, N.F; CANTARUTTI, R.B; FONSECA, S. estoques de carbono e nitrogênio em argissolo submetido ao monocultivo de *eucalyptus urograndis* e em rotação com *acacia mangium*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 935-946, out.-dez., 2014.

PEREIRA, D. N. et al. Diagnóstico e recuperação de áreas de pastagens degradadas. **Revista Agrogeoambiental**, v. Ed. Especial, n. 1, p. 49-53, 2013.

PEREIRA, M. M; REZENDE, C. de P.; PEDREIRA, M. S; PEREIRA, J. M; MACEDO, T. M; SILVA, H. G.O; BORGES, A.M.F; SILVA, A. M. P. Valor alimentício do capim marandu, adubado ou consorciado com amendoim forrageiro, e características da carcaça de bovinos de corte submetido à pastejo

rotacionado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.16, n.3, p.643-657 jul./set., 2015.

RESENDE JÚNIOR, Joaquim Carlos de. Biossólido na nutrição de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. 2015. 41 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia**, Uberlândia, 2015.

RIBEIRO, R. C., ROSSIELLO, R. P., MACEDO, R. O. & BARBIERI JÚNIOR, E. B. Introdução de desmódio em pastagem estabelecida de *Brachiaria humidicola*: densidade e frequência da leguminosa no consórcio. **Revista da Universidade Rural**, 2007.

ROCHA, J. H. T.; BACKES, C.; DIOGO, F. A.; PASCOTTO, C. B.; BORELLI, K. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 73, p. 27 - 35, 2013.

SALGADO, V.C; SOUZA FILHO, E.J; GAVAZZA, S; FLORENCIO, L; KARO, M.T. Cultivo de melancia no semiárido irrigado com diferentes lâminas de esgoto doméstico tratado. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. vol. 23 nº. 4 Rio de Janeiro. Jun/Ago de 2018.

SANTOS, H. Q.; FONSECA, D. M.; CANTARUTTI, R. B.; ALVAREZ, V. H.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n. 1, p. 173-182, 2002.

SANTOS, L.M.; REIS E.M.; SILVA, F. F.; ZONETTI, P.C. Tratamento de água residuária de curtume com utilização de sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.). **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 4, n. 2, p. 96-101, 2011.

SGOBI, L. Avaliação das propriedades funcionais das sementes da *Moringa oleifera*. **Revista Tecnológica**, p. 237-246, 2015.

SILVA, A. A.; SIMIONI, G. F.; LUCENA, A. Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim *Brachiaria brizantha* cv. marandu em parecis/rondônia. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. Goiânia-GO, v. 9, n. 16, p. 923 - 932, 2012.

SILVA, C.F; LOSS, A; CARMO, E.R; PEREIRA, M.G; SILVA, E.M.R; MARTINS, M.A. Fertilidade do solo e substâncias húmicas em área de cava de extração de argila revegetada com eucalipto e leguminosas no norte fluminense. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 547-561, jul.-set., 2015.

SILVA, L.L.G.G; RESENDE, A.S; DIAS, P.F; CORREIA, M.E.F; SCORIZA, R.N. Soil macrofauna in wooded pasture with legume trees. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.7, p.1191-1197, jul, 2015.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. **Painel de esgoto sanitário. Brasília**, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-esgotamento-sanitario>. Acesso em: Maio de 2020.

TORRES, C. M. M. E.. Estocagem de carbono e inventário de gases de efeito estufa em sistemas agroflorestais, em viçosa, mg. 2015. 97 f. **Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa**. Viçosa - Minas Gerais – Brasil, 2015.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M.A; TEIXEIRA, L.A.J (4) JAIRO HANASIRO , J.. Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas. **Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, 2013. Disponível em <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/adubacao/ADUBACAO%20ORGANICA%20DE%20HORTALICAS%20E%20FRUTIFERAS.pdf>>. Acesso em: Julho de 2020.

VASCONCELOS, V. M.; SILVA, P. C. G.; VIEIRA, A. C. et al. Caracterização físico- química do óleo de *Moringa oleífera Lam* por diferentes solventes. **Encontro nacional de moringa**. Aracajú/Sergipe, 2009.

YADA, M.M; MELO, W.J.de; MINGOTTE, F.L.C; MELO, V.P.de; MELO, G.M.de. Chemical and Biochemical Properties of Oxisols after Sewage Sludge Application for 16 Years. **Rev. Bras. Ciência e Solo**, 39:1302-1310, 2015.

ZUBA JUNIO, G.R; SAMPAIO, R.A; NASCIMENTO, A.L; FERNANDES, L.A; LIMA, N.N de; CARNEIRO, J.P. Attributes of the soil fertilized with sewage sludge and calcium and magnesium silicate. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.19, n.11, p.1107–1113, 2015.

CAPÍTULO 1

Produção e qualidade da *Urochloa decumbens* em função da densidade populacional da *Moringa oleífera* e adubação com biofósforo

Rafaela Thais Benedito Alves¹; Denílson de Oliveira Guilherme¹; Rodrigo Gonçalves Mateus¹;

¹Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: rafahbenedito@gmail.com; denilson@ucdb.br; rf4789@ucdb.br;

Resumo: O trabalho foi realizado em sistema silvipastoril (SSP) localizado no bioma cerrado, no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, composta por 2 ha⁻¹ de pastagem degradada. Avaliou-se a produtividade e a qualidade nutricional das pastagens *Urochloa decumbens* cv. Basilisk em processo de recuperação através do sistema silvipastoril utilizando a leguminosa arbórea *Moringa oleífera* e adubação com biofósforo, através dos de parâmetros de produção e composição bromatológica. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições por tratamento, sendo eles: sem *Moringa* e sem adubo; sem *Moringa* com adubo químico; sem *Moringa* com biofósforo; *Moringa* em fileira simples sem adubo; *Moringa* em fileira simples com adubo químico; *Moringa* em fileira simples com biofósforo; *Moringa* em fileira dupla sem adubo; *Moringa* em fileira dupla com adubo químico; *Moringa* em fileira dupla com biofósforo. O tipo de adubação e a densidade de *Moringa* não interagiram estatisticamente, mostrando que os tratamentos podem ser utilizados separadamente. Para os tipos de adubo houve diferença ($p < 0,05$) para matéria verde total, material morto e folha. Quando a densidade de plantio da *Moringa* é avaliada as ocorreu diferenças na porcentagem de matéria seca, fibra em detergente ácido, material morto e folha. Desta forma nesse estudo o uso de adubo químico e *Moringa* em fileira simples são as melhores alternativas para recuperação de pastagem no primeiro ano de implantação do sistema SSP.

Palavra-Chave: adubação alternativa, pecuária sustentável, recuperação de pastagem

Productive and qualitative characteristics of pastures (*Urochloa decumbens*) in a silvopastoral system using *Moringa oleifa lamark* and biosolid

Abstract: The work was carried out in a silvopastoral system (SSP) located in the cerrado biome, in the municipality of Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil, consisting of 2 ha⁻¹ of degraded pasture. The productivity and nutritional quality of *Urochloa decumbens* cv. Basilisk in the recovery process through the silvopastoral system using the *Moringa* oleiferous tree legume and fertilization with biosolid, through the parameters of production and chemical composition. The experimental design was in completely randomized blocks, with five replications per treatment, namely: without *Moringa* and fertilizer; without *Moringa* with chemical fertilizer; without *Moringa* with biosolids; *Moringa* in a single row without fertilizer; *Moringa* in a single row with chemical fertilizer; *Moringa* in a single row with biosolids; Double row *moringa* without fertilizer; Double row *moringa* with chemical fertilizer; Double row *moringa* with biosolid. The type of fertilization and the density of *Moringa* did not interact statistically, showing that the treatments can be used separately. For the types of fertilizer, there was a difference ($p < 0.05$) for total green matter, dead material, and leaf. When *Moringa* planting density is evaluated, differences in the percentage of dry matter, acid detergent fiber, dead material, and leaf occurred. Thus, in this study, the use of chemical fertilizer and *Moringa* in a single row are the best alternatives for pasture recovery in the first year of implantation of the SSP system.

Keyword: alternative fertilization, sustainable livestock, pasture recovery

INTRODUÇÃO

A principal base alimentar dos bovinos no Brasil é a pastagem, portanto o sucesso do setor está intimamente ligado a produtividade dessas forrageiras, porém cerca de 56% das pastagens brasileiras encontram-se em algum estágio de degradação, fato que acarreta na diminuição da produtividade desse setor, levando a perdas econômicas e a necessidade da ocupação de novas áreas, com conseqüente destruição de áreas preservadas (Dias-Filho, 2014; LAPIG, 2018).

A possibilidade de sustentabilidade econômica e ambiental de um sistema com pastagens degradadas é muito pequena. Então, há necessidade da tomada de decisão para reversão do problema. Uma alternativa para diminuir os custos com a recuperação da fertilidade do solo e reestabelecimento da produtividade dessas forrageiras, tem sido a utilização de novos processos e métodos alternativos, visto que os métodos convencionais demandam uso de máquinas e alto custo.

O bio sólido é um produto orgânico oriundo do sistema de tratamento de esgotos, rico em matéria orgânica e nutrientes, em especial o nitrogênio (N) e o fósforo (P), com potencial para aproveitamento agrícola, isolado ou em combinação com adubos minerais. O uso do bio sólido como fonte alternativa de adubação de pastagem tem sido apontado como uma alternativa economicamente e ambientalmente viável, pois se trata de um resíduo rico em matéria orgânica que descartado de forma errônea causa danos ambientais (Knopik et al., 2018), dessa forma a resolução CONAMA nº 375/2006 regulamenta o uso do bio sólido como fonte de adubação na agricultura.

Assim como a reposição de nutrientes, outras formas indiretas de melhoria na qualidade do solo é de suma importância para o processo de recuperação de pastagens degradadas, o uso de plantas leguminosas nos sistemas silvipastoril é uma alternativa altamente viável, já que essas plantas

fixam nitrogênio ao solo, potencializando a recuperação desse (RESENDE et al, 2013). Assim, o uso da leguminosa *Moringa oleífera Lamark* (Moringa) em consorcio com pastagem mostra-se benéfico, ajudando na recuperação das áreas em processo de degradação através da incorporação de nitrogênio.

Dessa forma, o presente estudo objetivou avaliar a eficiência do biofósforo e do plantio da leguminosa *Moringa oleífera* na recuperação de uma área de pastagem degradada de *Urochloa decumbens*, através de atributos produtivos e qualitativos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na base de pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco, Fazenda Lagoa da Cruz, pertencente ao município de Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul, situado a 530 m de altitude, 20°27' S e 54°37' W, cujo clima apresenta temperatura média anual de 23,5°C, com média das mínimas de 19°C e das máximas de 30°C; umidade relativa de 68% e precipitação pluviométrica de 1.400 mm anuais. As análises laboratoriais ocorreram no Laboratório de Biotecnologia Aplicada à Nutrição Animal do Centro de Tecnologia e Estudos do Agronegócio, situado na Fazenda Lagoa da Cruz-UCDB.

A área experimental é formada por dois hectares de pastagem *Urochloa decumbens* plantada há 20 anos, a qual se encontrava em estado de grave degradação, com solo tipo Neossolo Quartzarênico órtico (Embrapa, 2018) e estrutura física na camada de 0 a 20 centímetros de 89% de areia, 6,5% de argila e 4,5% de silte.

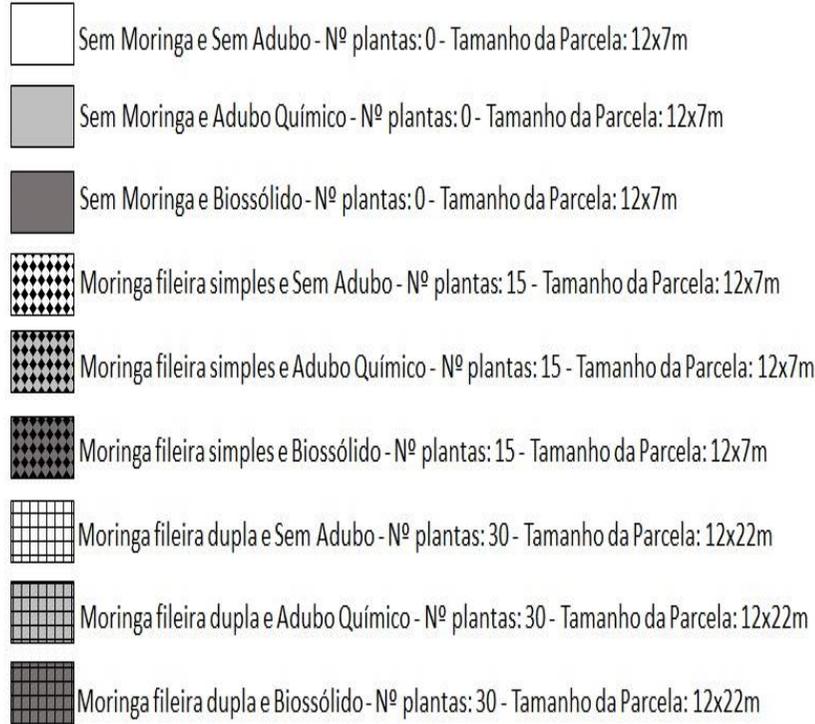
Adotou-se o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições por tratamento, em esquema fatorial 3 x 3, sendo constituído por três densidades de linhas de plantio de Moringa (simples, dupla e sem plantas) e três fatores atribuídos aos tipos de adubação (adubo químico, biofósforo e sem adubação), totalizando 45 unidades experimentais, respeitando os princípios básicos da experimentação: repetição, casualização e

controle local (PIMENTEL GOMES, 1990). As unidades experimentais foram dispostas conforme Figura 5.

As mudas de Moringa foram produzidas em sacos de polietileno de baixa densidade com furos para a drenagem de água, os quais foram preenchidos com substrato em sua totalidade, colocado uma semente por saco na profundidade de 1 centímetro, após a semeadura os sacos foram mantidos em estufa agrícola com irrigação por microaspersão automática, onde permaneceram até as plantas atingirem uma média de 30 centímetros de altura, momento que realizou-se a transferência das mudas para o campo experimental.

O plantio das mudas de Moringa ocorreu em janeiro de 2019 em sistema silvipastoril (SSP), com plantio em fileiras simples, fileiras duplas e sem plantas (conforme Figura 5).

Figura 5 – Croqui da área experimental



Espaçamento entre plantas: 3m

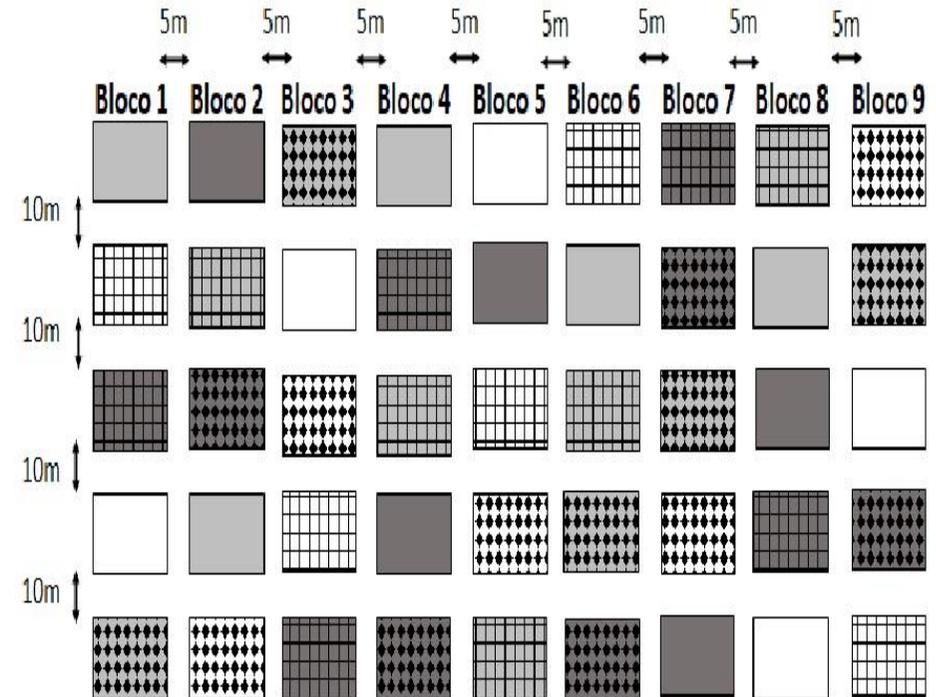


Espaçamento entre linhas: 3m

Espaçamento fileira dupla: A cada 2 linhas de plantio há um corredor de 6m

*Fileira simples é composta por 3 linhas de plantio

* Fileira dupla é composta por 6 linhas de plantio



Inicialmente coletou-se amostras de solo nas camadas de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm de profundidade para análise química (Tabela 3). Os resultados serviram para determinação da necessidade de reposição de nutrientes, realizadas através de adubação com biofóssido e adubo químico convencional a base de N-P-K, ambos os adubos foram aplicados em maio de 2019.

Tabela 3 - Análise de solo inicial nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm na área de pastagem degradada (*Urochloa decumbens*) e biofóssido utilizado como fonte de adubação.

Camada	pH	P (mg/dm ³)	N Total (g/kg)	MO (g/kg)	K	Ca	Mg	Al	Al+H	CTC	SB	V%
0-20 cm	5,65	2,17	-	14,21	0,04	0,97	0,43	0,00	2,37	3,81	1,44	37,92
20-40 cm	5,50	0,68	-	10,73	0,03	0,63	0,40	0,00	2,20	3,26	1,06	32,51
Biofóssido	4,5	260	30,66	101,4	6,1	30	4	6	99	139	40	28,77

A quantidade de biofóssido utilizado foi baseada na Resolução Conama 375/06, a qual determina que a quantidade de biofóssido aplicada deve ser baseada no seguinte cálculo:

$$\text{Taxa de aplicação (t ha}^{-1}\text{)} = \text{N recomendado (kg ha}^{-1}\text{)} / \text{N disponível (kg/t)}$$

Onde:

N recomendado = Quantidade de nitrogênio recomendada para a cultura, segundo a recomendação oficial do estado.

N disponível = Cálculo segundo o anexo 3 da Resolução Conama 375/06

A quantidade de nitrogênio de estabelecimento recomendada para *Urochloa decumbens* na região do cerrado brasileiro é de 40 50 kg ha⁻¹ e nessa recomendação.

O anexo 3 da Resolução Conama 375/06 determina como cálculo para o nitrogênio disponível no bio sólido a seguinte equação:

$$N \text{ disponível} = (FM/100) \times (N_{Kj}-N_{NH3}) + 0,5 \times (N_{NH3}) + (N_{NO3} + N_{NO2})$$

Onde:

FM= Fração de mineralização do nitrogênio (%);

Nitrogênio Kjeldahl (nitrogênio Kjeldahl = nitrogênio orgânico total + nitrogênio amoniacal (N_{Kj}) (mg/kg);

Nitrogênio amoniacal (N_{NH4}) (mg/kg);

Nitrogênio Nitrato e Nitrito ($N_{NO3} + N_{NO2}$) (mg/kg).

Baseado nos cálculos do anexo 3 da Resolução Conama 375/06 o N disponível no bio sólido utilizado no experimento foi de 6,8kg/t.

Sendo assim, a dose de bio sólido aplicada na área para suprir a necessidade de nitrogênio foi de 5,8 t ha⁻¹, portanto nas parcelas de 84m² foram aplicados 57,12kg de bio sólido e nas parcelas com 264m² a aplicação foi de 179,52 kg de bio sólido.

Segundo SOUZA et al, (2004), a adubação de estabelecimento da *Urochloa decumbens* é de 40kg de P₂O₅ ha⁻¹ ano, 40kg de K₂O ha⁻¹ ano e 40kg de N/ha⁻¹/ano.

No experimento foram aplicados 285 kg ha⁻¹ do formulado 4-14-8 a base de N-P-K, quantidade que supriu 40kg de P₂O₅, 23kg do K₂O e 11,5 do N recomendados para o estabelecimento da pastagem. Para suprir os 28,5kg de N faltantes, foram utilizados 62 kg ha⁻¹ de ureia 46%.

Assim, nas parcelas de 84m² foram aplicados 2,4kg do 4-14-8 + 0,520kg de ureia 46% e nas parcelas com 264m² aplicou-se 7,6kg de 4-14-8 + 1,630kg de ureia 46%.

Para a base de cálculos, foram utilizadas as recomendações de SOUZA et al, (2004) para o estabelecimento da pastagem *Urochloa decumbens*, ainda que a pastagem da área experimental já estivesse estabelecida a 20 anos, essa escolha deu-se pelo fato de que a mais de 10 anos a área não recebia nenhum tipo de adubação, sendo assim o solo estava pobre em nutrientes e apenas a adubação de cobertura não seria suficiente para a recuperação desta pastagem.

Durante o período de um ano, foram realizadas cinco avaliações e mensurações das pastagens de cada parcela, as coletas foram realizadas antes da primeira aplicação dos adubos (maio de 2019) e no início de cada estação do ano (setembro e dezembro de 2019, março e junho de 2020).

As amostragens da pastagem foram realizadas utilizando um quadrado de 0,25m², lançado aleatoriamente por oito vezes, formando 2m² de pasto coletado por parcela experimental, após os arremessos cortava-se a forrageira a 5 cm do solo na área interna do quadrado e acondicionava em sacos plásticos. As amostras eram prontamente encaminhadas ao Laboratório de Biotecnologia Aplicada à Nutrição Animal, para a determinação da produtividade e da morfologia, assim como para as análises da composição bromatológica.

A produtividade foi avaliada através da pesagem das amostras frescas coletadas em 2m² e posterior conversão em hectares (peso do material coletado fresco x 10.000/2). Após a pesagem, 100g de amostra fresca era retirada para a separação botânica (colmo, lâmina foliar e material morto), ao fim da separação cada um dos três componentes foram pesados. Também foi retirada da amostra de pasto fresco, uma nova amostra de 350 ± 30 gramas, a qual foi levada para estufa a 65°C por 72 horas. Após as 72 horas as amostras foram novamente pesadas para determinação da matéria seca ao ar (ASA) e moídas em moinho tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm e armazenadas em sacos plásticos individuais para cada amostras.

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) foram determinados de acordo, respectivamente, com os métodos 930.15, 942.05, 976.05 e 920.39 (AOAC, 2000). Enquanto os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelos métodos descritos por Licitra et al, (1996) e Mertens, (2002).

Durante o período experimental houve um intenso ataque de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*, as quais foram controladas com produtos à base Fipronil 250g/L.

O ataque de formigas ocasionou a perda de muitas plantas de Moringa, sendo assim foi necessário realizar o plantio de novas mudas de moringa em maio de 2019.

Em maio de 2019, após o plantio das novas mudas, foi realizada uma adubação na base do caule das moringas recém plantadas e das já

estabelecidas na área, utilizando 200g do adubo químico de N-P-K (50-14-8) a fim de aumentar a nutrição das plantas e ajudar no reestabelecimento dessas após o ataque das formigas e o desenvolvimentos das novas mudas.

Para a elaboração do banco de dados, foi utilizado o aplicativo Excel e os dados submetidos à análise de variância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey, a um nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$), utilizando o programa estatístico SPSS®, versão 21.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações estatísticas não demonstraram interação para as densidades de Moringa e os tipos de adubação, demonstrando que ambas as técnicas podem ser aplicadas separadamente sem alteração dos resultados.

Os resultados da avaliação da produtividade da pastagem e os componentes morfológicos estão demonstrados na Tabela 4. Ao avaliar os tipos de adubos, obteve-se diferença para as variáveis de matéria verde total (MVT), material senescente (MSN) e colmo (CL). Analisando a influência da densidade de plantio de Moringa, observou-se diferença para folhas (F) e material senescente (MSN).

Tabela 4 - Produção de matéria verde e matéria seca total, porcentagens de folhas, colmos e material morto em pastagem de *Urochloa decumbens* com diferentes tipos de adubo e diferentes densidades de plantio de Moringa em sistema silvipastoril

	Controle			Adubo Químico			Biossólido			EP	P1	P2
	Sem Moringa	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	Sem Moringa	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	Sem Moringa	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla			
MVT (Kg ha ⁻¹)	4330,24	5004,80	4704,20	5163,00	5243,60	5240,80	4244,20	4776,60	4738,40	100,71	0,02	0,20
MST (Kg ha ⁻¹)	2503,92	2813,72	2800,60	2896,68	2851,28	2932,88	2464,20	2864,80	2794,20	79,10	0,54	0,42
Folha (%)	24,41	25,90	22,03	24,11	26,14	23,47	22,88	24,77	22,04	0,36	0,31	0,00
Colmo (%)	21,42	22,84	24,88	24,67	24,76	22,49	19,90	22,43	19,98	0,42	0,01	0,41
Material Senescente (%)	54,17	51,26	53,09	51,22	49,09	54,03	57,22	52,80	57,99	0,67	0,02	0,04

MVT= Matéria verde total; MST= Matéria seca total; EP= Erro padrão; P1= Interação entre os tipos de adubação P2= Interação entre as densidades de linhas de plantio de Moringa.

A maior produção de matéria verde total ocorreu nas parcelas com adubo químico, seguida pelas sem adubação e biofósforo, as médias de produtividade foram 5.215,80, 4.679,74 e 4.586,40 kg ha⁻¹ respectivamente. Esse resultado se deve ao fato de que o adubo químico é prontamente biodisponibilizado para as plantas, levando a resposta imediata, já os adubos orgânicos (biofósforo) necessitam passar pelo processo de mineralização para tornar-se biodisponível as plantas, levando assim maior tempo para demonstrar seu efeito (FIGUEIREDO et al, 2012; PEIXOTO FILHO et al, 2013).

A presença da Moringa alterou a produção de material senescente, a menor média ocorreu nas parcelas com Moringa em fileira simples (51,05%), seguida pelas parcelas sem Moringa (54,20%) e Moringa em fileira dupla (55,03). Em relação aos adubos, o adubo químico obteve a menor média (51,44%), seguido do tratamento sem adubação (52,84%) e com biofósforo (56%). Fato explicado, que a alta porcentagem de material senescente está relacionada com a falta de corte (pastejo e/ou roçada), pois ao decorrer do ciclo as plantas envelhecem perdendo a umidade e qualidade (HODGSON, 1990).

Para a porcentagem de folhas apenas os tratamentos com Moringa apresentaram diferença, sendo a maior taxa foi com Moringa em fileira simples (25,60%), seguida por sem Moringa (23,80%) e Moringa em fileira dupla (22,51%). Já para colmo a diferença foi obtida apenas para os tipos de adubo, tendo menor porcentagem para o biofósforo (20,77%), sem adubo (23,04%) e adubo químico (23,97%).

A relação folha/ material senescente demonstra os melhores resultados para os tratamentos com adubo químico (0,47) e Moringa em fileira simples (0,50), seguidos por sem adubação (0,45) e biofósforo (0,41), assim como Moringa em fileira dupla (0,40) e sem Moringa (0,37).

Ao avaliar a relação folha/colmo os melhores resultados ocorrem nas parcelas com adubo químico (1,02) e com Moringa em fileira dupla (1,00), subsequente temos as parcelas sem adubação (1,04) e com biofósforo (1,11), ao considerar a densidade de Moringa, temos em segundo os tratamentos sem Moringa (1,08) e por último os com adubo químico (1,13).

A relação folha/colmo tem sido utilizada como parâmetro para determinar a qualidade das pastagens (SANTOS et al, 2011). Pinto, Gomide e Maestri (1994) recomenda uma relação folha/colmo de no mínimo 1,0 para determinar uma boa qualidade de pastagem, valor esse atingido por todos os tratamentos desse estudo, garantido assim uma pastagem qualidade satisfatória para pastejo.

Tanto para relação LF/MSN e LF/COL o adubo químico e a presença de moringa mostra-se superior aos outros tratamento, o que pode estar ligado a maior disponibilidade de nitrogênio a forrageira nesses sistemas (acredita-se que a moringa mesmo em fase de implantação pode aumentar essa disponibilidade através dos *rizóbios*contidos em sua raiz), favorecendo o acúmulo de massa verde de forragem.

Para Euclides et al. (2000) e Brâncio et al. (2003) o consumo de pastagem está diretamente ligado a quantidade de folha verdes disponíveis, dessa forma se a quantidade de material senescente ou colmo for maior que o de folhas verdes o consumo diminuirá, mesmo com altos teores de matéria seca total, confirmando a importância da relação LF/MSN e LF/COL na qualidade da forrageira e na nutrição animal.

No período total de 360 dias não foi observada diferença para as variáveis bromatológicas dos diferentes tipos de adubos. Entretanto, avaliando isoladamente a densidade de plantio da Moringa verifica-se efeitos sobre a matéria seca e fibra em detergente ácido (Tabela 5).

Tabela 5 - Análise químico-bromatológica da *Urochloa decumbens* com diferentes tipos de adubo e diferentes densidades de plantio de Moringa.

	Controle			Adubo Químico			Biossólido			EP	P1	P2	P3
	Sem Moringa	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	Sem Moringa	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	Sem Moringa	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla				
MS (%)	39,84	50,20	53,24	50,41	47,77	51,51	52,51	51,04	50,95	0,70	0,09	0,04	0,00
MM (%)	5,04	4,99	4,62	4,51	4,82	4,37	4,77	4,93	4,93	0,07	0,13	0,31	0,65
PB (%)	5,24	5,27	5,30	5,25	5,08	4,87	4,94	5,15	5,60	0,09	0,59	0,85	0,38
FDN (%)	69,53	69,45	68,98	69,83	70,31	70,44	69,60	69,20	69,87	0,21	0,20	0,97	0,82
FDA (%)	34,48	32,86	32,24	34,16	33,56	33,39	33,66	32,59	33,73	0,19	0,53	0,04	0,29
EE (%)	1,45	1,67	1,44	1,46	1,37	1,36	1,61	1,53	1,42	0,02	0,05	0,11	0,18

MS= matéria seca; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; EE= Extrato Etéreo; EP= Erro padrão; P1= Interação entre os tipos de adubação; P2= Interação entre as densidades de linhas de plantio de Moringa; P3= Interação entre tipos de adubação e densidades de linha de plantio da moringa.

A maior porcentagem de MS é atribuída para o tratamento com Moringa em fileira dupla com 51,9%, seguida de Moringa em fileira simples 49,67% e sem Moringa 47,58%, o que demonstra que a moringa altera o sistema, isso pode estar relacionado a habilidade de fixação de nitrogênio da Moringa em associação com as bactérias fixadoras de N.

Porém, as plantas desse estudo estavam em fase de implantação e mediam no fim do primeiro ano em média 1,5 metros, fase que não expressiva troca de folhagem, a qual em contato com solo faz a devolução do nitrogênio. Além disso, as plantas não foram retiradas para a análise da presença e atividade dos *rizóbios*, sendo assim não podemos afirmar que a melhora nos índices de MS estão relacionadas a fixação de nitrogênio pela Moringa, apenas supor que essa melhora ocorreu devido a essa atividade, já que é o diferencial entre as parcelas.

Nesse contexto, pode-se dizer que quanto mais denso um arranjo de Moringas (maior número de plantas por área), maior concentração de N disponível dentro do sistema, acarretando um aumento da massa de forragem e conseqüentemente da matéria seca da mesma.

A fibra em detergente ácido é formada pela celulose e lignina, esses dois compostos tornam a planta menos digestível, portanto, quanto maior o teor de FDA em um alimento menor será sua digestibilidade e qualidade, o valor ideal de FDA para gramíneas forrageiras é de 40% (VAN SOEST, 1994). Os valores médios encontrados no presente estudo estão dentro do ideal, sendo que nos tratamentos sem Moringa obteve-se 34,10% de FDA, Moringa em fileira dupla com 33,12% e Moringa em fileira simples com o menor valor de 33,03%.

O teor de FDN do presente estudo (69,69%) está acima do teor indicado para forrageiras por VAN SOEST (1994), que é de 60% na MS, afetando negativamente a ingestão de forragem pelos animais. Plantas mais velhas sofrem o efeito de senescência natural o que causa uma maior lignificação (BUENO et al, 2000; PELLEGRINI et al, 2016), sendo assim o fato da pastagem não ter sido cortada (pastejo e/ou roçada) durante o período de um ano, aumentou o teor de FDN, deixando-o maior que a média indicada, diminuindo a qualidade da pastagem

Os níveis de proteína bruta do presente estudo obtiveram uma média de 5,18%, sendo assim abaixo do ideal para um bom desenvolvimento dos animais, isso ocorre devido à falta de utilização da forrageira que se encontravam em estágio de senescência, fase essa que diminui a porcentagem de proteína bruta na planta pelo decréscimo do conteúdo celular (GONÇALVES, 2002). Diversos autores relatam essa diminuição do teor de proteína bruta em períodos longos de pousio, como RAM E SINGH (2007) cita a queda do teor de PB quando aumenta o intervalo de corte, MÁRQUEZ (2007) avaliando capim elefante, FERRI (2011) para o *Panicum coloratum* na Argentina, ORTEGA-GÓMEZ (2011) com dez tipos de gramíneas no México durante o período chuvoso e MAULANA E TESSO (2013) na cultura do sorgo.

O nível de extrato etéreo observado no presente estudo foi de 1,48% em média na MS, o ideal deve ser inferior a 6% para não limitar o consumo de matéria seca. Cardoso et al. (2006) enfatizaram que o teor médio de EE em forrageiras variam até 4%, porém ao decorrer do ciclo o EE presente nas folhas e colmo reduz, devida a translocação para os grãos/sementes.

O teor de matéria mineral dos tratamentos demonstrou uma média de 4,77% estando dentro do limite para evitar problemas com a mineralização ou efeitos sobre o consumo.

A baixa eficiência do biofósforo pode estar ligada ao fato desse adubo ainda estar passando pela fase de mineralização, não estando totalmente biodisponível para a cultura (FIGUEIREDO et al, 2012; PEIXOTO FILHO et al, 2013), dessa forma é necessário a avaliação desse tipo de adubo por um período maior, assim como avaliações mais complexas, para observar essa taxa de mineralização.

A Moringa demonstra sinais de eficiência mesmo em fase de implantação, porém também faz-se necessário um período maior de análise, para que a planta demonstre todo seu potencial e sua contribuição para melhora da degradação da área ou da pastagem.

CONCLUSÃO

Através dos dados obtidos nesse estudo para a recuperação de pastagem degradada o uso de adubo químico se mostra mais eficiente do que a utilização de biossólido no primeiro ano de estabelecimento das técnicas, assim como o menor adensamento no plantio da moringa.

Para melhor esclarecimento do uso dessas técnicas é necessário um período maior de avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Energy and protein requirement of ruminants. Wallingford: **Centre for Agriculture and Bioscience Internacional**. 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 13.ed. Washington, 2000. 1015p.

BRÂNCIO, P. A.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; FONSECA, D. M. da; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmos e material morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 55-63, 2003.

BUENO, M. F.; MATTOS, H. B.; COSTA M. N. X.; PIEDADE, S. M. de S.; LEITE, W. B. de O. Épocas de vedação e de uso no capim-Marandu. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 57, n. 1, p. 1-9, 2000.

CONAMA- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 375/2006: Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências, 2006.

DIAS-FILHO, M. B. Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia: desafios, oportunidades e perspectivas. In: SAMBUICHI, R. H. R.; SILVA, A. P. M. da; OLIVEIRA, M. A. C. de; SAVIAN, M. (Org.). Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas. Brasília, DF: **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, 2014a. p. 149-169.

EUCLIDES, V. P. B.; CARDOSO, E. G.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 2200- 2208, 2000.

FERRI, C. M. The seasonal and inter-annual patterns of biomass accumulation and crude protein in kleingrass (*Panicum coloratum*) in the semiarid pampean region of Argentina. **Ciencia e Investigación Agropecuaria**, Santiago, v. 38, n. 2, p. 191-198, 2011.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.30, n.1, p.175-179, 2012.

GARCEZ NETO, A. F.; GARCIA, R.; MOOT, D. J.; GOBBI, K. F. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 1, p.42-50, 2010.

HODGSON, J.. Grazing management. **Science into practice**. Longman Group UK Ltd, 1990.

KNOPIK, M.A; Rufine, R.; BITTENCOURT, S.; GASPAROTTO, F. Aporte de nutrientes em solos tratados com lodo de esgoto: estudo de caso da região de Campo Mourão, Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 7, n. 3, Edição Especial Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, p.379-389, ago. 2018.

MÁRQUEZ, F.; SÁNCHEZ, J.; URBANO, D.; DÁVILA, C. Evaluación de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). Rendimiento y contenido de proteína. **Zootecnia Tropical**, Luz, v. 25, n. 4, p. 253-259, 2007.

MARTIN, T.N.; VIEIRA, V.C.; MENEZES, L.F.G.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; STORCK, L. (2012). Bromatological characterization of maize genotypes for silage. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 34 (4), 363-370.

MAULANA, F.; TESSO, T. T. Cold temperature episode at seedling and flowering stages reduces growth and yield components in sorghum. *Crop Science*, v.53, p.564-574, 2013.

MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science*, v.88, p.645-665, 1977.

MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: **Academic Press**, 1990. 483 p.

NAVE, R.L.G.; PEDREIRA, C.G.S.; PEDREIRA, B.C. Nutritive value and physical characteristics of Xaraes palisadegrass as affected by grazing strategy. *S. Afr. J. Animal Sciences*, v.40, p.285-293, 2010.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science*, v.92, n.2, p.499-503, 1979.

ORTEGA-GÓMEZ, R.; CASTILLO-GALLEGOS, E.; JARILLO-RODRÍGUEZ, J.; ESCOBARHERNÁNDEZ, R.; OCAÑA-ZAVALETA, E.; VALLES de LA MORA, B. Nutritive quality of ten grasses during the rainy season in a hot-humid climate and ultisol soil. *Tropical and Subtropical AGROECOSYSTEMS*, MÉRIDA, V. 13, N. 3, P. 481-491, 2011.

PEIXOTO FILHO, U.J.; FREIRE, M.B.S.; FREIRE, F.J.; MIRANDA, M.F.A.; PESSOA, L.G. & KAMIMURA, K.M. - Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 17, n. 4, p. 419-424, 2013.

PELLEGRINI, C.B.; MEDEIROS, R.B.; CARLOTTO, S.B. Valor nutritivo de uma pastagem nativa dominada por *eragrostis plana* nees e sua relação com o perfil metabólico de vacas primíparas suplementadas da gestação ao pós-parto. *Ciência Animal Brasileira*, v.17, p.154-163, 2016.

PEREIRA, L.E.T.; PAIVA, A.J.; SILVA, S.C. Sward structure of marandu palisadegrass subjected to continuous stocking and nitrogen-induced rhythms of growth. **Science Agriculture**, v.67, p.531-539, 2010.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 13 ed. Nobel, **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo**, Piracicaba, 1990, 468p.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 313-326, 1994.

RAM, S.N.; SINGH, B. Growth yield and quality of forage sorghum by intercropping, harvesting time and nitrogen fertilization under rainfed conditions. **Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development**, v.18, p.167-172, 2007.

RESENDE, A. S. ; CHAER, G. M. ; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, A. P.; LIMA, K. D. R.; CURCIO, G. R. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas. In : Tópicos em Ciências do Solo, Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2013, v. 8, p. 71-92.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; MAGALHAES, M. A.; SILVA, S. P.; CASAGRANDE, D. R.; BALBINO, E. M.; GOMES, V. M. Estrutura e valor nutritivo do pasto diferido de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk durante o período de pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Mossoró, v. 1, n. 1, p. 112-122, 2011.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte**, v. 59, n. 4, p.1029-1037, 2007.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. Brasília: **EMBRAPA**. 2004

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. User's guide. Cary: **SAS Institute**, Versão 9.2, 2009.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. New York: **Cornell University Press**, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P.J. Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal Animal Science**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

CAPÍTULO 2

Qualidade nutricional da *Moringa oleífera* em sistema silvipastoril utilizando biofósforo

Rafaela Thais Benedito Alves¹; Denílson de Oliveira Guilherme¹; Rodrigo Gonçalves Mateus¹;

¹Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: rafahbenedito@gmail.com; denilson@ucdb.br; rf4789@ucdb.br;

Resumo: O estudo objetivou avaliar os teores químicos-bromatológicos e digestibilidade *in vitro* da *Moringa oleífera lamark* produzida sob diferentes densidades de plantio e tipos de adubo. O experimento foi desenvolvido na base de pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco - Fazenda Lagoa da Cruz, Campo Grande-MS. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições em esquema fatorial 2 x 3, com duas densidades de plantio de Moringa (simples e dupla) e três tipos de adubação (biofósforo, adubo químico e sem adubação). As amostras foram submetidas as análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* (matéria seca (DIVMS), matéria orgânica (DIVMO), fibra em detergente neutro (DIVFDN), fibra em detergente ácido (DIVFDA) e proteína bruta (DIVPB). Para as variáveis de MS, MO, PB, FDA, DIVMS, DIVFDN e DIVPB observou-se efeito no teste de Tukey ($p < 0,05$), demonstrando melhores resultados para os tratamentos com Moringa em fileira dupla com adubo químico, demonstrando que a adubação no cultivo dessa leguminosa aumenta sua qualidade nutricional, maximizando os ganhos na nutrição de animal.

Palavra-chave: Alimentos Alternativos, leguminosas, lodo de esgoto

Chemical-bromatological composition and in vitro digestibility of oil Moringa using biosolids in silvopastoral system

Abstract: The study aimed to evaluate the chemical-bromatological levels and in vitro digestibility of Moringa, oleifera Lamark produced under different planting densities and types of fertilizer. The experiment was developed in the research base of the Catholic University Dom Bosco - Farm Lagoa da Cruz, Campo Grande-MS. The experimental design was in completely randomized blocks, with five replications in a 2 x 3 factorial scheme, with two planting densities of Moringa (single and double) and three types of fertilization (biosolid, chemical fertilizer, and without fertilization). The samples were subjected to analysis of dry matter (DM), organic matter (MO), crude protein (PB), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), in vitro digestibility (dry matter (DIVMS), organic matter (DIVMO), neutral detergent fiber (DIVFDN), acid detergent fiber (DIVFDA) and crude protein (DIVPB). in the Tukey test ($p < 0.05$), showing better results for the treatments with Moringa in a double row with chemical fertilizer, demonstrating that the fertilization in the cultivation of this legume increases its nutritional quality, maximizing the gains in animal nutrition.

Keywords: Alternative Foods; Biosolid; legumes

INTRODUÇÃO

Na última década, a região do centro-oeste destacou-se como a grande propulsora do agronegócio brasileiro da carne bovina e da produção de leite, predominante em regime de pastagens. A perda da capacidade produtiva das pastagens e seus impactos sobre a rentabilidade e o comprometimento da sustentabilidade da atividade são facilmente percebidos. Tal conduta, na maioria das vezes, determina o insucesso do setor.

O baixo valor nutritivo dos volumosos fornecidos aos bovinos tem limitado a expressão do alto potencial genético dos animais. A introdução de leguminosas na alimentação de bovinos promove aumento na produção, e no desempenho animal pelo fornecimento da dieta com qualidade superior. Além disso, o uso de leguminosas no sistema contribui para o aumento da produção de matéria seca da pastagem, pela incorporação de nitrogênio atmosférico ao sistema solo-planta (Barcellos et al, 2008).

O uso de leguminosas na alimentação animal têm como objetivo diminuir ou eliminar o déficit nutricional em determinadas épocas do ano. Dentre as leguminosas existentes no Brasil, a *Moringa oleífera* Lamark é uma leguminosa arbórea que possui grande potencial nutricional na alimentação animal (Nkakwana et al, 2014). O uso desta leguminosa pode ser feito no cocho na forma de silagem ou feno, em bancos de proteína e ainda podendo ser utilizada em sistemas silvipastoril.

Nesse contexto, a *Moringa oleífera* apresenta-se como excelente alternativa de uso, em virtude do seu potencial nutritivo e alta versatilidade de utilização. Além dos altos teores de proteína e aminoácidos essenciais, ainda apresentam conteúdo significativo de fibra, compostos antioxidantes, como polifenóis e vitaminas, sendo também abundantes em carotenoides e cálcio (Moura et al, 2010; Moyo et al, 2011). Contudo suas características nutricionais podem variar em função da biodisponibilidade de nutrientes do solo, fatores climáticos, bem como do adensamento de plantio.

Conhecer a quantidade e a qualidade da dieta consumida pelos animais é de extrema importante uma vez que, a resposta produtiva se dá em função do tipo de alimento, do consumo, digestibilidade e metabolismo dos nutrientes (Marchi et al, 2010). Visto isso, o intuito deste trabalho foi determinar o valor bromatológico e a digestibilidade *in vitro* da *Moringa oleífera* Lamarck cultivadas sob diferentes densidades de plantio e tipos de adubação, para elucidar seu potencial uso na alimentação animal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na base de pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco, Fazenda Lagoa da Cruz em uma área de dois (02) hectares de integração pecuária floresta, tendo a Moringa oleífera como componente arbóreo, pertencente ao município de Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul, situado a 530 m de altitude, 20°27' S e 54°37' W, cujo clima apresenta temperatura média anual de 23,5°C, com média das mínimas de 19°C e das máximas de 30°C; umidade relativa de 68% e precipitação pluviométrica de 1.400 mm anuais. As análises laboratoriais ocorreram no Laboratório de Biotecnologia Aplicada à Nutrição Animal do Centro de Tecnologia e Estudos do Agronegócio, situado na Fazenda Lagoa da Cruz-UCDB.

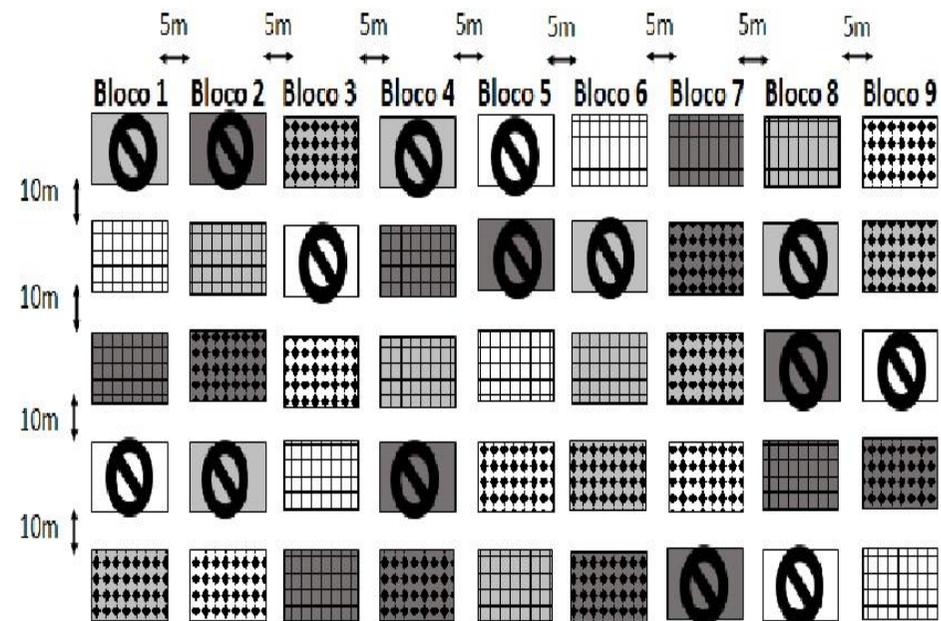
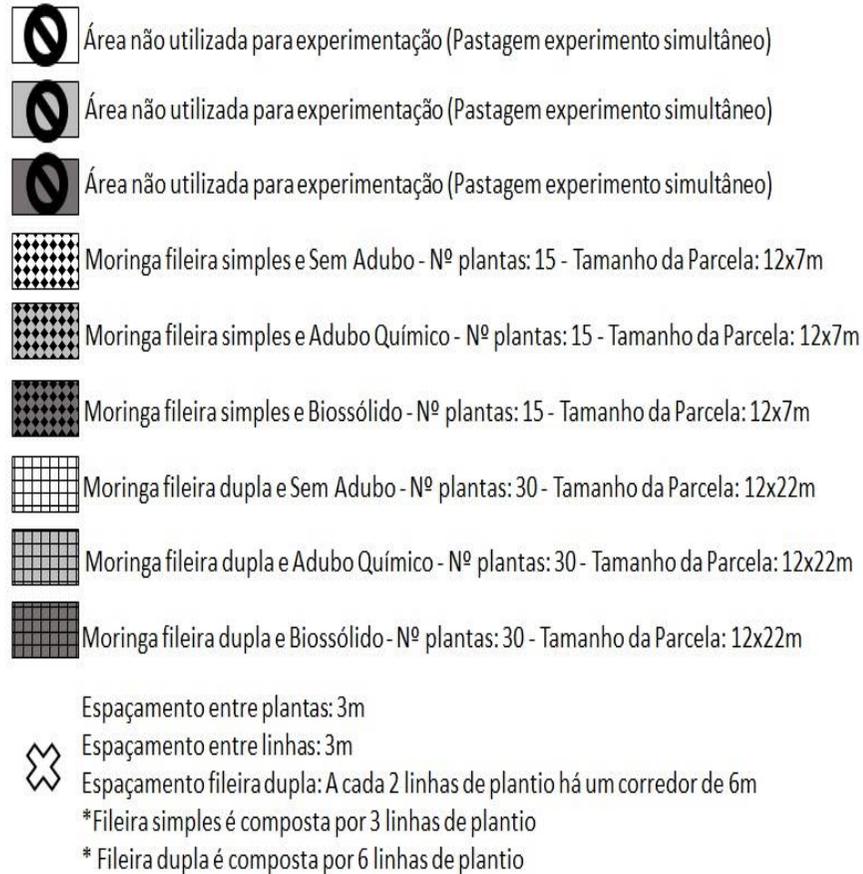
A área experimental tem um solo tipo Neossolo Quartzarênico órtico (Embrapa, 2018), com estrutura física inicial na camada de 0 á 20 centímetros de 89% de areia, 6,5% de argila e 4,5% de silte.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições por tratamento, em esquema fatorial 2 x 3, sendo constituído por duas densidades de linhas de plantio de Moringa (simples e dupla) e três fatores atribuídos aos tipos de adubação (adubo químico, biossólido e sem adubação), totalizado 30 unidades experimentais, respeitando os princípios básicos da experimentação: repetição, casualização e controle local (PIMENTEL GOMES, 1990). Os tratamentos foram dispostos conforme a Figura 6.

As mudas de Moringa foram produzidas em sacos de polietileno de baixa densidade com furos para a drenagem de água, os quais foram preenchidos com substrato em sua totalidade, colocado uma semente por saco na profundidade de 1 centímetro, após a semeadura os sacos foram mantidos em estufa agrícola com irrigação por microaspersão automática, onde permaneceram até as plantas atingirem uma média de 30 centímetros de altura, momento que realizou-se a transferência das mudas para o campo experimental.

O plantio das mudas de Moringa ocorreu em janeiro de 2019 em sistema silvipastoril (SSP), com plantio em linhas simples e duplas. O espaçamento está demonstrado na Figura 6.

Figura 6 – Croqui área experimental – Folha de Moringa



Em maio de 2019 foi realizada adubação na área experimental, a adubação foi baseada na exigência da pastagem presente nos blocos experimentais e não nas necessidades na moringa. Foi utilizado biossólido e adubo químico como fonte de adubação.

A quantidade de biossólido utilizado foi baseada na Resolução Conama 375/06, a qual determina que a quantidade de biossólido aplicada deve ser baseada no seguinte cálculo:

$$\text{Taxa de aplicação (t ha}^{-1}\text{)} = \text{N recomendado (kg ha}^{-1}\text{)} / \text{N disponível (kg/t)}$$

Onde:

N recomendado = Quantidade de nitrogênio recomendada para a cultura, segundo a recomendação oficial do estado.

N disponível = Cálculo segundo o anexo 3 da Resolução Conama 375/06

O anexo 3 da Resolução Conama 375/06 determina como cálculo para o nitrogênio disponível no biossólido a seguinte equação:

$$\text{N disponível} = (\text{FM}/100) \times (\text{NKj}-\text{NNH3}) + 0,5 \times (\text{NNH3}) + (\text{NNO3} + \text{NNO2})$$

Onde:

FM= Fração de mineralização do nitrogênio (%);

Nitrogênio Kjeldahl (nitrogênio Kjeldahl = nitrogênio orgânico total + nitrogênio amoniacal (N_{Kj}) (mg/kg);

Nitrogênio amoniacal (N_{NH4}) (mg/kg);

Nitrogênio Nitrato e Nitrito ($N_{NO3} + N_{NO2}$) (mg/kg).

Como citado anteriormente a adubação levou em consideração as exigências da pastagem, sendo assim a quantidade de nitrogênio de estabelecimento para a *Urochloa decumbens* recomendada para região do cerrado brasileiro é de 40 kg ha⁻¹ por ano (SOUZA et al, 2004).

Baseado nos cálculos do anexo 3 da Resolução Conama 375/06 o N disponível no biossólido utilizado no experimento foi de 6,8kg/t.

Sendo assim a dose de biossólido aplicada no experimento foi de 5,8 t ha⁻¹, sendo assim nas parcelas de 84m² foram aplicados 57,12kg de biossólido e nas parcelas com 264m² a aplicação foi de 179,52 kg de biossólido.

Segundo SOUZA et al, (2004), a adubação de estabelecimento da *Urochloa decumbens* é de 40kg de P₂O₅/ha⁻¹/ano, 40kg de K₂O/ha⁻¹/ano e 40kg de N/ha⁻¹/ano.

No experimento foram aplicados 285kg ha⁻¹ do formulado 4-14-8 a base de N-P-K, quantidade que supriu 40kg de P₂O₅, 23kg do K₂O e 11,5 do N recomendados para o estabelecimento da pastagem. Para suprir os 28,5kg de N faltantes, foram utilizados 62kg ha⁻¹ de ureia 46%.

Assim, nas parcelas de 84m² foram aplicados 2,4kg do 4-14-8 + 0,520kg de ureia 46% e nas parcelas com 264m² aplicou-se 7,6kg de 4-14-8 + 1,630kg de ureia 46%.

Para a base de cálculos, foram utilizadas as recomendações de SOUZA et al, (2004) para o estabelecimento da pastagem *Urochloa decumbens*, ainda que a pastagem da área experimental já estivesse estabelecida a 20 anos, essa escolha deu-se pelo fato de que a mais de 10 anos a área não recebia nenhum tipo de adubação, sendo assim o solo estava pobre em nutrientes e apenas a adubação de cobertura não seria suficiente para a recuperação desta pastagem.

Durante o período experimental houve um intenso ataque de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*, ocasionando a perda de muitas plantas de Moringa. O controle das formigas foi realizado com produtos à base Fipronil 250g/L. Devido a perda de muitas plantas pelo ataque das formigas, realizou-se em dezembro de 2019, o plantio de novas mudas de Moringa e adubação direcionada na base das mudas recém-plantadas e das plantas de Moringa já estabelecidas na área, com 300g de adubo químico N-P-K (50-14-8) a fim de aumentar a nutrição das plantas e ajudar no reestabelecimento dessas após o ataque das formigas.

Em junho de 2020 realizou-se a coleta de folhas e colmos da Moringa em cada parcela experimental, ao final da coleta as 5 amostras de cada tratamento foram misturadas, formando uma amostra composta por tratamento, totalizando assim 6 amostras compostas destinadas as análises bromatológicas. As

amostras foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas, pesadas e levadas para estufa de 65°C por 72 horas, após esse período as amostras foram novamente pesadas para determinação da matéria seca ao ar (ASA) e moídas em moinho tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm e armazenadas em sacos plásticos individuais.

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) foram determinados de acordo, respectivamente, com os métodos 930.15, 942.05, 976.05 e 920.39 (AOAC, 2000). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelos métodos descritos por Licitra et al, (1996) e Mertens (2002). Para os ensaios de digestibilidade *in vitro* da fibra, proteína bruta, matéria seca e matéria orgânica, foi utilizada a técnica descrita por Tilley e Terry (1963).

Para a elaboração do banco de dados, foi utilizado o aplicativo Excel e os dados submetidos à análise de variância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey, a um nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$), utilizando o software R Studio (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises químico-bromatológicas apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$), para as variáveis de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente ácido (FDA) (Tabela 6).

Tabela 6 - Composição químico-bromatológica da Moringa Oleifera Lamark com diferentes densidades de plantio e adubos

Variáveis	Controle		Químico		Biossólido		P
	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	
MS (%)	27,05a	25,02c	26,58b	24,37e	26,84f	25,98d	<0,001
MO (%)	91,38b	91,50b	91,79a	91,57b	91,31b	91,78a	0,02
PB (%)	34,76b	35,55b	35,72b	43,46b	36,74b	37,00a	0,006
FDN (%)	34,12	32,87	34,43	31,24	35,10	28,26	0,20
FDA (%)	15,21a	15,11a	17,95a	9,81c	14,09b	14,44b	0,008

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; p: probabilidade de erro; Letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Para a variável de matéria seca todos os tratamentos diferiram entre si, sendo os melhores resultados observados no tratamento com Moringa em fileira simples sem adubo, seguido por Moringa em fileira simples com adubo químico, Moringa em fileira dupla sem adubo, Moringa em fileira dupla com biossólido, Moringa em fileira dupla com adubo químico e Moringa em fileira simples com biossólido. Considerando apenas a MS o uso de adubos não se torna necessário, demonstrando que a Moringa pode ter um desenvolvimento satisfatório sem a necessidade de fertilização, como relatado por (FUGLIE, 2001 & HDRA, 2002).

A média de MO do presente estudo foi de 91,55%, sendo os tratamentos com Moringa em fileira simples com adubo químico e Moringa em fileira dupla com biossólido superiores aos demais tratamentos, dessa forma para atribuir maior nível de MO na planta o uso de adubo se torna importante. Estudos como o de Bakke et al, (2010), Caro et al, (2018), Delfino et al, (2019) demonstram uma média de 92,80%, 88,12%, 91,85% de MO respectivamente, corroborando com a porcentagem média obtida no presente estudo.

Os níveis de proteína bruta foram superiores nos tratamentos com Moringa em fileira dupla com adubo químico, isso pode estar ligado a uma maior ciclagem de nutrientes quando se tem um maior número de plantas, já que a Moringa é fixadora de nitrogênio atmosférico no sistema solo-planta (CERETTA et al, 1994; SILVA et al, 2015) e o nitrogênio presente na planta é o que atribui a porcentagem de proteína nessa, já que a proteína é um composto nitrogenado.

Segundo WERNER et al, (1967) e BARBERO et al, (2009), reposição de nitrogênio no solo favorece o crescimento da plantas, assim como maior concentração desse elemento na mesma, o que culmina numa maior quantidade de proteína, tornando-as altamente nutritiva para os animais.

Entretanto, a maior porcentagem de proteína nas folhas da moringa não podem ser atribuída totalmente a ciclagem de nitrogênio por essa, pois as plantas desse estudo estavam em fase de implantação e mediam no fim do primeiro ano em média 1,5 metros, fase que não pode-se afirmar que já está ocorrendo essa fixação do N atmosférico. Além disso as plantas não foram retiradas para a análise da presença e atividade dos *rizóbios*, o que também deixa dúvidas em relação a essa ciclagem e a fixação de nitrogênio na planta.

Para o aumento do teor de proteína o adubo químico foi mais eficiente, provavelmente pela reposição mais rápida de nitrogênio na planta, já que esse adubo é prontamente biodisponibilizado as plantas, diferente do que ocorre no bio sólido que demanda um maior período e a atividade de microrganismos para tornar os nutrientes biodisponível, sendo assim em um ano o bio sólido não expressa sua total eficiência (FIGUEIREDO et al, 2012; PEIXOTO FILHO et al, 2013).

O baixo nível de fibra torna os alimentos mais digestíveis, tornando-as melhores para utilização na alimentação animal (Norton, 1994). Para a variável FDN o menor nível ocorreu no tratamento Moringa em fileira dupla com bio sólido e para FDA no tratamento Moringa em fileira dupla com adubo químico.

O maior número de plantas pode aumentar a umidade do solo, fator que está intimamente ligado aos menores índices de fibra na planta (GARCEZ NETO et al, 2010). Segundo VAN SOEST (1994), os níveis ideais de FDN e FDA para

um bom funcionamento do rumem são de 60% e 40% respectivamente. Sendo assim, as médias de 32,67% de FDN e 14,43% de FDA estão dentro do ideal para a utilização da Moringa na nutrição animal.

A digestibilidade *in vitro* da Moringa oleífera (Tabela 7), demonstram diferença estatística ($p < 0,05$) para as variáveis de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e digestibilidade *in vitro* da proteína bruta (DIVPB).

Tabela 7 - Digestibilidade *in vitro* da Moringa Oleífera Lamark com diferentes densidades de plantio e tipos de adubos.

Variáveis	Controle		Químico		Biossólido		P
	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	Moringa em fileira simples	Moringa em fileira dupla	
DIVMS (%)	90,40c	89,40c	91,77c	93,01a	92,78b	91,61c	0,02
DIVMO (%)	88,78	88,70	89,61	92,50	90,33	89,18	0,10
DIVFDA (%)	82,23	76,00	84,91b	87,13b	88,12	80,73	0,004
DIVFDN (%)	67,20c	61,39c	76,40a	59,47b	74,20a	69,21c	0,08
DIVPB (%)	94,22b	91,85b	95,26b	94,30b	97,38a	93,82b	0,01

DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO: : digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; DIVFDA: : digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido; DIVPB: : digestibilidade *in vitro* da proteína bruta; p: probabilidade de erro; Letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Quando os tratamentos são avaliados levando em consideração os níveis de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, foram observados os maiores níveis nos tratamentos com Moringa em fileira dupla e adubo químico. Mesmo que os tratamentos sem adubação atribuíram um maior teor de matéria seca em relação aos tratamentos com adubos, essa matéria é menos digestível, quando comparada com os tratamentos adubados, portanto é mais vantajoso o uso de um tratamento que possibilite menor porcentagem de matéria seca total, porém com maior digestibilidade, tendo um melhor aproveitamento pelos animais.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro demonstra o melhor resultado no tratamento com Moringa em fileira simples com adubo químico. Esse resultado demonstra que os tratamentos com adubo químico são

superiores, já que a maior digestibilidade da fibra é de extrema importância para a nutrição de ruminantes.

A maior digestibilidade da proteína bruta ocorreu nos tratamentos com moringa em fileiras simples e adubo químico. O uso de adubo químico na Moringa aumenta a eficiência alimentar dessa, pois atribui um maior valor proteico ao alimento e uma maior taxa de digestibilidade dessa proteína, fatores esses de suma importância para alimentação animal.

A baixa eficiência do biossólido está ligada com a fator desse adubo ainda estar passando pela fase de mineralização, não estando totalmente biodisponível para a cultura (FIGUEIREDO et al, 2012; PEIXOTO FILHO et al, 2013), dessa forma é necessário a avaliação desse tipo de adubo por um período maior, assim como avaliações mais complexas, para observar essa taxa de mineralização.

A Moringa demonstra sinais de eficiência mesmo em fase de implantação, porém também se faz necessário um período maior de análise, para que a planta demonstre todo seu potencial.

CONCLUSÃO

Baseado nesse estudo recomenda-se no primeiro ano de estabelecimento o cultivo da Moringa em fileiras duplas e com adubo químico, pois apresentam melhores porcentagem de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, sendo assim superiores nutricionalmente para uso na alimentação animal, quando comparada aos outros tratamentos.

Para melhor determinação do tipo de adubação e densidade de plantio que melhor se adapta a Moringa é necessário um período maior de avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKKE, I. A., SOUTO, J.S., SOUTO, P.C., BAKKE, O.A. características de crescimento e valor forrageiro da Moringa (*Moringa oleífera lam.*) Submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 7, n. 2, p. 133-144, abr./jun. 2010.

BARBERO, L. M.; CECATO, U.; LUGÃO, S. M. B.; et al. Produção de forragem e componentes morfológicos em pastagem de coastcross consorciada com amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 788-795, 2009.

CARO Y., BUSTAMANTE D, DIHIGO L. E. E LY J. Digestibilidad aparente de nutrientes en dietas de forraje de Moringa oleifera para conejos en crecimiento. **Livestock Research for Rural Development**. Volume 30, Article 1., 2020.

CERETTA, C.A., AITA, C., BRAIDA, J.A. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 215-220, 1994.

DELFINO, G. de O. A.; MUNIZ, E. N.; SOBRAL, A. J. dos S.; SOUZA, E. Y. B.; RANGEL, J. H. de A.; PIOVEZAN, U.; SANTOS, R. D. dos; SOUZA, S. F. de; SANTOS, D. de O.; MUNIZ, A. V. C. da S. Caracterização bromatológica da folhagem e das sementes de Moringa oleifera. Seminário de iniciação científica e pós-graduação da embrapa tabuleiros costeiros, 9., 2019, Aracaju. Anais... Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**; Brasília, DF: Embrapa, 2019. Editor Técnico: Ronaldo Souza Resende.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.30, n.1, p.175-179, 2012.

FUGLIE, L. J. The Tree Miracle: Moringa oleifera: Natural Nutrition for the Tropics. Church World Service, Dakar . **Church World Service**, Dakar. 68PP, 2001.

GARCEZ NETO, A. F.; GARCIA, R.; MOOT, D. J.; GOBBI, K. F. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 1, p.42-50, 2010.

HDRA. The organic organization. **Coventry: The Tropical Advisory Service**, 2002. 16p.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MACAMBIRA, G.M., RABELLO C.B.V., NAVARRO, M.I.V., LUDKE, M.C.M.M., SILVA, J.C.R., LOPES, E.C., NASCIMENTO, G. R., LOPES, C.C., BANDEIRA, J.M., SILVA, D.A. Caracterização nutricional das folhas de Moringa oleifera (MOL) para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.2, p.570-578, 2018.

MARCHI, F. E.; FIGUEIROA, F.J.F.; SANTOS, G.T. et al. Consumo e digestibilidade aparente de vacas leiteiras alimentadas com grãos de girassol peletizadas e/ou tratados com lignosulfonato. In: **Simpósio da 47ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Anais... Salvador, 2010.

MÉNDEZ, Y., SUÁREZ, F. O., VERDECIA, D.M., HERRERA, R.S., LABRADA J.A., MURILLO B., RAMÍREZ J.L. Bromatological characterization of Moringa oleifera foliage in different development stages. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Volume 52, Number 3, 2018.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. 1. ed. Madison: **American Society of Agronomy**, 1994. p.450-493.

MOURA, A.S.; SOUZA, A.L.G.; OLIVEIRA JUNIOR, A.M. et al. Caracterização físico-química da folha, flor e vagem de Moringa (Moringa olifera

Lamarck). In: **ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA**, 2010, Aracaju. Anais... Sergipe: [s.n.], 2010.

MOYO, B.; MASIKA, P.J.; HUGO, A.; MUCHENJE, V. Nutricional characterization of moringa oleifera (*Moringa oleifera* lam) leaves. **African Journal Biotechnol.**, v.10, p.12925-12933, 2011.

MUTAYOBA, S.K.; DIERENFELD, E.; MERCEDES, V.A. et al. Determination of chemical composition and ant-nutritive components for Tanzanian locally available poultry feed ingredients. **International Journal of Poultry Science**, v.10, p.350-357, 2011.

NKAKWANA, T.T.; MUCHENJE, V.; PIETERSE, E. et al. Effect on *Moringa oleifera* leaf meal on growth performance, apparent digestibility, digestive organ size and carcass yield in broiler chickens. **Livestock Science**, v.161, p.139-146, 2014.

OLIVEIRA, P. P. A. Recuperação e reforma de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 24., 2007, Piracicaba. Produção de ruminantes em pastagens: Anais. Piracicaba: **Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz**, 2007. p. 39-73.

PEIXOTO FILHO, U.J.; Freire, M.B.S.; Freire, F.J.; Miranda, M.F.A.; Pessoa, L.G. & Kamimura, K.M. - Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 17, n. 4, p. 419–424, 2013.

SILVA, L.L.G.G; RESENDE, A.S; DIAS, P.F; CORREIA, M.E.F; SCORIZA, R.N. Soil macrofauna in wooded pasture with legume trees. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.7, p.1191-1197, jul, 2015.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. Mapa síntese da área de pastagem (MSP) para o território brasileiro. Goiânia: UFG. Lapig: **Instituto de Estudos Socio Ambientais**, 2016. Disponível em:

<<https://www.lapiq.iesa.ufg.br/lapiq/index.php/produtos/atlas-digital-das-pastagens-brasiliras>>. Acesso em: Agosto de 2020.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. New York: Cornell **University Press**, 1994.

WERNER, J.C.; PEDREIRA, J.V.S; CAIELE, E.L.; et al Estudo de parcelamento e níveis de adubação nitrogenada com capim pangola (*Digitaria decumbens* Stent). **Boletim da Industria Animal**, v.24, p.147-151, 1967.