



Organizadores:
Camila Pinheiro Nobre
Anna Christina Sanazario de Oliveira

Estudos ambientais e agronômicos

Resultados
para o
Brasil

2021



5
Volume

**CAMILA PINHEIRO NOBRE
ANNA CHRISTINA SANAZARIO DE OLIVEIRA
(Organizadores)**

**ESTUDOS AMBIENTAIS E
AGRONÔMICOS
RESULTADOS PARA O BRASIL**

VOLUME 5

**EDITORA PASCAL
2021**

2021 - Copyright© da Editora Pascal

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr. William de Jesus Ericeira Mochel Filho

Dr^a. Sinara de Fátima Freire dos Santos

Dr^a. Aurea Maria Barbosa de Sousa

Dr^a. Gerbeli de Mattos Salgado Mochel

Dr^a. Elba Pereira Chaves

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E82ca5

Coletânea Estudos Ambientais e Agronômicos: resultados para o Brasil / Camila Pinheiro Nobre e Anna Christina Sanazario de Oliveira (Org). São Luís - Editora Pascal, 2021.

260 f. : il.: (Estudos Ambientais e Agronômicos; v. 5)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-86707-43-4

D.O.I.: 10.29327/530100

1. Estudos Ambientais. 2. Estudos Agronômicos. 3. Miscelânea. I. Nobre, Camila Pinheiro e Oliveira, Anna Christina Sanazario de.

CDU: 82-8

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2021

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

APRESENTAÇÃO

Convidamos ao leitor perfazer o caminho dos 18 trabalhos científicos presentes neste quinto volume intitulado “Estudos Ambientais e Agronômicos”. Trabalhos esses de diferentes grupos de pesquisas de diversas regiões do Brasil, onde os autores mostram os seus resultados e conclusões percorrendo em diferentes subáreas das Ciências Ambientais e das Ciências Agrárias.

Durante a leitura pode-se constatar que entre os temas estão microbiologia do solo, fertilidade do solo, fruticultura, zoonoses, bromatologia, forragicultura, cienciometria, pescados, recursos hídricos, tratamento de resíduos sólidos e efluentes, educação ambiental, qualidade da água, dentre outros. Contribuindo com diferentes subáreas das duas grandes áreas contempladas.

Destaca-se a importância destas pesquisas, principalmente, no que tange a sustentabilidade, no sentido de mitigar problemas ambientais e agronômicos. Trabalhos, com este cunho, sempre serão bem-vindos, já que a sustentabilidade não apenas favorece o meio ambiente, como também contribui para o aumento da produtividade das empresas e diminuindo gastos.

No mais, desejamos a você uma boa leitura!

Camila Pinheiro Nobre

Anna Christina Sanazário de Oliveira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 10

EFEITO DO SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia*) NA ATIVIDADE DE ENZIMAS CHAVES NO SOLO EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO VEGETAL NA PERIFERIA LESTE DA AMAZÔNIA NO MARANHÃO

Cinthya Sousa Vasconcelos
Maria Elisabeth Detert
Raimundo Moraes dos Santos
Flávio Henrique Reis Moraes
Camila Pinheiro Nobre
Christoph Gehring

CAPÍTULO 2..... 27

CARGA PARASITÁRIA EM EQUÍDEOS DE TRACÇÃO DE PETROLINA - PE EM 2018

Lucas Souza da Silva
Renata Silva do Espírito Santo
Alan Patrick Andrade de Souza
Márcia Medeiros de Araújo
Marcelo Domingues de Faria
Adriana Gradela

CAPÍTULO 3..... 37

ESTUDO DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE ACEROLAS INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Eduardo Mendonça Pinheiro
Camila Pinheiro Nobre
José Ribamar Gusmão Araújo
Wallyson Santos Araújo
Thayanna Vieira Costa

CAPÍTULO 4..... 44

ASPECTOS DA CIENCIOMETRIA APLICADOS À TECNOLOGIA ILPF: DA CARACTERIZAÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO À IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS PREDITORAS DE ADOÇÃO DESTA TECNOLOGIA NO CAMPO

Mallú de Mendonça Barros
Ana Carolina Alves Rodrigues Naves
Lara de Carvalho Teixeira
Sara de L. Saeghe A. Ximenes
Francine Neves Callil
Rafael Tassinari Resende

CAPÍTULO 5..... 66

IDENTIFICAÇÃO DE COCCÍDEOS DE IMPORTÂNCIA VETERINÁRIA PRESENTES EM CAMA DE AVIÁRIO DE CRIATÓRIOS DO SERTÃO MARANHENSE

Kássia Kelly Custódio de Araújo
Cristianne dos Santos Pinto Percilio
Luciana Sousa Lages
Waldivia Dias Oliveira
Luciano Santos da Fonseca
Viviane Correa Silva Coimbra

CAPÍTULO 6..... 79

IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR DE TUCUNARÉS (CICHLIDAE, PERCIFORMES) INTRODUZIDOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS MARANHENSES ATRAVÉS DO DNA MITOCONDRIAL

Marcelo Silva de Almeida
Francisca Karoline Marinho Ferreira
Maria Claudene Barros
Elmary da Costa Fraga

CAPÍTULO 7..... 91

ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UMA PLANTA DE GASEIFICAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO DE TRAMANDAÍ E REGIÃO

Caio Alves Aimi
Gabriela Pereira da Silva Maciel

CAPÍTULO 8..... 103

REMOÇÃO DE FÓSFORO DE EFLUENTE DOMÉSTICO, BRUTO E TRATADO, UTILIZANDO QUATRO DIFERENTES COAGULANTES: CLORETO FÉRRICO, POLICLORETO DE ALUMÍNIO, SULFATO DE ALUMÍNIO E TANFLOC SG

Vinícius Duarte Soroka
Antônio Carlos De Oliveira Martins Júnior
José Carlos Alves Barroso Júnior
Maria Cristina de Almeida Silva

CAPÍTULO 9..... 116

AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA O ROMPIMENTO DA UHE TUCURUÍ-PA

Jaqueline Lima dos Santos
Elisbeth de Oliveira Pinto de Sousa
Juliene Cruz da Silva Araújo
Luiz Raí Coelho Vale
Raisa Rodrigues Neves

CAPÍTULO 10..... 135

CRESCIMENTO DO FEIJÃO-CAUPI COINOCULADO COM BACTÉRIAS ENDO-FÍTICAS E SUBMETIDO AO ESTRESSE SALINO

Maria dos Remédios da Silva Andrade
João Pedro Alves Aquino
Francisco Barbosa de Macêdo Júnior
Jadson Emanuel Lopes Antunes
Sandra Mara Barbosa Rocha
Louise Melo de Souza Oliveira

CAPÍTULO 11..... 152

IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CASCAVEL/PR: ESTUDOS DE CASO

Calil Abumanssur
Silvana da Silva Ramme
Gladis Cristina Furlan
Regina de Oliveira Araújo

CAPÍTULO 12..... 165

INCIDÊNCIA E LOCALIZAÇÃO DE LESÕES CUTÂNEAS EM EQUÍDEOS DE TRAÇÃO DE PETROLINA - PE EM 2018

Adriana Gradela
Yandra Suellen Santos Pesqueira da Silva
Lucas Souza da Silva
Danrley Silva Oliveira
Alan Patrick Andrade de Souza
Marcelo Domingues de Faria

CAPÍTULO 13..... 175

INFLUÊNCIA DE DOSES DE NITROGÊNIO NO VALOR NUTRITIVO DE FORRAGEIRA COMERCIAL COM E SEM IRRIGAÇÃO

Arthur Carniato Sanches
Fernanda Lamede Ferreira de Jesus
Rodrigo Couto Santos
Eder Pereira Gomes
Luciano Oliveira Geisenhoff
Max Emerson Rickli
Fagner Lopes Theodoro
João Pedro Rodrigues da Silva
Bruno Machado Antunes
Stephany Lillian Silveira França
Claudeir de Souza Santana

CAPÍTULO 14..... 185

RECURSOS HIDRICOS NO NORTE DE MINAS GERAIS NA INTERFACE DA GOVERNANÇA, EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E MOBILIZAÇÃO SOCIAL

Júnia Matilde Lopes Freitas
Wesley Erasmo Alves Boitrago
Romana de Fátima Cordeiro Leite
Iara Maria Soares Costa da Silveira

CAPÍTULO 15 194

O USO DE TDIC NOS ANOS INICIAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA PARA APRENDIZAGEM

Kathleen Costa Caetano Silva

CAPÍTULO 16..... 205

QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SÃO FRANCISCO EM CANAIS DE IRRIGAÇÃO UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

Mariana Fernandes Monteiro Martins
Jamilly Garcia Gonçalves
Valdívia Thais Alves de Lima
Paula Tereza de Souza e Silva
Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

CAPÍTULO 17..... 216

AVALIAÇÃO DA FORRAGEM E SEMENTES DE BRAQUIÁRIA EM FUNÇÃO DO MANEJO PRODUTIVO DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO

Max Emerson Rickli
Fernanda Lamede Ferreira De Jesus
Rodrigo Couto Santos
Arthur Carniato Sanches
Luciano Oliveira Geisenhoff
Renato Fernando Menegazzo
Claudeir de Souza Santana
Stephany Lillian Silveira França
Bruno Machado Antunes
Fagner Lopes Theodoro
João Pedro Rodrigues da Silva

CAPÍTULO 18..... 226

**UTILIZAÇÃO DE UM SEPARADOR DE ÁGUA E ÓLEO (SAO) COMPACTO PARA
MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DE OFICINAS ME-
CÂNICAS**

Cristiano Trindade Serrão
Débora Danna Soares da Silva
Luana Araújo de Sousa
Eduardo Mendonça Pinheiro

AUTORES..... 238

ORGANIZADORAS..... 259

CAPÍTULO 1

EFEITO DO SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia*) NA ATIVIDADE DE ENZIMAS CHAVES NO SOLO EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO VEGETAL NA PERIFERIA LESTE DA AMAZÔNIA NO MARANHÃO

EFFECT OF IMPROVED FALLOWS WITH SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia*) ON KEY SOIL ENZYME ACTIVITIES AT DIFFERENT STAGES OF SECONDARY SUCCESSION IN MARANHÃO STATE, EASTERN PERIPHERY OF AMAZÔNIA

Cinthya Sousa Vasconcelos

Maria Elisabeth Detert

Raimundo Moraes dos Santos

Flávio Henrique Reis Moraes

Camila Pinheiro Nobre

Christoph Gehring

Resumo

O sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* BENTH.) é uma leguminosa arbórea nativa do Nordeste e Norte do Brasil, bem adaptada à solos degradados e ao estresse hídrico, é uma espécie multifuncional promissora para esforços de recuperação de áreas degradadas. Este trabalho investiga os efeitos do sabiá, da idade sucessional e das diferentes condições edafoclimáticas regionais na atividade de quatro enzimas chaves (fosfatase ácida e alcalina, urease e arilsulfatase). As amostragens foram efetuadas em dez áreas (auge da época chuvosa) e em 6 áreas (época seca), em pares de áreas de 1-7 anos de idade com plantio de sabiá em aléias (com 7 metros de distância entre-linhas para uso de pastagem) e área-controle adjacente de vegetação secundária espontânea ('capoeira') da mesma idade mas com alta densidade e maior diversidade de espécies, dispersos em 16 locais, 14 comunidades e 12 municípios do centro-norte do Maranhão. Principal fonte de variação das atividades enzimáticas foi a sazonalidade, com redução significativa da atividade de urease, arilsulfatase e fosfatase ácida em 39,9%, 55,0.% e 35,2% respectivamente. A sazonalidade promoveu redução ao longo da sucessão tanto na atividade da urease como da arilsulfatase, com ausência de diferença significativa entre-épocas na fase final (6-7 anos) da sucessão. Esta sazonalidade diferenciada ao longo da sucessão resultou em efeitos significantes do estado sucessional na atividade destas enzimas. A segunda maior fonte de variação foi a geográfica, tanto na escala entre municípios como também entre diferentes locais do mesmo município. No entanto, pouca variação foi explicada pelo solo e achamos relações relativamente fracas entre atividades enzimáticas e os indicadores fisicoquímicos da serrapilheira e do solo. Contrário aos efeitos sazonais, sucessionais e regionais, não foi observada diferença sistemática na atividade das quatro enzimas entre plantios de sabiá e vegetação secundária espontânea (capoeira). Concluímos que o sistema antrópico de plantios de sabiá em aléias com 7 metros de distância entre-linhas não difere em termos enzimáticos da vegetação espontânea diversa e densa e, portanto, constitui uma alternativa sustentável para a recuperação de áreas degradadas e geração de renda na agricultura familiar do Maranhão.

Palavras-chave: Processos biogeoquímicos; sucessão secundária; atividade enzimática; recuperação de áreas degradadas.



Abstract

The legume tree 'sabiá' (*Mimosa caesalpinifolia* BENTH.) is widespread throughout northern and northeastern Brazil. It is well adapted to nutrient-depleted degraded soils and is drought-resistant. This and its multifunctional character make sabiá a promising candidate in reforestation programs. This research investigates the effects of sabiá-plantations, of successional age, and of regionally varying edaphoclimatic settings on the activity of four key enzymes: acid and alkaline phosphatase, urease and arylsulfatase. Sampling was conducted in ten sites (mid rainy season) and in six sites (dry season), in pairs of 1-7 yr.-old sabiá alley-cropping plantations (7 meters between tree rows used as pastures) and neighboring same-aged spontaneous secondary forest regrowth with higher tree and palm density and diversity. Research was conducted in sixteen sites, in fourteen villages, and twelve counties dispersed throughout central and northern Maranhão state, eastern periphery of Amazonia. Main source of variation of enzyme activities was seasonality, with significant reduction of urease, arylsulfatase and acid phosphatase by 39,9%, 55,0.% and 35,2% respectively. Seasonality both of urease and of arylsulfatase declined along succession, with lacking significance of difference at the final stage of succession (6-7 yrs.-old). This caused overall successional effects in the activity of these enzymes. The second largest source of variation was geographic, both on the regional scale (between counties) and the local scale (locations within a county). Little of this variation could however be explained by soil variations, as we found only few and weak correlations between enzyme activities and litter- and topsoil physicochemical indicators. Contrary to the significant effects between seasons, along succession and between regions, we did not detect any systematic differences in enzyme activities between sabiá plantations and spontaneous secondary forest regrowth. We therefore conclude that sabiá alley-cropping with 7-meter distance between tree-lines does not differ from spontaneous (dense and diverse) secondary forests and thus constitutes a sustainable alternative for the restoration of degraded lands and income generation in smallholder agriculture of Maranhão state.

Keywords: Biogeochemical processes; secondary succession; enzyme activities; restoration of degraded lands.



1. INTRODUÇÃO

1.1 Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*)

O sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* BENTH.) é nativo no Nordeste do Brasil e comum em partes da Amazônia e da Mata Atlântica. O sabiá se caracteriza por sua habilidade de persistência e do seu crescimento rápido em áreas degradadas e frequentemente queimadas, além da sua baixa mortalidade e tolerância por secas (SANTIAGO et al., 2001). Isto se deve à uma série de adaptações a condições edáficas adversas. Trata-se de uma leguminosa arbórea fixadora de nitrogênio com nódulos intensamente colonizados, mas diferente da maioria das leguminosas predominam nos nódulos do sabiá e de outras espécies de *Mimosa* as β -Proteobactérias especialmente dos gêneros *Burkholderia* (DOS REIS et al., 2010; SHEU et al., 2013) e *Paraburkholderia* (DE OLIVEIRA et al., 2019). Além dos esperados acréscimos importantes pelo N₂ biologicamente fixado também existem indícios de uma forte associação do sabiá com micorrizas arbusculares (SILVA et al., 2007; TAVARES et al., 2012). Estas características conferem ao sabiá a habilidade de não somente sobreviver e crescer rápido em áreas degradadas, mas também de recuperar a físico-química destes solos degradados (COSTA et al., 2014).

A ONG Educação e Meio Ambiente (EMA) tem identificado o sabiá superior às alternativas de leguminosas exóticas como *Leucaena leucocephala* ou *Acacia mangium*, por causa de (i) seu desempenho robusto mesmo em áreas degradadas com estresse hídrico, junto com (ii) seu grande potencial de geração de renda durante a fase de pousio (madeira/estacas e carvão, além de produção de pólen e néctar para a apicultura e de forragem para caprinos), e (iii) a expectativa de melhorias significantes na produtividade agrícola do próximo ciclo de agricultura itinerante. A EMA tem experimentado desde 2007 e posteriormente implantado de modo sistemático plantios de sabiá até agora em aprox. 200 ha, distribuídos em 12 municípios do centro-norte do Maranhão, na maioria em prestação de serviço ao INCRA. Estes plantios com sabiá têm encontrado boa aceitação e em partes até entusiasmo pelos produtores envolvidos, e observações empíricas tem demonstrado (i) um vigoroso crescimento e baixa mortalidade do sabiá, mesmo em solos pobres e degradados, (ii) aumentos na espessura da camada orgânica do solo durante o pousio, e (iii) aumentos nas colheitas do ciclo produtivo seguido após 5 anos de pousio. O crescimento rápido do sabiá e o aparente acúmulo de matéria orgânica nos seus arredores também sugerem um alto potencial do mesmo como sequestrador de carbono.



1.2 Enzimas

A atividade enzimáticas no solo está no centro dos ciclos biogeoquímicos e constitui um bom e relativamente barato indicador da funcionalidade da microbiota em um agroecossistema (BALDRIAN, 2009; Adetunji et al. (2017)). Dentro da multidão de enzimas destacam-se (i) as fosfatases ácida e alcalina, das enzimas extracelulares, as fosfatases, tanto a ácida como a alcalina, possuem relação com o ciclo do fósforo (P) por catalisar a hidrólise de ésteres e anidridos de fosfato (BALOTA et al., 2013). Diferente da fosfatase ácida que é produzida por raízes e fungos (Margalef et al., 2017), a fosfatase alcalina é predominantemente produzida por bactérias (Ragot et al., 2015).(ii) a urease é a enzima que catalisa a reação de hidrólise da molécula de ureia em amônia e CO₂, e é considerada vital para a regulação do suprimento de N às plantas, uma vez que a ureia é uma das principais formas de fertilizante nitrogenado (Balota 2013; Sousa 2014), além disso, é indicadora da transformação do nitrogênio orgânico em mineral, processo denominado de mineralização (SILVA et al., 2018) e (iii) a arilsulfatase, um grupo de enzimas que catalisam a hidrólise da ligação éster de sulfato ligado ao radical aril, é responsável pela ciclagem do enxofre no solo e que é um bom indicador da atividade microbiana em geral (MELO et al., 2010).

O presente trabalho investiga os efeitos dos plantios de sabiá (em comparação com a vegetação espontânea de pouso 'capoeira') em diferentes estados sucessionais / 1-7 anos de idade e em diferentes locais com variadas condições edafoclimáticas no centro-norte do estado do Maranhão, periferia leste da Amazônia, na atividade de quatro enzimas chaves para o funcionamento do ecossistema. Verificamos as hipóteses que a atividade enzimática (i) pode diferir sistematicamente entre sabiá e plantios de capoeira da mesma idade, (ii) a atividade enzimática é afetada pela sucessão, e (iii) ela também é afetada pela localização geográfica e pelas características físico-químicas locais.

2. METODOLOGIA

2.1 Esquema amostral

Amostragem de 16 pares de plantios de sabiá em aléias e de vegetação secundária espontânea ('capoeira') adjacente da mesma idade em doze municípios dispersos no centro-norte do Maranhão (Figura 1), com textura do solo variando entre 11% e 89% de areia (a maioria dos solos classificados arenosos, com uma média geral de 50,3% de areia). Os plantios de sabiá tem espaçamento padronizado em aléias com densidade arbórea de 50 cm na linha e 7 metros entre-linhas, as aléias sendo utilizados para pastagens. As capoeiras da mesma idade tem uma alta densidade de árvores e palmeiras nativas, e uma diversidade vegetal maior, mesmo sendo dominadas por espécies ruderais como a palmeira babaçu (*Attalea speciosa* MART.). As idades variam entre 1 ano (recém-implantado ou rebroto do 2º



ciclo) e 7 anos. Cada área de sabiá ou de vegetação secundária conta com pontos amostrais > 25 m distante um do outro, nos plantios de sabiá ainda diferencia-se entre pontos amostrais na linha do sabiá ou entre-linha (a 3,50 m de distância das linhas de sabiá). Os plantios de sabiá foram implantadas em áreas de assentamento do INCRA (Instituto de Colonização e Reforma Agrária) pela ONG EMA (Educação e Meio Ambiente) como parte dos esforços de recuperação de áreas degradadas e geração de renda na agricultura familiar do Maranhão.

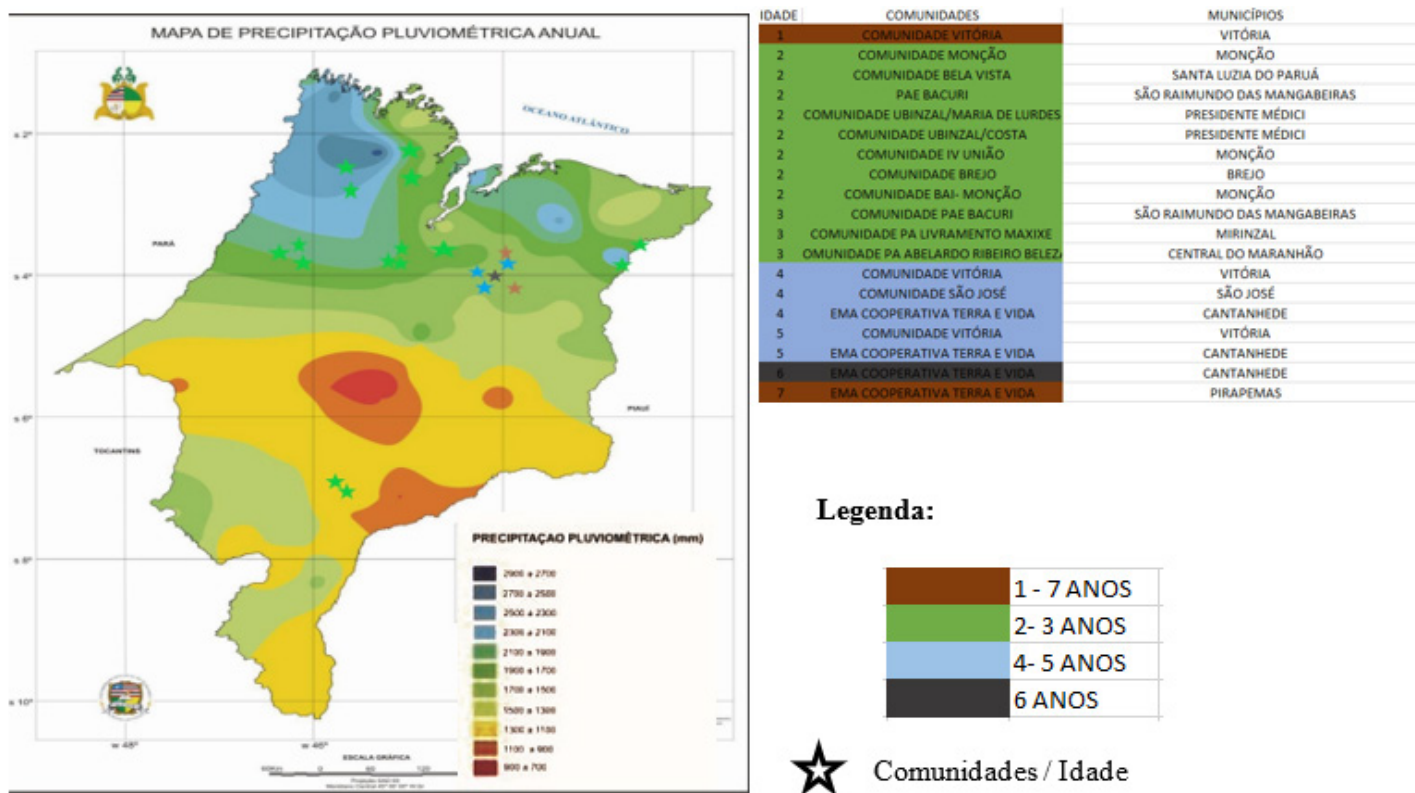


Figura 1. Localização das áreas experimentais no centro-norte do Maranhão (cada ponto constitui uma parte de áreas com plantios de sabiá e com capoeiras controle de 1-7 anos de idade).

Fonte: Núcleo Geoambiental –UEMA

2.2 Amostragem

O solo foi amostrado em 10 áreas na época chuvosa (mar/abr 2017), e em seis áreas da época seca (out/nov 2016) anterior. Foram coletadas amostras de solo 0-10 cm (sem raízes) em forma de amostras compostas de 5 subamostra para cada ponto amostral. A seleção das áreas e pontos amostrais na vegetação secundária evitou anormalidades como touceiras da palmeira tucum (*Atrocaryum vulgare*) ou locais de atividade madeireira etc. As amostras foram refrigerados imediatamente em campo e posteriormente guardados em 4°C até as análises.

2.3 Avaliação da atividade enzimática

A avaliação da atividade enzimática da arilsulfatase foi de acordo com a metodologia de Casida et al. (1964), na qual foi determinada a formação de cloreto de trifetil formazan por espectrometria (485 nm). A atividade da arilsulfatase foi determinada pela utilização de p-nitrofenil sulfato como substrato (TABATABAI; BREMNER, 1970). As enzimas fosfatases ácidas e alcalinas foram avaliadas por leitura espectrofométrica (420 nm) do extrato filtrado após a incubação da amostra, baseada na hidrólise do p-nitrofenil e determinação do p-nitrofenol formado. Estas duas enzimas em 1 g de solo. Para uréase o substrato para a análise da atividade desta enzima, em solução em água $0,2 \text{ mol L}^{-1}$. Para esta análise, 5,0 g de solo foram colocadas em tubo de centrífuga (50 mL), e adicionados 9 mL de tampão THAM e, em seguida, a solução de uréia. As amostras foram incubadas a temperatura de 37°C por duas horas. Após este período, foram adicionados 35 mL de solução de $\text{KCl-Ag}_2\text{SO}_4$ a 4°C . Em seguida, o volume foi ajustado para 50 mL, com a adição da mesma solução. Para determinar o NH_4^+ foi empregada metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Uma alíquota de 20 mL da suspensão foi transferida para um frasco de destilação de 100 mL, juntamente com 0,2 g de MgO calcinado. No condensador do destilador, foi posicionado um Erlenmeyer de 50 mL contendo 5,0 mL de indicador ácido bórico. A destilação foi encerrada depois de recolhido cerca de 35 a 40 mL de destilado. A titulação será realizada com H_2SO_4 padronizado com molaridade em cerca de $0,0025 \text{ mol L}^{-1}$. A unidade para as enzimas arilsulfatase e fosfatases ácidas e alcalinas foi $\mu\text{g p.Nitrofenol h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de solo, enquanto urease foi $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de solo.

2.4 Análises da serrapilheira e da fisico-química do solo

Nos mesmos pontos amostrais para enzimas foram amostradas e quantificadas na época chuvosa simultaneamente variáveis-chaves da serrapilheira e da fisico-química (0-10 cm) do solo. A serrapilheira foi estimada destrutivamente em quadrantes de $1 \times 1 \text{ m}$, com separação em serrapilheira foliar e lenhoso (galhos), e determinação da matéria seca após secagem em 60°C por uma semana.

O pH foi quantificado em CaCl_2 , o fósforo disponível foi extraído utilizando-se resina de troca aniônica Amberlite IRA-400, o potássio, cálcio, sódio, alumínio e magnésio trocáveis foram quantificados segundo metodologia proposta pela Embrapa (1997). O teor de carbono orgânico foi estimado via digestão com dicromato (YEOMANS; BREMNER, 1988). O fracionamento físico da matéria orgânica foi realizado de acordo com o método adaptado de Cambardella e Elliot (1992).

Os nutrientes na serrapilheira foram extraídos completamente com $\text{HClO}_4 + \text{HNO}_3$, seguindo método padrão descrito em Tedesco et al. (1995). Os extratos vegetais e do solo foram lidos em espectrômetro de emissão óptica ICP-720 ES.



Como indicadores-padrão das características físicas do solo foi quantificado a textura do solo, utilizando métodos padrão descritos em Klute et al. (1986).

2.5 Análise de dados

A normalidade dos dados foi testada visualmente via histogramas e com os testes de Kolmogorov-Smirnov e Lilliefors. A atividade de arilsulfatase seguiu normalidade após exclusão de 15 outliers/extremos na época seca e de 5 outliers/extremos na época chuvosa, e a atividade de urease seguiu normalidade após In-transformação, em ambos os casos permitindo uma análise trifatorial dos dados com efeitos de época de amostragem (época chuvosa *versus* seca) x cobertura vegetal (plantio de sabiá *versus* vegetação espontânea adjacente) x classe de idade (1 ano, 2-3 anos, 4-5 anos, 6-7 anos), e das interações entre estes fatores. Contrário disto, não foi possível atingir normalidade na distribuição de dados nem da fosfatase ácida nem alcalina, fazendo necessário sua análise com métodos não-paramétricos (Kruskall-Wallis ANOVA, correlações de Spearman).

3. RESULTADOS

3.1 Urease

Tabela 1 mostra os resultados de ANOVA trifatorial da atividade (In-transformada) de urease. Constatam-se efeitos significantes (i) sazonais, (ii) ao longo da sucessão, e (iii) tendência de efeito ($p < 0,07$) de tipo de vegetação, além de algumas interações entre estes fatores.

EFEITO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAU DE LIBERDADE	MÉDIA DA SOMA DOS QUADRADOS	F	p
INTERCEPÇÃO	2696,5	1	2696,5	4886,9	0
ÉPOCA	4,1	1	4,1	7,7	0,006
IDADE-CLASSE	4,8	3	1,6	2,9	0,03
COBERTURA	1,9	1	1,9	3,4	0,06
ÉPOCA * IDADE- CLASSE	10,3	3	3,4	6,2	0,0004
ÉPOCA * COBERTURA	0,1	1	0,1	0,3	0,6
IDADE-CLASSE * COBERTURA	4,5	3	1,5	2,8	0,04
ÉPOCA *IDADE-CLASSE*COBERTURA	4,5	3	1,5	2,8	0,04
ERRO	110,3	200	0,5		

Tabela 1. Resultados da ANOVA trifatorial da atividade de urease (dados In-transformados), com Soma dos Quadrados, graus de liberdade e valores de F e p dos fatores 'Época' (chuva *versus* seca) *versus* Classe sucessional *versus* Cobertura (plantio de sabiá *vs.* capoeira) e das interações. Fatores / interações marcadas em vermelho.

Fonte: Autores, 2021

Os medianos da atividade de urease foram 39,9% menores na época seca do que na época chuvosa e 30,5% menores na fase inicial (1-3 anos) do que na fase final (6-7 anos) da sucessão. Figura 2 mostra a interação dos efeitos da sazonalida-

de *versus* sucessão. Observa-se uma menor sazonalidade nas fases mais avançadas da sucessão, sem diferenças entre-épocas em áreas de 4-7 anos, ao contrário de sazonalidade expressiva e significativa (testes-t) nos primeiros três anos.

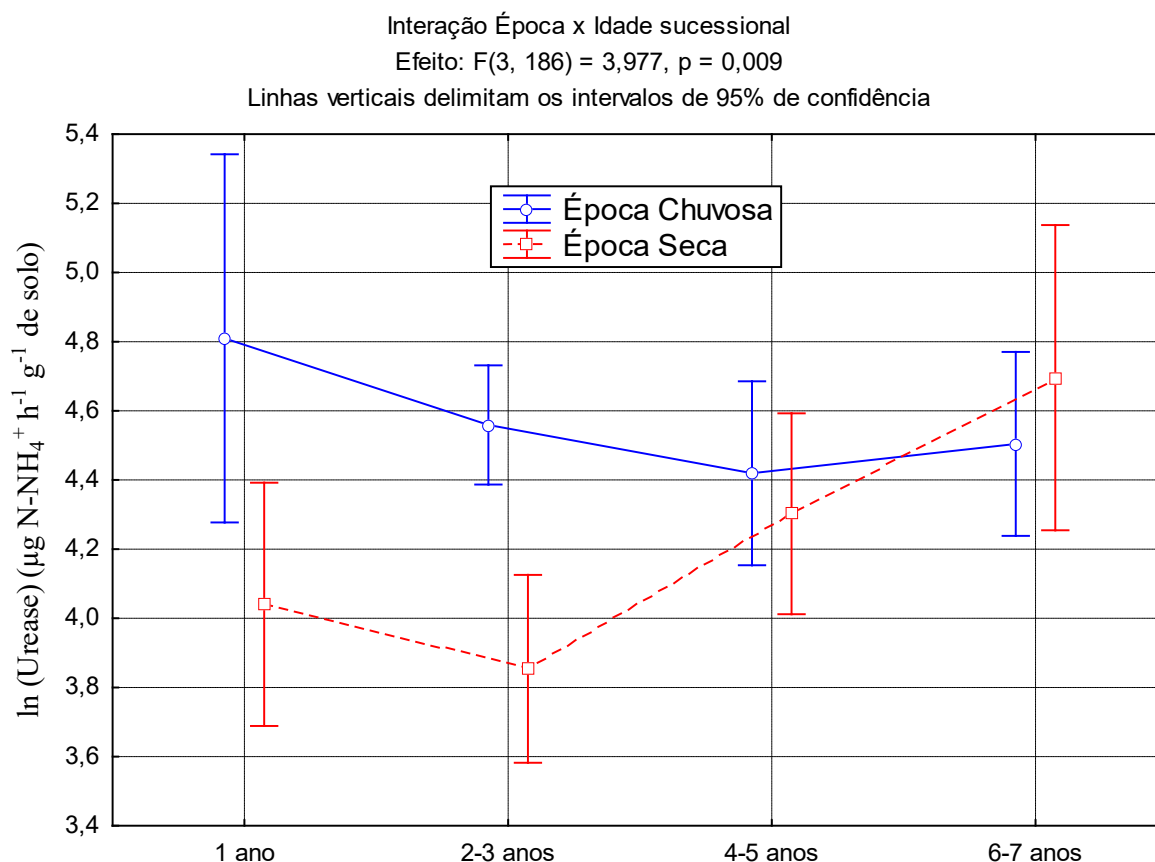


Figura 2. Interação entre os fatores idade sucessional *versus* época na atividade da urease (dados ln-transformados). Linhas verticais delimitam os intervalos de 95% de confiança.

Fonte: Autores, 2021

Teste-t entre sistemas não revelou diferença na atividade de urease entre os plantios de sabiá e as capoeiras na época chuvosa, mas sim uma menor atividade nos plantios de sabiá na época seca.

3.2 Arilsulfatase

Análise trifatorial da arilsulfatase mostra que sua atividade foi afetada modo significativo por época (em média 55% menor na época seca) e por idade (em média 41,7% maior na fase final (6-7 anos) do que inicial (1-3 anos) de sucessão). Não houve diferença na atividade de arilsulfatase entre plantios de sabiá e capoeiras, em nenhuma época ou fase sucessional, e também sem diferenças sistemáticas na comparação em cada par de áreas.

Ocorreu uma tendência ($p=0,15$) de interação entre época e idade (Figura 3). Embora que testes-t detectaram diferença sazonal separadamente em todas as quatro classes de idade, a sazonalidade diminui de modo expressivo ao longo

da sucessão, com atividade da arilsulfatase em média 60,7% menor na época seca do que na época chuvosa em áreas até 3 anos de idade, esta diferença diminui a -21,4% em áreas de 6 e 7 anos de idade.

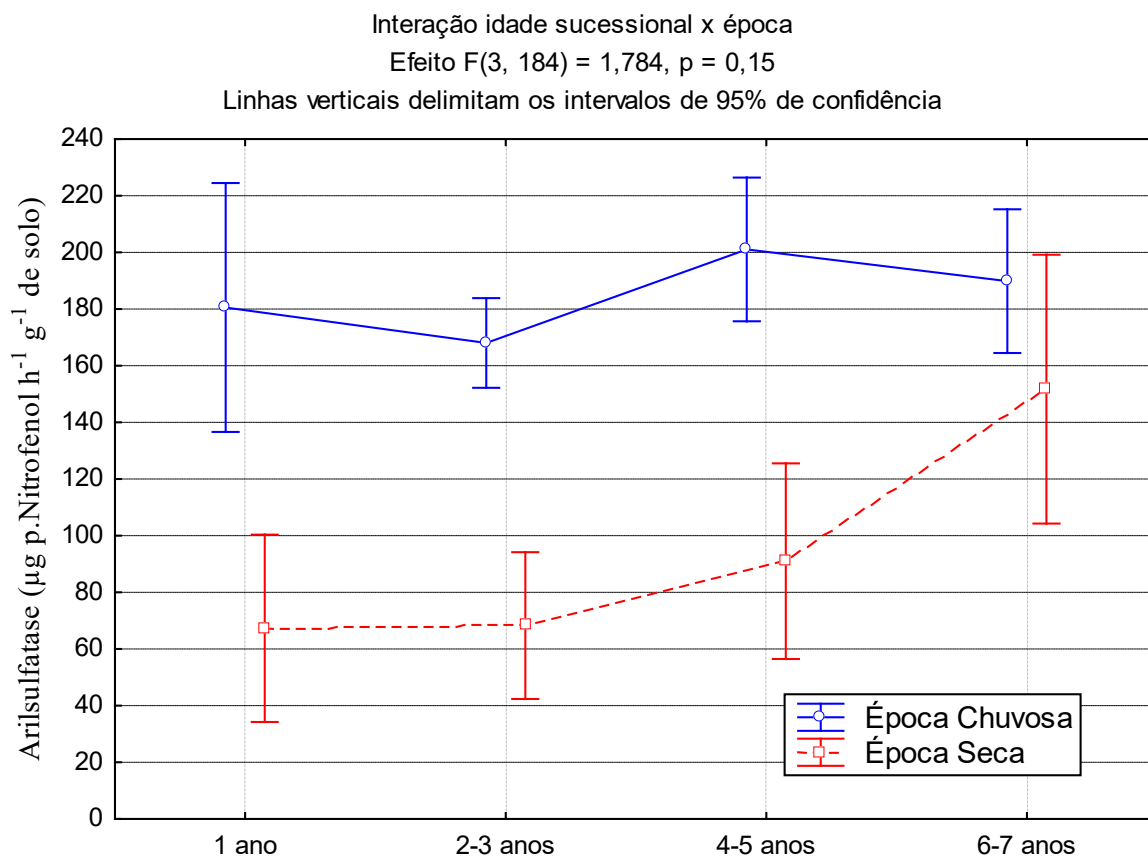


Figura 3. Interação entre os fatores idade sucessional *versus* época na atividade da arilsulfatase. Linhas verticais delimitam os intervalos de 95% de confiança.

Fonte: Autores, 2021

3.3 Fosfatase ácida

A atividade da fosfatase ácida foi em tendência (Mann-Whitney U-test $p < 0,10$) menor na época seca do que na época chuvosa, a diferença entre os medianos foi de -35,2%. A atividade de fosfatase ácida não diferiu entre plantios de sabiá e ca-poeiras (dados não mostrados).

A atividade foi maior nas idades intermedias de 2-5 anos (época chuvosa) e 4-5 anos (época seca) do que nas fases iniciais (1 ano) e finais (6-7 anos) de sucessão (Kruskall-Wallis ANOVA), nota-se também uma alta variabilidade em algumas áreas (Figura 4).

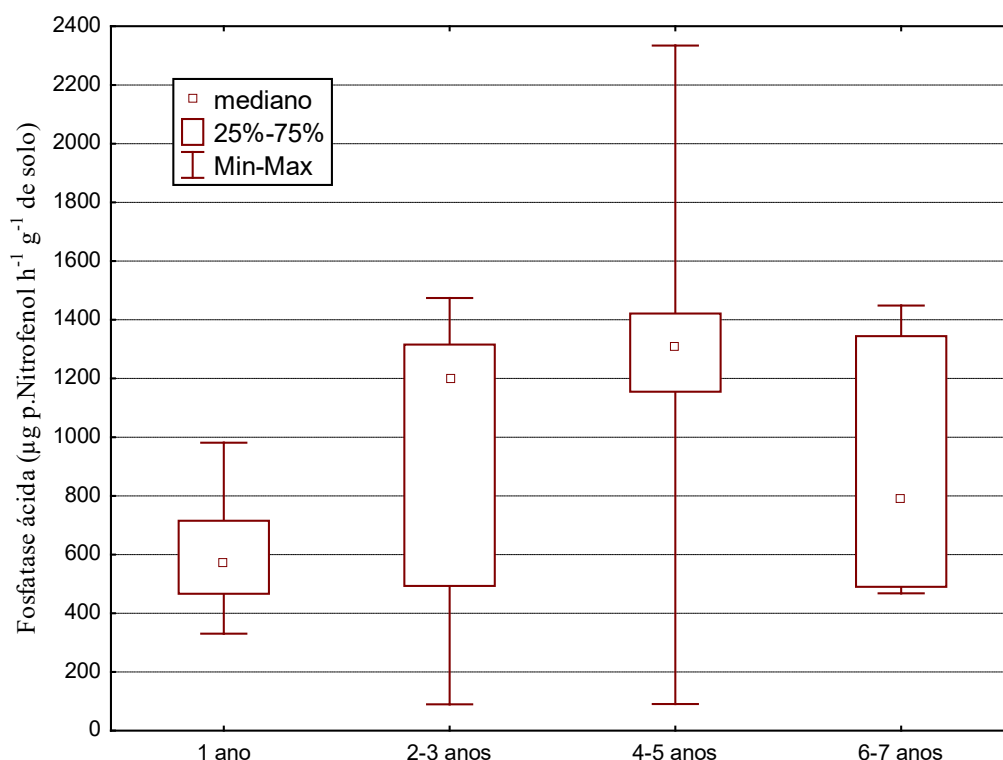


Figura 4. Atividade da fosfatase ácida ao longo das quatro classes sucessionais (sobre ambas as épocas e coberturas vegetais).

Fonte: Autores, 2021

3.4 Fosfatase alcalina

A atividade da fosfatase alcalina não diferiu de modo significativo entre-épocas, a atividade mediana foi somente 7,8% menor na época seca do que na época chuvosa. Houve uma tendência ($p=0,14$) de uma menor atividade da fosfatase alcalina nos plantios de sabiá do que nas capoeiras (medianos -11,7%).

Contrário à fosfatase ácida, a atividade da fosfatase alcalina foi menor na fase intermediária (4-5 anos) da sucessão do que nas fases iniciais e finais, esta diferença foi significativa e mais expressiva na época chuvosa do que na época seca (dados não mostrados).

Diferenciando entre sistemas, Kruskal-Wallis ANOVA detectou diferenças significativas da idade sucessional tanto nas capoeiras (menor atividade entre 4-5 anos) como nos plantios de sabiá (menor atividade após os primeiros 3 anos) (dados não-mostrados).

3.5. Variação geográfica das atividades enzimáticas

Análises multifatoriais em um sub-set dos dados (nos municípios com amostragens em ambas as épocas, idades 2-7 anos) mostraram que as atividades tanto da arilsulfatase como da urease nos municípios foram afetadas depois do fator 'época' (período chuvoso *versus* período seco) pelo efeito 'município' como o 2º principal e significativo fator de variação (dados não mostrados).

ANOVA monofatorial detectou diferenças regionais (entre-municípios) significantes tanto para a arilsulfatase (Figura 5, acima esquerda) como (de dados ln-transformados) na urease (acima direita), ANOVA não-paramétrica de Kruskal-Wallis também detectou diferenças significantivas entre-municípios na fosfatase ácida (abaixo esquerda) e fosfatase alcalina (abaixo direita).

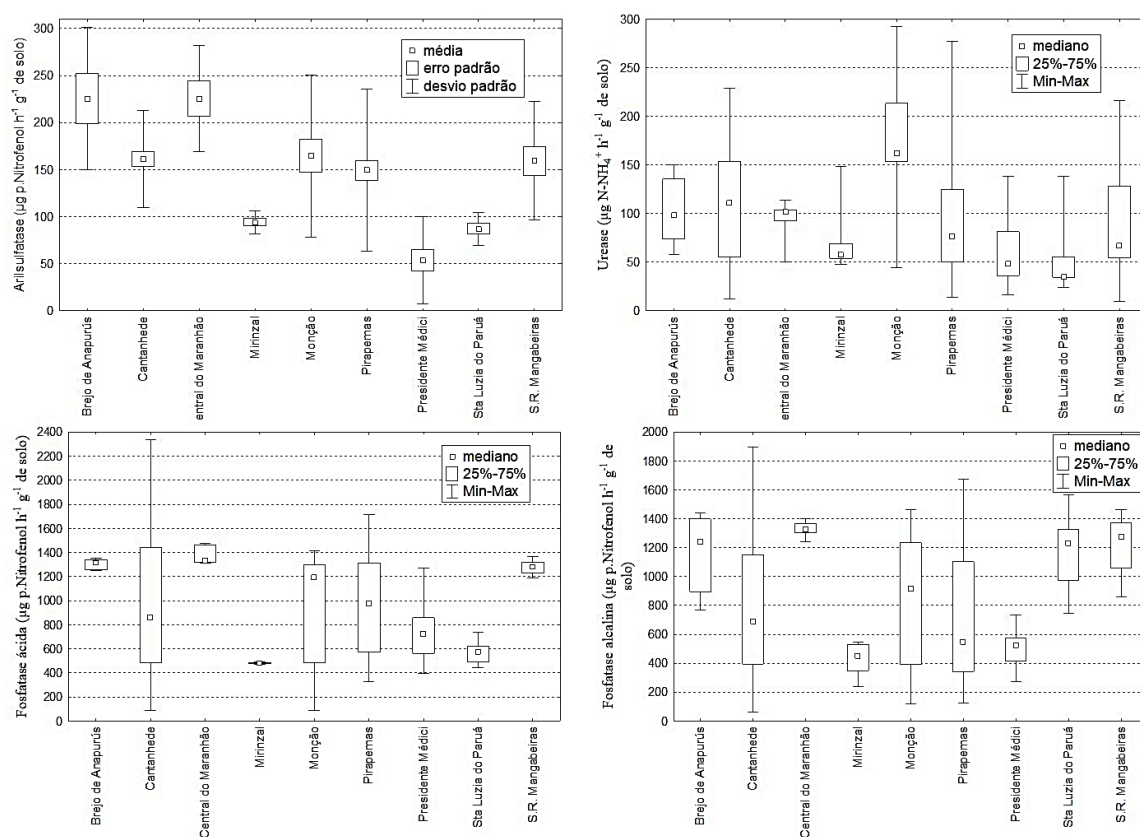


Figura 5. Diferenças entre os nove municípios nas atividades da arilsulfatase (acima esquerda), da urease (acima direita), da fosfatase ácida (abaixo esquerda) e da fosfatase alcalina (abaixo direita).

Fonte: Autores, 2021

Cerca da metade das amostras são oriundas de uma região central (municípios adjacentes de Pirapemas e Cantanhede), de três locais diferentes com distâncias 15-30 km entre eles. ANOVAs paramétricas detectaram tendências ($p < 0,08$) entre-locais tanto na atividade da arilsulfatase como da urease, Kruskal-Wallis ANOVA detectou tendência ($p < 0,07$) de diferenças na atividade da fosfatase alcalina.

3.6 Correlações entre atividade de diferentes enzimas

Figura 6 mostra a relação significativa porém fraca (Pearson $R = 0,17$) entre as atividades de arilsulfatase e de urease (ln-transformada, sobre ambas as épocas chuvosa e seca). Viram evidentes as significantes variações regionais (entre municípios) já constatadas no capítulo anterior.

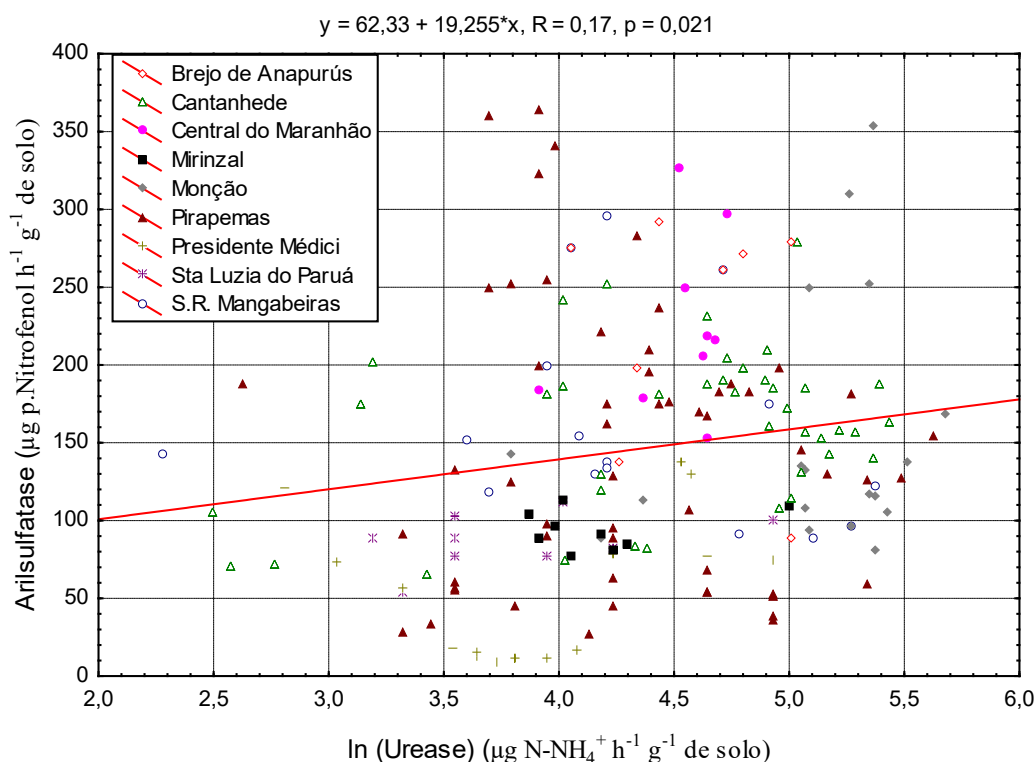


Figura 6. Relação entre as atividades de urease (ln-transformada) e arilsulfatase, sobre todas as áreas e as duas épocas. Símbolos dos pontos se referem aos diferentes municípios.

Fonte: Autores, 2021

Em análise não-paramétrica com as outras combinações de enzimas foram detectadas correlações-Spearman significativas porém fracas entre a arilsulfatase e a fosfatase ácida (Spearman- $R = +0,39$), entre a (ln-transformada) urease e a fosfatase alcalina (Spearman $R = +0,19$) e entre a fosfatase ácida e alcalina (Spearman $R = +0,17$).

3.7 Correlações entre variáveis físico-químicas e atividades enzimáticas

Em 76 das 288 amostras foram amostradas e estimadas simultaneamente variáveis da serrapilheira e da físico-química do solo (cap. 2.4), permitindo análise de possíveis interrelações entre estas variáveis e as atividades enzimáticas. A atividade da arilsulfatase correlacionou negativo com %areia (Spearman $R = -0,23$) e positivo com a fração de silte (Spearman $R = +0,22$). Ela também relacionou negativo com a biomassa da serrapilheira (Spearman $R = -0,31$). Efeitos da textura na atividade da fosfatase ácida foram semelhantes (Spearman $R = -0,27$ com %areia

e +0,29 com a %silte). A textura não afetou as outras duas enzimas.

A figura 7 mostra a relação positiva entre a disponibilidade de P e a (ln-transformada) atividade de urease, sugerindo uma limitação de fósforo para esta atividade.

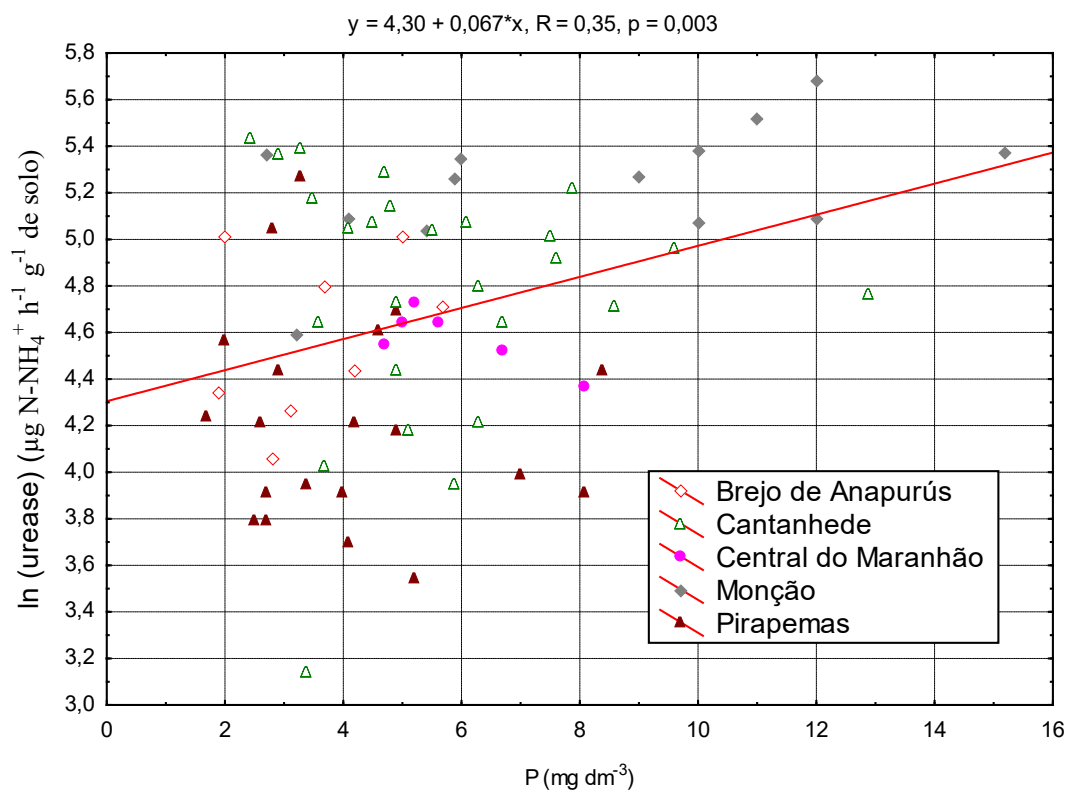


Figura 7. Correlação entre o teor de fósforo disponível e a atividade de urease (dados ln-transformados) em cinco municípios.

Fonte: Autores, 2021

A atividade da fosfatase ácida relacionou negativo com a disponibilidade de Ca (Spearman $R = -0,25$), a atividade da fosfatase alcalina relacionou negativo com a disponibilidade de K (Spearman $R = -0,38$) e Mg (Spearman $R = -0,27$) e também a acidez (H+AL) (Spearman $R = -0,23$). Em geral constatam-se – contrário do esperado – relações fracas entre as variáveis da serrapilheira e das físico-químicas do solo com as atividades enzimáticas.

4. DISCUSSÃO

As atividades enzimáticas variaram fortemente entre-épocas, expressão da limitação por água em parte do ano, e em concordância com resultados revisados em Adetunji et al (2017) e Acosta-Martínez et al., 2014). Tanto a urease como a arilsulfatase mudaram de modo significativo ao longo da sucessão. Outros atores também acharam mudanças / aumentos na atividade de enzimas ao longo da sucessão, em vegetação secundária do semi-árido do Nordeste do Brasil (Medeiros et al., 2017; Oliveira Silva et al., 2017). A maior mudança sucessional foi na sa-

zonalidade da atividade, com interações significantes entre época e estado sucessional tanto na urease como na arilsulfatase. A redução da sazonalidade ao longo da sucessão com uma menor redução de atividade destas enzimas na época seca relativa à época chuvosa possivelmente é um efeito microclimático. Gavito et al (2021) relatam efeitos sucessionais no microclima em capoeiras do semi-árido do México, com maior umidez e menor sazonalidade nos estados mais avançados da sucessão. A maior sazonalidade da atividade de urease nos plantios de sabiá do que nas capoeiras possivelmente se deve ao caráter mais aberto deste sistema (espaçamento entre-linhas de sabiá de 7 metros), causando maior variação microclimática (especialmente nas áreas mais novas).

Além da sazonalidade, o principal fator que afetou a atividade das quatro enzimas foi a variabilidade geográfica, tanto de escala maior (entre municípios) como menor (entre locais no mesmo município). Esta variabilidade se sobrepõe em ambas as épocas e independente da idade sucessional e da cobertura vegetal. Uma possível razão para ela está na variabilidade hídrica, com variação expressiva na distribuição regional (Figura 1) e local. Ao contrário desta alta variabilidade regional foram as relações relativamente fracas entre atividades enzimáticas e as variáveis edáficas (serrapilheira, físico-química do solo). Especialmente a ausência de relações com o pH do solo é notável, em marcado oposto a estudos de outros autores como de Ekenler & Tabatabai (2003) e Acosta-Martínez & Tabatabai (2000) que acharam correlações muito estreitas entre pH e atividades enzimáticas após calagem. Nossos resultados confirmam a importância da textura do solo como fator determinante da atividade de arilsulfatase compilado para o sudeste da China (Chen et al., 2019). Nos também achamos poucas correlações fracas entre atividades enzimáticas e a matéria orgânica do solo, contrário a resultados de Lungmuana et al (2017) que acharam fortes correlações tanto da arilsulfatase como das fosfatases ácidas e alcalinas com a matéria orgânica do solo em capoeiras do nordeste da Índia. A ausência de relação entre a disponibilidade de P e a atividade das fosfatases se explica porque tanto a fosfatase ácida como alcalina estão mais relacionadas ao P-orgânico do solo (Margalef et al., 2017). Notável exceção disto é uma aparente correlação positiva entre a disponibilidade de fósforo e a atividade de urease, sugerindo uma limitação desta por fósforo.

Não detectamos diferença sistemática entre plantios de sabiá e vegetação espontânea (capoeira), para nenhuma enzima, e em nenhuma fase da sucessão. Este resultado implica que ambos os agroecossistemas funcionam de modo semelhante, mesmo com suas diferenças expressivas em composição e arranjo – nos plantios de sabiá linhas de árvores separados por 7 metros de área aberta / de pasto vs. vegetação secundária espontânea, densa e de múltiplas espécies de árvores e palmeiras. Em termos de atividade destas quatro enzimas indicadoras do funcionamento biogeoquímico o sistema antrópico em aleias está a par com a vegetação espontânea nativa.



5. CONCLUSÃO

Em termos das quatro enzimas indicadores de processos biogeoquímicos chaves, os plantios de sabiá não diferiram da vegetação secundária nativa (capoeiras), mesmo com menor cobertura arbórea e diversidade vegetal. Isto indica que plantios de sabiá em aléias conseguem funcionar de modo semelhante como seus pares nativos e portanto aparecem uma alternativa sustentável para recuperação de áreas degradadas e geração de renda. A sazonalidade da atividade enzimática diminui ao longo da sucessão, sugerindo um aumento da estabilidade e apontando à necessidade de tempos de pousio mínimos para uma recuperação mais completa do agroecossistema.

Referências

- ACOSTA-MARTINEZ, V.; TABATABAI, M. A. Enzyme activities in a limed agricultural soil. **Biology and Fertility of soils**, v. 31, n. 1, p. 85-91, 2000.
- ACOSTA-MARTINEZ, Veronica et al. Soil enzyme activities during the 2011 Texas record drought/heat wave and implications to biogeochemical cycling and organic matter dynamics. **Applied Soil Ecology**, v. 75, p. 43-51, 2014.
- ADETUNJI, Adewole T. et al. The biological activities of β -glucosidase, phosphatase and urease as soil quality indicators: a review. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 17, n. 3, p. 794-807, 2017.
- BALDRIAN, P. Microbial enzyme-catalyzed processes in soils and their analysis. **Plant, Soil and Environment** v. 55, p.370-378.
- BALOTA, E. L.; NOGUEIRA, M. A.; MENDES, I. C.; HUNGRIA, M.; FAGOTTI, D. S. L.; MELO, G. M. P.; SOUZA, R. C.; MELO, W. J. de. Enzimas e seu papel na qualidade do solo. *Tópicos Ci. Solo*, 8:221-278, 2013.
- CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society American Journal**, vol. 56, p.777-783, 1992.
- CHEN, Hao et al. Controls on soil arylsulfatase activity at a regional scale. **European Journal of Soil Biology**, v. 90, p. 9-14, 2019.
- COSTA, M. G. et al. Leguminosas arbóreas para recuperação de áreas degradadas com pastagem em Conceição de Macabu, Rio de Janeiro, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 101, p. 101-112, 2014.
- DE MEDEIROS, Erika Valente et al. Soil organic carbon, microbial biomass and enzyme activities responses to natural regeneration in a tropical dry region in Northeast Brazil. **Catena**, v. 151, p. 137-146, 2017.
- DE OLIVEIRA, Isabelly Santos Rosado et al. Mimosa caesalpinifolia Benth. adapts to rhizobia populations with differential taxonomy and symbiotic effectiveness outside of its location of origin. **FEMS microbiology ecology**, v. 95, n. 8, p. fiz109, 2019.
- DOS REIS, F.B.; SIMON, M.F.; GROSS, R.; BODDEY, R.M.; ELLIOTT, G.N.; NETO, N.E.; DE FATIMA LOUREIRO, M.; DE QUEIROZ, L.P.; SCOTTI, M.R.; CHEN, W.-M.; NORÉN, A.; RUBIO, M.C.; DE FARIA, S.M.; BONTEMPS, C.; GOI, S.R.; YOUNG, P.W.; SPRENT, J.I. JAMES, E.K. Nodulation and nitrogen fixation by Mimosa spp. in the Cerrado and Caatinga biomes of Brazil. **New Phytologist** v. 186, p. 934-946, 2010.
- EIVAZI, F.; TABATABAI, M. A. Phosphatases in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.9, p.167-172, 1977.
- EKENLER, Mine; TABATABAI, M. A. Responses of phosphatases and arylsulfatase in soils to liming and tillage systems. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 166, n. 3, p. 281-290, 2003.
- GAVITO, M. E. et al. Indicators of integrative recovery of vegetation, soil and microclimate in successional



fields of a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, v. 479, p. 118526, 2021.

KLUTE, Arnold. Water retention: laboratory methods. **Methods of soil analysis: part 1 physical and mineralogical methods**, v. 5, p. 635-662, 1986.

LUNGMUANA, S. B. et al. Impact of secondary forest fallow period on soil microbial biomass carbon and enzyme activity dynamics under shifting cultivation in North Eastern Hill region, India. 2017.

MARGALEF, Olga et al. Global patterns of phosphatase activity in natural soils. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2017.

MEIRELLES, Augusto Cruz de; SOUZA, Luiz Augusto Gomes de. Produção e qualidade da biomassa de leguminosas arbóreas cultivadas em sistemas de aleias em Latossolo Amarelo da Amazônia Central. **Volume 10, Pags. 67-74**, 2015.

MELO, W.J.; MELO, G.M.P.; ARAÚJO, A.S.F.; MELO, V.P. **Avaliação da atividade enzimática em amostras de solo**. In: FIGUEIREDO, M.V.B.; BURITY, H. A.; OLIVEIRA, J.P.; SANTOS, C. E. R.S.; STAMFORD, N.P. (Eds.) Biotecnologia aplicada à agricultura. Brasília, EMBRAPA. In-formação tecnológica, Recife, Instituto Agrônômico de Pernambuco, p.158-187, 2010.

RAGOT, Sabine A.; KERTESZ, Michael A.; BÜNEMANN, Else K. phoD alkaline phosphatase gene diversity in soil. **Applied and environmental microbiology**, v. 81, n. 20, p. 7281-7289, 2015.

SANTIAGO, A.M.P.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; LOPES, E.C. Crescimento em plantas jovens de *Mimosa caesalpinifolia* Benth., cultivadas sob estresse hídrico. **Ecossistema** v. 26, p. 23-30, 2001.

SHEU, Shih-Yi et al. Gemmobacterlanyuensis sp. nov., isolated from a freshwater spring. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 63, n. 11, p. 4039-4045, 2013.

SILVA, Andrezza Emanuella Oliveira et al. Soil enzymatic activities in areas with stages and management of forest regeneration from Caatinga. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 2, p. 405-414, 2018.

SILVA, L.X.; FIGUEIREDO, M.V.B.; DA SILVA, G.A.; GOTO, B.T.; OLIVEIRA, J.P.; BURITY, H.A. Arbuscular mycorrhizal fungi in plantations of leucaena and mimosa in Pernambuco state. **Revista Árvore, Viçosa**, v. 31, p. 427-435, 2007.

SOUSA, H. M. **Atributos microbiológicos do solo em sistemas de integração LavouraPecuária no Ecótono Cerrado-Amazônia**. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2014.

TABATABAI, M. A.; BREMNER, J. M. A simple method of determining total S in plant materials. **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, p. 805-806, 1970.

TABATABAI, M. A.; BREMNER, J. M. Arylsulfatase activity of soils. **Soil Science Society of America Journal** v. 34, p. 225-229, 1970.

TAVARES, R.C.; FILHO, P.F.M.; LACERDA, C.F.; SILVA, J. Mycorrhizal colonization and root nodulation in sabiá seedlings (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) at different salinity levels. **Revista Ciência Agronômica** v.32, p.409-416, 2012.

TEDESCO, Marino José et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Ufrgs, 1995.

YOEMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.



CAPÍTULO 2

CARGA PARASITÁRIA EM EQUÍDEOS DE TRACÇÃO DE PETROLINA - PE EM 2018

PARASITARY LOAD IN TRACTION EQUIDAE FROM PETROLINA – PE IN
2018

Lucas Souza da Silva
Renata Silva do Espírito Santo
Alan Patrick Andrade de Souza
Márcia Medeiros de Araújo
Marcelo Domingues de Faria
Adriana Gradela

Resumo

O gênero de parasitas gastrointestinais e as cargas parasitárias durante o ciclo anual são importantes para se estabelecer relações parasito-hospedeiro e planejar estratégias de controle de parasitismo. Este estudo avaliou a carga parasitária dos helmintos parasitas de equídeos de tração apreendidos pelo CCZ de Petrolina (PE) nos meses de abril a agosto e de novembro de 2018. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UNIVASF. Fezes foram coletadas da ampola retal de 63 equídeos de tração 1x/mês, embaladas e identificadas, mantidas sob refrigeração e enviadas ao laboratório de Parasitologia da UNIVASF onde procedeu-se o exame de contagem de ovos por grama de fezes (OPG). Dados foram avaliados por análise descritiva com porcentagem simples. Dos animais 67% (42/63) eram equinos, 33% (21/63) asininos e 0% (0/63) muares; 70% (44/63) estavam parasitados, sendo 68% (30/44) equinos e 32% (14/44) asininos. Dos 16.090 OPG contados 68% (10.890) eram de *Strongylos spp.*; 28% (4600) de *E. Leuckarti* e 4% (600) de *O. equi*. Resultados indicaram que equinos foram mais resistentes a *E. leuckarti* e *O. equi* e asininos a *Strongylos spp.*; as helmintoses por *Strongylos spp.* foram mais prevalentes em novembro em equinos e em julho em asininos; por *E. leuckarti* em julho em ambas espécies e por *O. equi* em abril em equinos e em junho em asininos. Conclui-se que a carga parasitária e sua distribuição ao longo do ano diferem entre equinos e asininos e seu acompanhamento é importante no planejamento de estratégias de controle e prevenção.

Palavras-chave: Helmintoses, *Strongylus spp*, *Eimeria leuckarti*, *Oxyuris equi*, Equinos, Asininos.

Abstract

The genus of gastrointestinal parasites and parasitic loads during the annual cycle are important for establishing parasite-host relationships and planning parasitism control strategies. This study evaluated the parasitic load of parasitic helminths of draft equidae seized by the CCZ of Petrolina (PE) in the months of April to August and November 2018. This study was approved by the Ethics Committee on the Use of Animals at UNIVASF. Feces were collected from the rectal ampoule of 63 equations of traction 1x / month, packaged and identified, kept under refrigeration, and sent to the UNIVASF Parasitology laboratory where the egg count per gram of feces (OPG) examination was carried out. Results were evaluated by descriptive analysis with simple percentage. Of the animals 67% (42/63) were equines, 33% (21/63) donkeys and 0% (0/63) mules; 70% (44/63) were parasitized, 68% (30/44) equines and 32% (14/44) donkeys. Of the 16,090 OPG counted, 68% (10,890) were from *Strongylos spp.*; 28% (4600) of *E. leuckarti* e 4% (600) of *O. equi*. Results indicated that horses were more resistant to *E. leuckarti* and *O. equi* and asses to *Strongylos spp.*; helminths by *Strongylos spp.* were more prevalent in November in horses and in July in donkeys; by *E. leuckarti* in July in both species and by *O. equi* in April in horses and in June in donkeys. It is concluded that the parasitic load and its distribution throughout the year differ between horses and donkeys and their monitoring is important in planning control and prevention strategies.

Keywords: Helminthosis, *Strongylus spp*, *Eimeria leuckarti*, *Oxyuris equi*, Equines, Donkeys.



1. INTRODUÇÃO

Em Petrolina, como em muitos municípios brasileiros, é comum o uso de equídeos para a tração de carroças. Estes são representados pelas espécies equina (*Equus caballus*), asinina (*Equus asinus*) e pelo produto do cruzamento de ambos, os muares (burro, mula e bardoto). No Brasil em 2010 a população de equídeos era estimada em 113.473.522 cabeças, sendo 58.770.171 equinos; 43.496.677 asininos e 11.206.674 muares (ALMEIDA; SILVA, 2010).

O sistema de criação a que são expostos os equídeos de tração e seu trato gastrointestinal favorecem a incidência de infestações parasitárias (EGAN et al., 2010), sendo os equinos apontados como os mais susceptíveis a uma variedade de espécies de parasitos em um mesmo momento (REHBEIN et al., 2013) e em diferentes condições geográficas e climáticas (NIELSEN, 2012). Dependendo da carga parasitária, as parasitoses podem causar desde um pequeno desconforto abdominal com ou sem sinais de fraqueza, pelagem áspera, retardo de crescimento, hiporexia, anemia, diarreias ou constipações até episódios fulminantes de cólica e morte (LAGAGGIO et al., 2007 *apud* VERA, 2014).

É grande a variedade de parasitas que podem ser encontrados em sua fauna helmíntica, sendo particularmente relevantes algumas espécies/gêneros como, por exemplo, os pequenos estrôngilos ou cyathostomídeos; os grandes estrôngilos (VERA, 2014) e também outros como *Oxyuris equi* (*O. equi*), *Eimeria leuckarti* (*E. Leuckarti*), entre outros. O uso de produtos antiparasitários é empregado no controle dessas infecções, podendo ser utilizados de forma supressiva, estratégica e, em menor escala, de forma curativa.

A determinação do gênero de parasitas gastrointestinais, assim como as cargas parasitárias e suas percentagens durante um ciclo anual é importante para se estabelecer relações entre parasito e hospedeiro e planejar estratégias de controle de parasitismo, pois a profilaxia da parasitose é fundamental para que tenha um melhor desempenho dos animais, especialmente daqueles de áreas com elevada concentração animal. Além disso, quando realizado fora das épocas de maior eliminação de ovos nas fezes, o tratamento antiparasitário apresenta resultados pouco satisfatórios ou nulos favorendo o aparecimento da resistência dos helmintos aos princípios ativos utilizados (VERA, 2014; SAES, 2017).

Este estudo objetivou monitorar a carga parasitária dos helmintos parasitas de equídeos de tração apreendidos pelo Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) de Petrolina (PE) nos meses de abril a agosto e de novembro de 2018, visando o acompanhamento da carga parasitária intestinal nos períodos analisados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo obedeceu aos princípios éticos de experimentação animal adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UNIVASF. Em visitas nos meses de abril a agosto e novembro de 2018 (uma ao mês) ao CCZ, foram avaliadas a espécie, sexo e idade dos equídeos de tração apreendidos e coletadas amostras de fezes da ampola retal de cada animal. Em seguida, as fezes foram embaladas, identificadas e enviadas sob refrigeração, em caixa de isopor com gelo eutético, para análise no Laboratório de Parasitologia da Univasf. Neste, 4,0 gramas de fezes de cada animal foram dissolvidos em solução saturada de açúcar e, posteriormente, os ovos por grama de fezes (OPG) foram quantificados através da Técnica de Macmaster. Os resultados foram analisados utilizando-se análise descritiva com porcentagem simples em planilha Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos animais deste estudo 67% (42/63) eram equinos e 33% (21/63) asininos, cuja idade média foi de $5,84 \pm 0,68$ anos. O índice de parasitose foi de 70% (44/63), sendo 68% (30/44) na espécie equina e 32% (14/44) na asinina.

A taxa de infecção de helmintos gastrintestinais no Brasil e no mundo varia dependendo da população avaliada, tendo sido superior aos 59,39% observados em equinos de raça da região serrana catarinense (QUADROS et al., 2014); 33,13% em equinos de alta performance (REGO et al., 2009) e 40% dos equinos na Paraíba (FREIRE, 2016) e inferior aos 88% em cavalos de carroceiros (FERRARO et al., 2008); 90% em equinos de vias públicas (HEIN et al., 2012); 91,2% em equinos do Recôncavo Bahiano (SILVA et al., 2014); 94% em equinos de Porto Alegre (MENETRIER et al., 2020) e 96,36% de Pelotas (MARTINS et al., 2019a) e 100% do Estado de Santa Catarina (GODÉSKI; PEDRASSANI; SZCZARBOWSKI, 2017).

Em relação a outros países, foi semelhante ao observado em equinos da Alemanha (77,5%, REHBEIN; VISSER; WINTER, 2013); inferior aos de Cuba (97%, SALAS-ROMERO et al., 2017) e superior aos da Índia (20,63%, MATTO; BHARKAD; BHAT et al., 2015) e Suíça (66,7%, HEDBERG-ALM, 2020). Essa variabilidade decorre de múltiplos fatores como idade, reações imunes ao parasitismo, densidade populacional, gêneros de helmintos, variações climáticas, manejo dos animais, entre outras (MENETRIER et al., 2020).

Foram contados 16.090 OPG dos quais 68% (10.890/16.090) eram de *Strongylos spp.*; 28% (4600/16.090) de *E. Leuckarti* e 4% (600/16.090) de *O. equi*. A prevalência de infecções por estrôngilos foi inferior aos 91,2% observados por Silva et al. (2014); 100% por Lyons e Tolliver (2004); 92% por Ríos et al. (2011); 80% por Costa (2011) e 78% por Menetrier et al. (2020); e superior aos 60% por Morales et al. (2012). Enquanto a prevalência de infecções por *O. equi* em equinos



foi inferior aos 12% por Mahfooz et al. (2008); 22,6% por Tavassoli et al. (2010); 20,69% por Ehizibolo et al. (2012); 16,94% por Lem et al. (2012); 27,1% por Umar et al. (2013); 9,4% por Menetrier et al. (2020) e 10,13% por Martins et al. (2019b) e em asininos inferior aos 31,8% descritos por Ibrahim et al. (2011). Em relação a *E. leuckarti* a prevalência foi inferior aos 63,33% descritos por Hein et al. (2012).

A alta prevalência de infecções por *Strongylos spp.* em relação as de *O. equi* corroborou com Quadros et al. (2014), que diagnosticaram infecção por *Strongylus* em 59,39% dos equinos e por *O. equi* em 11,28% das éguas. A baixa taxa de ovos de *O. equi* parece ser devida a vários fatores, como não usualidade de diagnóstico nos exames fecais de rotina devido a baixa frequência de uso do teste da fita adesiva (QUADROS et al., 2014); migração das fêmeas na época da ovipostura para a região anal e sua aderência na região perianal (THOMASSIAN et al., 2005; TAYLOR et al., 2007) e idade dos animais. Quadros et al. (2014) observaram maior susceptibilidade à infecção por *O. equi* em cavalos entre 10 e 14 anos de idade, enquanto neste estudo foi de $6,0 \pm 1,15$ anos independente da espécie.

Em equídeos a única espécie válida de *Eimeria* é a *E. leuckarti* (DUBEY; BAUER, 2018), cuja detecção em exames fecais tem sido frequente, particularmente em potros (SOUZA et al., 2009; DUBEY; BAUER, 2018). Porém, como mostrado no presente estudo, cuja idade média dos animais foi de $4,17 \pm 0,95$ anos, também pode ocorrer em cavalos mais velhos, corroborando com Hirayama et al. (2002).

Os helmintos encontrados neste estudo têm grande relevância devido aos danos que causam em equinos e asininos. Entre os *Strongylus*, *S. vulgaris* é a espécie mais patogênica, pois provoca arterite verminótica, tromboembolismo, aneurisma e espessamento da parede arterial no local em que as larvas se fixam, interferindo na circulação sanguínea e causando diminuição no suprimento sanguíneo do intestino (FORTES, 2004). Em potros a estrogiloidose pode causar enterite catarral que diminui os processos digestivo e de absorção levando a atrasos no crescimento e perdas de peso (URQUHART et al., 2001). Em infecções crônicas *O. equi* pode causar mau estado geral com diminuição da performance a até severas ulcerações da mucosa e automutilação devido intenso prurido na região perianal e nos casos graves nervosismo e anorexia (SELLON; LONG, 2007). A infecção por *E. leuckarti* ocorre no intestino delgado e embora possa ser assintomática pode causar até quadros de intussuscepção ceco-cólica (THOMASSIAN, 2005), provocando lesões na mucosa intestinal e alteração da sua estrutura (URQUHART et al., 2001). De acordo com Radostits et al. (2000) o quadro é influenciado pela idade, competência imunológica do animal e a associação com outros patógenos (RADOSTITS et al., 2000; 2002).

Do total de OPG de *Strongylos spp.*, 82% (N= 8970/10.890) foram observados em equinos, sendo 4% em abril, 9% em maio, 3% em junho, 16% em julho e 50% em novembro e 18% observados em asininos, sendo 2% em abril, 2% em maio e 2% em junho, 12% em julho e 0% em novembro (Figura 1-A). Do total de OPG de

E. Leuckarti 47% (N= 2150/4600) foram observados em equinos sendo, a carga parasitária em abril, maio, junho, julho e novembro, respectivamente, de 7%; 4%; 0%; 31% e 5% e 53% (N= 2450/460) observados em asininos, sendo, respectivamente, 5%; 4%; 7%; 37% e 0% (Figura 1-B). Do total de OPG de *O. equi* 42% (N= 250/600) foram observados em equinos apenas no mês de abril e 58% (N= 350/600) em asininos, sendo 16% em maio e 42% em junho (Figura 1-C).

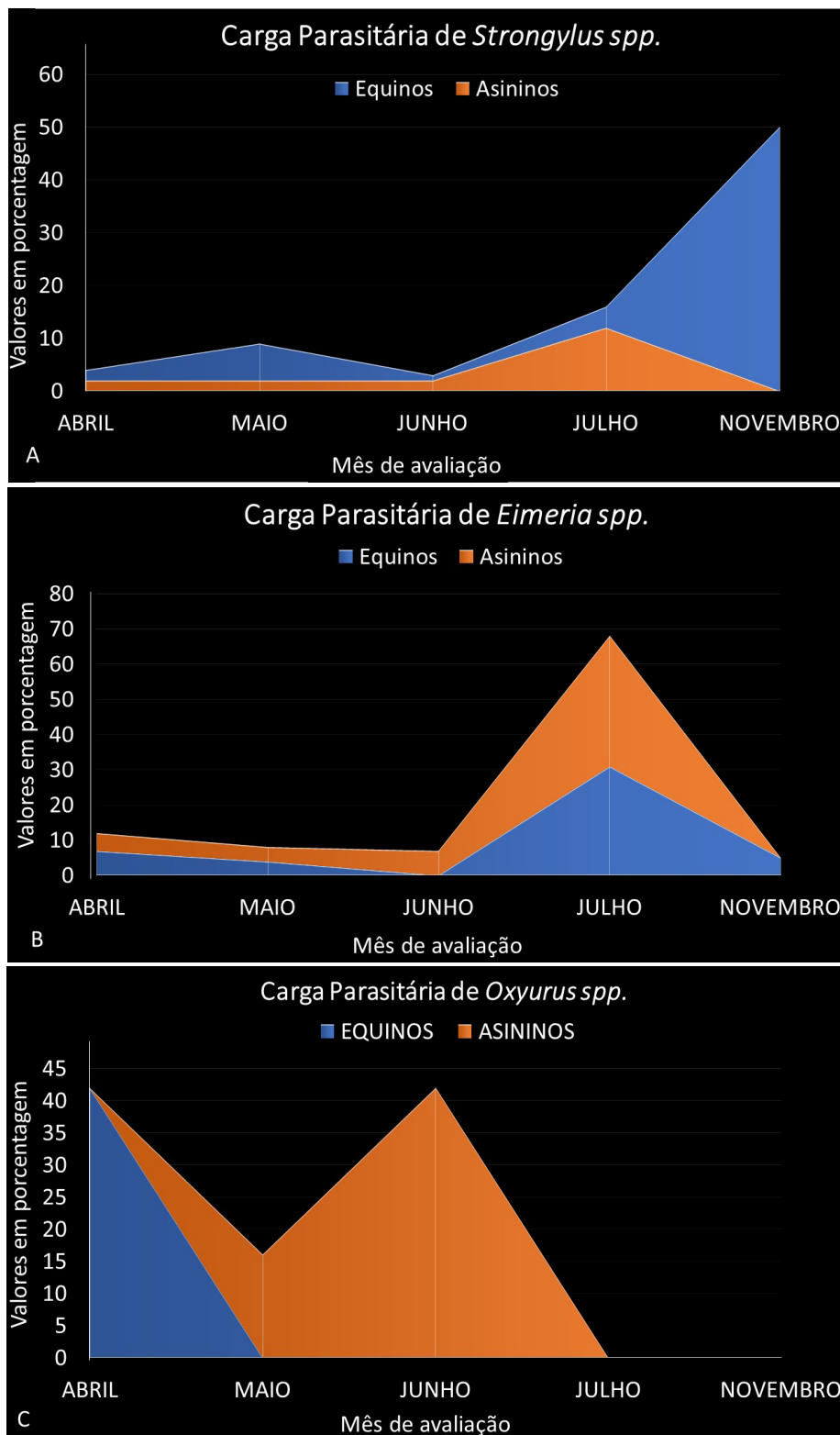


Figura 1: Carga parasitária de *Strongylus spp.*, *Eimeria leuckarti* e *Oxyuris equi* em equídeos de tração apreendidos pelo Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) de Petrolina (PE) em 2018.

Fonte: Gradela (2021)



A temperatura, chuva, umidade e luz solar exercem significativo impacto nas fases de vida-livre dos parasitos quando presentes na pastagem (NIELSEN et al., 2007), determinando um caráter sazonal às infecções helmínticas que varia de acordo com a região do mundo. Assim, em países com clima temperado as condições são mais favoráveis na primavera e outono e nos de clima subtropical no inverno (LYONS et al., 2000), enquanto que a dinâmica dos helmintos gastrintestinais de equinos em países de clima tropical ainda é pouco conhecida (BAUDENA et al., 2000).

Em Petrolina a estação chuvosa e quente ocorre na primavera e no verão e a estação seca e menos quente no outono e inverno. Houve maior prevalência de *Strongylus spp.* em equinos no período das águas e em asininos das secas; de *E. leuckarti* na estação seca tanto em equinos quanto em asininos e de *O. equi* apenas na estação seca em ambos. Estes achados concordaram com Resende (2017) em relação a ocorrência de *Strongylus spp.* com prevalência maior na estação chuvosa, mas discordaram em relação a *Oxyuris*, que neste estudo foram prevalentes na estação seca e menos quente (outono) tanto em equinos quanto em asininos. Este resultado concordou com Rosa (2014) que observou maior índice de parasitismo em Mangalarga Marchador no período seco, pois neste a baixa qualidade das forragens e ausência de suplementação adequada comprometeu o sistema imunológico dos animais. Por outro lado em Portugal picos sazonais da oxiurose foram registrados nos meses de maior calor, principalmente na primavera e no verão (INACIO, 2017), enquanto Saeed et al. (2010) não verificaram diferença entre as estações do ano, idades e sexo em equinos no Paquistão. Estudos atribuem os maiores valores médios de OPG à jovens e ao período das águas, devido à maior oferta de forragem e, conseqüentemente, de contaminação das pastagens e forragens (ROSA, 2014; RESENDE, 2017). Por outro lado Saes (2017) observaram que as categorias mais acometidas pelos helmintos foram potros e idosos e que havia maior prevalência de helmintoses no verão.

Para Reis (2011) os maiores picos de OPG ocorreram durante os períodos mais quentes, sendo as temperaturas entre 25-33°C tidas como ótimas para o desenvolvimento de ovos e larvas (MFITILODZE; HUTCHINSON, 1987 *apud* SAES, 2017) e para o comportamento migratório e sobrevivência, (RAMSEY et al., 2004).

Quadros et al. (2014) observaram que em animais criados em sistema extensivo a oxiuríase teve maior positividade no outono de 26,31%, no verão de 8,3% e no inverno de 2,12%, sem diferença estatística como nos equinos deste estudo.



4. CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que equinos foram mais resistentes a *E. leuckarti* e *O. equi* e os asininos aos *Strongylos spp.* Helmintoses por *Strongylos spp.* foram mais prevalentes em novembro em equinos e em julho em asininos; por *E. leuckarti* em julho em ambas espécies e por *O. equi* em abril em equinos e junho em asininos.

Conclui-se que a carga parasitária e sua distribuição ao longo do ano diferem entre as espécies de equídeos de tração sendo seu acompanhamento importante no planejamento de estratégias de controle e prevenção.

Referências

- ALMEIDA, T.L.; MELLO, J.M. Arterite verminótica em equinos: revisão. **PUBVET**, v.4, n.12, Ed. 117, Art. 789, 2010.
- BASSAN, L.M. et al. Estrongilose: revisão de literatura. **Revista Científica Eletônica de Medicina Veterinária**, Ano VI, n.11, p.1-7, 2008.
- BAUDENA, M.A. et al. Seasonal development of equine cyathostome larvae on pasture in south Louisiana. **Veterinary Parasitology**, v.88, n.1-2, p.51-60, 2000
- COSTA, R. B. da. Caracterização do parasitismo gastrointestinal em cavalos de desporto e lazer no distrito de Coimbra. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade Técnica de Lisboa. 2011. 108p
- DUBEY, J.P.; BAUER, C.A. Review of Eimeria infections in horses and other equids. **Veterinary Parasitology**, v.256, p.58-70, 2018.
- EGAN, C.E.; SNELLING, T.J.; MCEWAN, N.R. The onset of ciliated populations in Newborn Foals. **Acta Protozoologica**, v.49, n.2, p.145-47, 2010.
- HEIN, K.K. et al. Verificação da ocorrência parasitológica com potencial zoonótico em fezes de equinos na Vila Osternack-Curitiba-PR. **Revista Eletrônica da Faculdade Evangélica do Paraná**, v. 2, n. 2, p.71-79, 2012.
- EHIZIBOLO, D.O. et al. Prevalence and significance of parasites of horses in some states of northern Nigeria. **Journal of Equine Science**, v.23, p.1-4, 2012.
- FERRARO, C.C. et al. Prevalência parasitológica de cavalos de carroceiros em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.17, supl.1, p.175-177, 2008.
- FORTES, E. **Parasitologia veterinária**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 2004.
- FREIRE, P.C.A. **Ocorrência de helmintos gastrintestinais em equinos de vaquejada na Zona da Mata da Paraíba**. 2016. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso Medicina Veterinária). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG – CSTR/UAMV, Patos – PB.
- GODÉSKI, A.; PEDRASSANI, D.; SZCZARBOWSKI, C.R. Eficácia de anti-helmínticos em equinos da raça Crioula no município de Major Vieira/SC. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v.15, p.59-66, 2017.
- HEDBERG-ALM, Y. et al. Parasite occurrence and parasite management in Swedish horses presenting with gastrointestinal disease - A case-control study. **Animals**, v.10, n.638, p.1-19, 2020.
- HEIN, K.K. et al. Verificação da ocorrência parasitológica com Potencial zoonótico em fezes de equinos na vila Osternack- Curitiba/ PR. **Revista Eletrônica da Faculdade Evangélica do Paraná**, v.2, n.2, p.71-79, 2012.



- HIRAYAMA, K. et al. Eimeria organisms develop in the epithelial cells of equine small intestine. **Veterinary Parasitology**, v.39, n.4, p.505-08, 2002.
- IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>
- IBGE. Produção da pecuária municipal. 2010. 28, 61p.
- IBRAHIM, N. et al. Survey of prevalence of helminth parasites of donkeys in around Hawassa Town, Southern Ethiopia. **Global Veterinaria**, v.6, p.223-227, 2011
- INÁCIO, I.P.H.M. **Prevalência de Oxyuris equi em equinos estabulados em unidade militar na vila de Maфра**. 107p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2017.
- LEM, M.F.; VINCENT, K.P.; PONE, J.W.; JOSEPH, T. Prevalence and intensity of gastro-intestinal helminthes in horses in the Sudano-Guinean climatic zone of Cameroon. **Tropical Parasitology**, v.2, p.45-48, 2012.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C. Prevalence of parasite eggs (Strongyloides westeri, Parascaris equorum, and strongyles) and oocysts (Eimeria leuckarti) in the feces of Thoroughbred foals on 14 farms in central Kentucky in 2003. **Parasitology Research**, v.92, n.5, p.400-404, 2004.
- MAHFOOZ, A. et al. Prevalence and Anthelmintic efficacy of Abamectin against gastrointestinal parasites in horses. **Pakistan Veterinary Journal**, v.28, p.76-78, 2008.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo, 2016. 56P.
- MARTINS, N.S. et al. Ciatostomíneos: uma revisão sobre a biologia, importância clínica e controle. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia PUBVET**, v.13, n.2, a266, p.1-7, 2019a.
- MARTINS, N.S. et al. Prevalência de nematódeos intestinais em equinos da região sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia PUBVET**, v.13, n.12, a464, p.1-5, 2019b.
- MATTO, T.N.; BHARKAD, G.P.; BHAT, S.A. Prevalence of gastrointestinal helminth parasites of equids from organized farms of Mumbai and Pune. **Journal of Parasitic Diseases**, v.39, n.2, p.179-85, 2015.
- MENETRIER, L.C.; MARQUES, S.MT.; MATTOS, M.J.T. Multiparasitismo em cavalos provenientes de pequenas propriedades na cidade de Porto Alegre/RS – relato de caso. **Revista Agrária Acadêmica**, v.3, n.5, p.14-24, 2020.
- MOLENTO, M.B. Resistência parasitária em helmintos de eqüídeos e propostas de manejo. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1469,1477, 2005.
- MORALES, A.A. et al. Control de parásitos gastrointestinales en caballos pura sangre de carrera (Equus caballus) en el Hipódromo "La Rinconada". Caracas, Venezuela. **Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica**, v.31, n.2, p.32-33, 2012.
- NIELSEN, M.K. Sustainable equine parasite control: Perspectives and research needs. **Veterinary Parasitology**, v.185, p.32- 44. 2012
- QUADROS, R.M. et al. Helmintos intestinais em cavalos de raça da região serrana catarinense. **Veterinária em Foco**, v.12, n.1, p.10-19, 2014.
- RADOSTITS, O.M. et al. **Clínica Veterinária** – um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1737p.
- RADOSTITS, O.M., BLOOD, D.C., GAY, C.C. Mastitis. In: **Veterinary Medicine**. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. 9th.ed.London: Baillière Tindall, 2000. p.603-700.
- RAMSEY, Y.H. et al. Seasonal development of Cyathostominae larvae on pasture in a northern temperate region of the United Kingdom. **Veterinary Parasitology**, v.119, n.4, p.307-18, 2004.
- REGO, D.X. et al. Incidência de endoparasitas e ectoparasitas em equinos do município de Curitiba – Paraná. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambiental**, v.7, n.3, p.281-287, 2009
- REHBEIN, S.; VISSER, M.; WINTER, R. Prevalence, intensity and seasonality of gastrointestinal parasites in abattoir horses in Germany. **Parasitology Research**, v.112, p.407-13, 2013.



REIS, P.M.C. **Epidemiologia e controle do parasitismo gastrointestinal em éguas e seus poldros numa exploração do Ribatejo.** 2011. 117f. Dissertação (Mestrado Integrado Em Medicina Veterinária), Universidade técnica de Lisboa, Lisboa, PT.

RESENDE, N.A. **Prevalência de helmintoses de equinos do Campo das Vertentes, Minas Gerais, Brasil.** 2017. 37f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, MG.

RÍOS, M.A.B. et al. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en équidos del municipio de Oiba (Santander). **Revista Spei Domus**, v.7, n.15, p.17-23, 2011

ROSA, M.H.F. **Caracterização das propriedades de mangalarga marchador no sul de Minas Gerais, quanto a prevalência e resistência das helmintoses.**2014. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SAEED, K. et al. Role of intrinsic and extrinsic epidemiological factors on strongylosis in horses. **Journal of Animal & Plant Science**, v.20, n.4, p.277-80, 2010.

SAES, I.L. Efeito da sazonalidade na dinâmica populacional de helmintos gastrointestinais e susceptibilidade em equinos à pasto. 2017. 60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal), Universidade Estadual Paulista, Dracena, SP.

SALAS-ROMERO, J. et al. Helminth egg excretion in horses kept under tropical conditions - prevalence, distribution and risk factors. **Veterinary Parasitology**, v.243, p.256-259, 2017.

SELLON, D.C; LONG, M.T. **Equine infectious diseases.** Elsevier: St. Louis, 2007. 653p

SILVA, R.M.; BRITO, J.A.; SILVA NETO, A.F. et al. Ocorrência de endoparasitos em equinos provenientes de dois haras da região de Cabaceiras do Paraguaçu, Recôncavo Baiano. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 17, n. 3, p. 92, 2014.

SOUZA, P.N.; BOMFIM, T.C.; HUBER, F. et al. Natural infection by *Cryptosporidium sp.*, *Giardia sp.* and *Eimeria leuckarti* in three groups of equines with different handlings in Rio de Janeiro, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v.160, n.3-4, p.327-33, 2009.

UHLINGER, C. A. Programas de controle de parasitas. In: SMITH, B. P. **Medicina interna de grandes animais.** Manolo: São Paulo, 2006. cap.45, p.1436-43.

URQUHART, G.M.; ARNOUR, J.; DUNCAN, J.L. et al. **Veterinary Parasitology.** 2.ed. Oxford: Blackwell Science; 2001.

TAVASSOLI, M.; DALIR-NAGHADEH, B.; ESMAEILI-SANI, S. Prevalence of gastrointestinal parasites in working horses. **Polish Journal of Veterinary Science**, v.13, p.310-324, 2010.

TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. **Veterinary Parasitology.** Blackwell Publishing: Oxford, 2007. 600p

THOMASSIAN, A. Enfermidades dos cavalos. In: **Afecções do aparelho digestório.** 4.ed. São Paulo: Varela Sulina, 2005. 294p.

UMAR, Y.A.; BAWA, M. D.; MUSA, G. U.; MUBARRAK, A. Prevalence of gastrointestinal parasites in horses used for cadets training in Nigeria. **Journal of Veterinary Advances**, v.3, p.43-48, 2013.

VERA, J.H.S. Resistência anti-helmíntica em equinos na região oeste do estado de São Paulo. 2014, 65p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal), Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho" – UNESP, Jaboticabal, SP.



CAPÍTULO 3

ESTUDO DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE ACEROLAS INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

STUDY OF GROWTH PARAMETERS OF ACEROLA SEEDLINGS
INOCULATED WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI

Eduardo Mendonça Pinheiro
Camila Pinheiro Nobre
José Ribamar Gusmão Araújo
Wallyson Santos Araújo
Thayanna Vieira Costa

Resumo

A cultura da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) devido ao seu alto teor de vitamina C, tem despertado grande interesse econômico e com grande potencial de expansão. Mas devido a desuniformidade dos seus pomares vem gerando características negativas na produção de acerola. O presente estudo tem o objetivo de avaliar o efeito de crescimento em mudas de aceroleira por diferentes estacas, inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 8 com 2 tipos de estacas e 8 combinações de inoculação com e sem FMA, dez repetições no período de 100 dias de experimento, conduzidos em casa de vegetação. Nessa fase foi avaliado o desenvolvimento das mudas micorrizadas e a correlações positivas entre as características de crescimento da planta. A espécie *C. etunicatum* promove maiores taxas de colonização em mudas de origem herbácea e semilenhosas, respectivamente.

Palavras-chave: Propagação vegetativa; estaquia; micorrizas; correlação.

Abstract

The culture of acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) due to its high content of vitamin C, has aroused great economic interest and with great potential for expansion. But due to the unevenness of its orchards, it has generated negative characteristics in the production of acerola. The present study has the objective of evaluating the growth effect on saplings by different cuttings, inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. The design was completely randomized, in a 2 x 8 factorial scheme with 2 types of cuttings and 8 combinations of inoculation with and without FMA, ten replications in the period of 100 days of experimentation, conducted in a greenhouse. In this phase the development of the mycorrhizal seedlings and positive correlations between the growth characteristics of the plant were evaluated. The specie *C. etunicatum*, promoted higher colonization rates in herbaceous and semi – hardwood seedling, respectively.

Keywords: Vegetative propagation; cutting; mycorrhizae; correlation.



1. INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.) é originária da América Central e norte da América do Sul (LIMA et al., 2014) e é uma cultura muito explorada devido seu grande teor de vitamina C. Apesar de ser uma cultura com razoável rusticidade, possui boa capacidade de adaptação às diferentes condições de solo e clima (GONZAGA NETO; SOARES, 1994).

Durante a fase de produção de mudas a sanidade e nutrição do vegetal são importantes, assim como o vigor e crescimento. Quanto mais rápido a muda atingir a altura ideal para transplante, maior retorno financeiro para o produtor (NETTO et al., 2012). Alguns microrganismos possuem efeito no crescimento vegetal, dentre eles os fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Estes fungos formam associações mutualísticas e constituem uma importante ligação entre os componentes bióticos e abióticos do solo, desempenhando papel fundamental na sobrevivência, no crescimento e no desenvolvimento das plantas (DIAS et al., 2012).

A utilização dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) possui grande importância nas culturas que passam por fase de muda, onde se utilizam substratos, com o objetivo de eliminar possíveis agentes patogênicos (SILVEIRA; GOMES, 2007) e contribuir para a utilização de menor quantidade de fertilizantes, além da possibilidade de proporcionar maior desenvolvimento e nutrição das plantas (BARBIERI et al., 2011, SAMARÃO et al., 2011) reduzir o período para transplante e aumentar a sobrevivência das mudas no campo (DIAS et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de inoculação de diferentes espécies e combinações de FMA e realizar a correlação dos parâmetros de desenvolvimento de mudas de acerola em viveiro.

2. METODOLOGIA

Foram coletadas estacas herbáceas e semilenhosas, em pomar com idade superior a 4 - 5 anos de idade, em plantas sadias e vigorosas. Na base da estaca foi realizado um corte em bisel e, no ápice, um corte reto a 1,0 cm do último par de folhas. As estacas foram mantidas com dois pares de folhas. A porção enterrada no substrato foi correspondente a dois pares de gemas, sem folhas. Para preparo das mudas as estacas foram plantadas em bandejas de poliestireno de 125 células com uso de substratos comerciais e alternativos. As estacas foram tratadas com ácido indol-butírico (AIB) na dosagem de 2000 mg/L.

Os esporos de FMA para inoculação são oriundos da Coleção de Fungos Micorrízicos Arbusculares da Embrapa Agrobiologia (COFMEA). Três espécies de FMA foram

utilizadas *Claroideoglo mus etunicatum* - Claetun, *Gigaspora margarita* - Gimarg e *Glomus clarum* - Glclar e nas seguintes combinações: 1- Gimarg; 2- Claetun; 3- Glclar; 4- Claetun+Gimarg; 5- Glclar+Gimarg; 6- Claetun+Glclaru e; 7- Gimarg+Claetun+Glclaru.

Tubetes de 500 ml com substrato Plantmax autoclavado foram preparados para receber as estacas enraizadas após 60 dias. A inoculação foi realizada antes do plantio das estacas através da abertura de um sulco e colocação de 20 esporos de FMA em cada tubete, de acordo com o tratamento.

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, localizada no campus Paulo VI, em São Luís, Maranhão, Brasil. No viveiro, o experimento foi mantido em nebulização intermitente com umidade relativa ao redor de 80 %. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 8 (tipos de estacas x inoculação com e sem FMA), dez repetições.

A cada 15 dias após a instalação do experimento foi avaliada a altura da planta por meio de régua milimetrada e aos 100 dias após a instalação do experimento foram avaliadas altura, massa fresca do sistema radicular (MFR), massa fresca da parte aérea da muda (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca sistema radicular por planta (MSR) e a taxa de colonização micorrízica.

Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade, homogeneidade e à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Para a análise, alguns dados foram transformados: altura ($\log x$), massa fresca da parte aérea (\sqrt{x}), massa seca de parte aérea ($\sqrt{x+0,25}$) e massa fresca de raízes ($\log x+1$). Para a análise de massa seca das raízes foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Foi utilizado teste não-paramétrico porque a suposição de normalidade dos dados foi rejeitada. A análise estatística dos dados foi realizada através do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os parâmetros de crescimento da planta analisados, tais como altura, massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) (TABELA 1), a melhor resposta com a inoculação foi observada nas plantas oriundas de estacas herbáceas, principalmente nas plantas inoculadas com *G. margarita* e com a combinação *G. margarita* + *C. etunicatum*. Em relação às plantas oriundas de estacas semilenhosas, os melhores resultados ocorreram nas plantas inoculadas com *C. etunicatum*.



Tabela 1. Efeito da inoculação dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre a altura, massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), nos tipos de estacas herbáceas (H) e semilenhosas (S) de aceroleira, aos 100 dias após a inoculação*.

FMA	Altura (cm)		MFPA (g)		MSPA (g)		MFR (g)		MSR (g)**	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
Sem	16,41aAB	13,65aA	2,81aABC	1,57bA	0,99aABC	0,58bA	1,75aA	0,97bA	0,30AB	0,19ABC
Gimarg	19,31aAB	15,90aA	3,82aA	2,16bA	1,39aA	0,68bA	1,83aA	0,94bA	0,39A	0,13ABC
Claetun	12,29bAB	18,85aA	1,52bCD	2,54aA	0,51bC	0,98aA	0,85aA	1,26aA	0,13ABC	0,16ABC
Ciclar	10,15aB	12,88aA	1,24aD	1,74aA	0,43aC	0,68aA	0,81aA	1,25aA	0,11BC	0,14ABC
G+C	20,99aA	15,88bA	3,70aAB	2,30bA	1,27aAB	0,92aA	1,79aA	1,15bA	0,34AB	0,15ABC
G+G	12,24aAB	14,21aA	1,58aCD	1,81aA	0,49aC	0,70aA	0,84aA	1,12aA	0,14ABC	0,14ABC
C+G	13,21aAB	12,16aA	1,87aBCD	1,42aA	0,64aBC	0,58aA	1,01aA	1,69aA	0,14ABC	0,06C
G+C+G	15,93aAB	11,61bA	2,37aBCD	1,89aA	0,82aABC	0,66aA	1,08aA	1,04aA	0,24ABC	0,16ABC

*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **MSR foi utilizado teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

As plantas inoculadas com *G. margarita* apresentaram maiores resultados para MFPA, MSPA e MSR para as mudas de estacas herbáceas. Resultados positivos de MSPA, também, foram encontrados nos experimentos de aceroleira colonizadas por *G. margarita* realizados por Costa et al. (2001). E para as mudas de estacas semilenhosas colonizadas com *C. etunicatum* apresentaram os melhores resultados de altura, MFPA e MSPA.

Entretanto, comparando-se os dois tipos de estacas, verificou-se que a estaca herbácea apresentou maior MFR quando inoculada com *G. margarita* e *G. margarita* + *C. etunicatum* e quando não foram inoculados com FMA. De forma geral, o tratamento sem inoculação apresentou melhores parâmetros de crescimento que alguns tratamentos com inoculação de FMA. Tratamento *C. etunicatum* favoreceu o MFR em estacas semilenhosas e comportamento inverso foi observado com esse fungo em estacas herbáceas. O aumento no crescimento da planta, promovido pela associação micorrízica, é devido, sobretudo, à maior absorção de nutrientes (FARIAS et al., 2014).

O resultado da análise de correlação de Pearson (r) é apresentado na Tabela 2. As plantas de aceroleira oriundas de estacas herbáceas apresentaram maior número de correlações altamente significativas, com r^2 variando de 0,67 a 0,77. Em mudas oriundas de estacas herbáceas, a altura das mudas se correlaciona negativamente com o MFPA. Taxa de colonização micorrízica e altura possuem correlação positiva com MSPA e MSR. A taxa de colonização micorrízica para estacas semilenhosas é inversamente proporcional à altura da muda e ao MSPA.

Tabela 2. Matriz de correlação entre as variáveis mensuradas e os tipos de estacas.

Mudas oriundas de estacas herbáceas						
Variável ^a	ALT	MFPA	MSPA	MFR	MSR	% COL
ALT	1	-	-	-	-	-
MFPA	-0,2168*	1	-	-	-	-
MSPA	0,7381**	-0,2423*	1	-	-	-
MFR	-0,0774 ^{ns}	0,7331**	-0,1111 ^{ns}	1	-	-
MSR	0,7746**	-0,2048 ^{ns}	0,6744**	-0,2481*	1	-
% COL	-0,1661 ^{ns}	0,6827**	-0,0892 ^{ns}	0,6752**	-0,1710 ^{ns}	1
Mudas oriundas de estacas semilenhosas						
Variável	ALT	MFPA	MSPA	MFR	MSR	% COL
ALT	1	-	-	-	-	-
MFPA	-0.0516 ^{ns}	1	-	-	-	-
MSPA	0.7905**	-0.2019 ^{ns}	1	-	-	-
MFR	-0.0302 ^{ns}	0.8095**	-0.1422 ^{ns}	1	-	-
MSR	-0.1774 ^{ns}	0.1336 ^{ns}	-0.1170 ^{ns}	-0.0695 ^{ns}	1	-
% COL	-0.2482*	0.0720 ^{ns}	-0.2498*	-0.0952 ^{ns}	0.5978**	1

^aVariáveis analisadas: ALT = altura; MFRPA = massa fresca parte aérea. MSPA = massa seca parte aérea; MFR = massa fresca raiz; MSR = massa seca raiz; %COL = colonização micorrizica.

*significativo a 5% pelo teste t, ** significativo a 1% pelo teste t, ns – não significativo.

Nas plantas de aceroleira oriundas de estacas semilenhosas, apresentou poucas correlações altamente significativas, a exemplo de MSR e taxa de colonização

5. CONCLUSÕES

A inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em mudas de *Malpighia emarginata* D.C. apresenta efeito no desenvolvimento de estacas de origem herbácea e semilenhosa. A espécie *Claroideoglossum etunicatum* apresentou-se como potencial inoculante para ambos os tipos de estacas de acerola facilitando na tomada de decisão da escolha do melhor inoculante para a produção de mudas de acerolas mais vigorosas, sadias e em menor tempo, gerando maior retorno financeiro ao produtor.

Referências

- BARBIERI, D. J. et al. Análise de crescimento de *Bixa orellana* L. sob efeito da inoculação micorrízica e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.2, p.129-138, 2011.
- COSTA, C. M. C. et al. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.893-901, 2001.
- DIAS, P. C. et al. Micorriza arbuscular e rizóbios no enraizamento e nutrição de mudas de angico-vermelho. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, 2012.
- FARIAS, D. da H. et al. Desenvolvimento de mudas de mirtilheiro inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 655-663, 2014.
- GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 43p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX,10)



LIMA, P. C. C. et al. Caracterização e avaliação de frutos de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 36, n. 3, p. 550-555, 2014.

NETO, J. C. et al. Caracterização agronômica e potencial antioxidante de frutos de clones de aceroleira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 713-721, 2012.

SAMARÃO, S. S. et al. Desempenho de mudas de gravioleira inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solonão-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 81-88, 2011.

SILVEIRA, A. P. D.; GOMES, V. F. F. Micorrizas em plantas frutíferas tropicais. In: SILVEIRA, A.P.D.; FREITAS, S.S. (Ed.). **Microbiota do solo e qualidade ambiental**, Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p.57-77.



CAPÍTULO 4

ASPECTOS DA CIENCIOMETRIA APLICADOS À TECNOLOGIA ILPF: DA CARACTERIZAÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO À IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS PREDITORAS DE ADOÇÃO DESTA TECNOLOGIA NO CAMPO

SCIOMETRY APPLIED TO CROP-LIVESTOCK-FOREST INTEGRATION
ADOPTION AND FACTORS UNDERLYING FARMERS INTENTIONS TO
ADOPT BEST PRACTICES IN THE FIELD

Mallú de Mendonça Barros

Ana Carolina Alves Rodrigues Naves

Lara de Carvalho Teixeira

Sara de L. Saeghe A. Ximenes

Francine Neves Callil

Rafael Tassinari Resende

Resumo

Considerando-se a que a cienciometria é uma técnica sistematizada capaz de quantificar uma revisão de literatura, sendo capaz de apontar os indicadores quantitativos em produções científicas relacionadas a um tema específico de modo a evidenciar os motivos, conceitos, aspectos históricos e de evolução das principais publicações em nível nacional e mundial, a partir da escolha de uma palavra-chave, como a adotada neste estudo: tecnologia da integração-lavoura-pecuária-floresta (ILPF) – por ser uma reconhecida tecnologia de produção sustentável utilizada tanto para análise ambiental, quanto agrônômica e que tem produzido ciência no Brasil e no mundo. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento cienciométrico da tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – ILPF, enumerar as principais áreas de pesquisa que contemplam produtos ou experiências importantes acerca da temática em estudo, apontar os principais objetivos das publicações científicas contidas nas bases de dados identificadas e, por fim, identificar o grau de aceitação e resistência quanto a adoção da tecnologia ILPF numa região de destaque do agronegócio em Goiás que defina traços de semelhança entre a prática e aspectos verificados na revisão da literatura, e como etapa adicional desta pesquisa, com vistas a se verificar a percepção dos produtores locais quanto a tecnologia sustentável ou da existência de modos de produção mais resilientes a partir da Tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – ILPF no campo.

Palavras chave: Cienciometria; Tecnologia ILPF, Sistemas Integrados de produção.

Abstract

General improvements in production efficiency can be achieved by crop-livestock-forest integration, so an important step in facilitating innovation in the farms is to gain improved understanding which are the behaviors of farmers about that. Hence, this research uses the scientometric analysis to identify the papers' goals applied to crop-livestock-forest integration adoption and factors underlying farmers' intentions to adopt best practices in the field, in Goiás State, in Central West of Brazil.

Keywords: Scientometrics, Sustainable, Crop-Livestock-Forestry Integration.



1. INTRODUÇÃO

Segundo Hayashi (2008), a cienciometria encarrega-se de estudar criticamente as múltiplas dimensões sociais das áreas do conhecimento, visto que enumera as principais unidades de um estudo: conteúdo, práticas concretas e geograficamente situadas, inter-relações e ligações com o coletivo, condicionantes sociais de mudança científico-tecnológica e seus impactos; podendo ser considerado um método analítico sobre determinado assunto da sociologia da ciência pesquisadores, as relações entre o desenvolvimento científico e o crescimento econômico (SPINAK, 1998) e, “sendo aplicada no desenvolvimento de políticas científicas, visto que envolve estudos quantitativos das atividades científicas, incluindo a publicação e, portanto, sobrepondo-se à Bibliometria” (MACIAS-CHAPULA, 1998).

A aplicação de procedimentos e técnicas bibliométricas sobre perfil de autores que disponibilizam seus resultados em periódicos científicos pode contribuir para a melhoria do processo de produção, gestão e disseminação dos conhecimentos, destacando pesquisas e dando visibilidade aos trabalhos. E de forma evidente vem tornando-se uma importante ferramenta para aumentar a representatividade das pesquisas junto às publicações internacionais (FERREIRA, 2010).

Em outras palavras, os direcionamentos propostos pela cienciometria podem criar condições para que os pesquisadores tenham elementos preditores, essenciais, relevantes e que expliquem ou que justifiquem a razão prática estudada pelas publicações existentes. Isso pode guiar o pesquisador quanto as respostas que pretende investigar; criar parâmetros de mensuração e de quantificação; delinear ações para o progresso científico dele. A estratégia cienciométrica pode descortinar uma realidade e dar melhor caracterização de um perfil de estudo. Por isso, foi adotado nesse estudo, para compreensão das publicações e estudos existentes sobre um sistema integrado de produção, com foco em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta numa perspectiva nacional e internacional, e desses recortes espaciais, analisar, os aspectos de percepção, interesse e implantação da ILPF pelo produtor rural em Goiás.

Esta pesquisa, justifica-se, cientificamente, ao considerar a técnica cienciométrica como capaz de estabelecer critérios e comparações sistêmicas ao se pesquisar correlações e construções científicas vigentes e relevantes de uma matéria, abordagem, metodologia ou produção que atenda ao interesse público entre países, bem como de critérios abordados por diferentes áreas das ciências físicas, tecnológicas, ambientais, matemáticas ou naturais, analisando-se pontos de convergência ao desenvolvimento de novas produções científicas, uma vez que envolve estudos quantitativos das atividades científicas, que sobrepõe-se a bibliometria e tem o intuito de se obter melhorias na editoração dos artigos e de aumentar a visibilidade pela indexação em diferentes bases de dados como: LILACS, SciELO, Scopus® e Index Copernicus, PubMed dentre outras (LOUZADA-JUNIOR & FREITAS, 2010).



Para Cordeiro et al (2020), os dados cientiométricos são utilizados para o delineamento do perfil dos campos científicos, incluindo a análise da posição dos principais atores envolvidos e as representações associadas a cada um dos ramos do conhecimento, sendo uma estrutura de comunicação entre os cientistas, da produtividade e da criatividade dos estudiosos de uma área (SPINAK,1998); desta forma, este estudo pontua as razões que desencadearam publicações científicas de sistemas integrados hoje existentes, com ênfase na integração lavoura-pecuária-floresta, tanto no Brasil quanto no mundo, diante da ampliação de áreas, da multiplicidade de artigos, bem como os caminhos que estão sendo trilhados acerca dessa temática, confrontando se àquilo que tem-se verificado nas publicações observada possui aplicação e viabilidade para a adoção dessa tecnologia, pelo produtor rural, cujas propriedades têm potencial para a pecuária e para o agronegócio em Goiás.

São objetivos desse estudo: elaborar um estudo cientiométrico que quantifique as relevantes publicações acerca da tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – ILPF; enumerar as principais áreas de pesquisa contemplam produtos com temática ILPF; apontar os principais objetivos das publicações científicas contidas nas bases de dados identificadas, e, a partir de uma pesquisa de campo, identificar o grau de aceitação e resistência quanto a adoção da tecnologia ILPF numa região de destaque do agronegócio em Goiás.

2. CIENCIOMETRIA COMO PARÂMETROS DE MENSURAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO PROGRESSO CIENTÍFICO PARA SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO NO MUNDO

A Cienciometria, também conhecida como estudo cientiométrico destaca quantitativamente as publicações de uma área da ciência, enumera o desenvolvimento de disciplinas e subdisciplinas da relação entre ciência, assuntos correlatos, abordagens e tecnologias adotadas, bem como o decréscimo de interesse ou obsolescência dos paradigmas científicos observados acerca de uma temática específica, sendo relevante para o pesquisador para criar critérios de planejamento estratégico que sejam capazes de responder aos objetivos de um estudo científico.

Isto é, modelar mecanismos de racionalidade que identifiquem as áreas das publicações relevantes, àquelas que são interdisciplinares, complementares ou convergentes. Para Spinak (1998), a importância das técnicas bibliométricas e cientiométricas têm vistas à seguinte lista de possibilidades de aplicação, como: identificar tendências e crescimento do conhecimento em diferentes disciplinas; fazer uma estimativa da cobertura das revistas secundárias; identificar os usuários das diferentes disciplinas; identificar autores e tendências em diferentes disciplinas; medir a utilidade dos serviços seletivos de disseminação de informações; prever tendências de publicação; localizar periódicos básicos para cada disciplina; formular políticas de conexões amigáveis; prever a produtividade de editores, au-

tores individuais, organizações, países etc.

A figura 1 demonstra como pode se dar uma trajetória da pesquisa; desenha benefícios múltiplos para pesquisador e, por conseguinte, de novos ares para o andamento da pesquisa criando condições capazes de majorar os indicadores métricos e conceituais quanto aos estudos. Uma vez direcionado aos Sistemas integrados de produção no mundo, auxilia na definição conceitual, cria encadeamentos lógicos, metodológicos e temporais – o que alavanca as possibilidades de se acessar as principais bases de dados, desde as publicações mais antigas às mais atuais ou ainda aquelas de maior relevância – além de ensejar novas premissas definidas pelo próprio pesquisador, como: adição de filtros, autores, escolha de base de dados, refinamentos por lapsos temporais, palavras-chave como conjunto de correspondências de um tema ou ainda encadeamentos lógicos que sistematizem ideias acessórias às principais de seu estudo e, portanto, criem um enlace lógico que descortina para o pesquisador rumos novos a partir de uma ideia inicial e objeto do seu estudo, tendo-se condições ainda de novos *insights* e novas estratégias para o andamento da pesquisa, dado que a *cienciometria* vai além das técnicas bibliométricas, pois examina e cria um desenvolvimento científico com a política, a ciência ou a atividade econômica (SPINAK, 1998).

Tipologia	Bibliometria	Cienciometria
Objeto de Estudo	Livros, documentos, revistas, artigos, autores e usuários.	Disciplinas, assuntos, áreas, campos de pesquisa
Variáveis	Frequência de citação de palavras e frases.	Diferenças entre as disciplinas envolvidas; revistas; autores; periódicos; tipos de comunicação.
Métodos	Ranking, frequência e distribuição	Análise e conjunto de correspondência
Objetivos	Recursos: tempo, dinheiro, pessoas etc.	Identificar domínios de interesse; concentração de estudos; compreensão de como os cientistas se comunicam

Figura 1: Abrangências de Tipologia e aspectos de classificação da Bibliometria e Cienciometria - Macias-Chapula [adaptado pelos autores] (2020)

2.1 Aspectos históricos, conceituais e legais do sistema de integração de produção com ênfase em Integração Lavoura Pecuária - ILPF

O Plano da Agricultura de Baixo Carbono, também conhecido como Plano ABC, trata-se de uma Política Pública que visa honrar o compromisso de modo setorial para a consolidação de uma economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura objetiva a melhorar a eficiência do uso dos recursos naturais e adaptar o setor agropecuário às mudanças climáticas. De atuação nacional, e previsão inicial de duração entre 2010 a 2020, consta de previsões e atualizações a cada dois anos, para que as demandas da sociedade às novas tecnologias sejam atendidas dentro das metas (PAIXÃO & BACHA, 2015).



O Plano ABC é uma política pública de ações transversais, ou seja, de interação com outras políticas públicas, mas que se estrutura em sete programas, com vistas à consecução dos compromissos assumidos pelo governo brasileiro, são eles: Recuperação de pastagens degradadas; Integração lavoura-pecuária-Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs); Sistema de Plantio Direto (SPD); Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN); Florestas plantadas; Tratamento de dejetos animais; Adaptação às mudanças climáticas.

Agricultura da Baixa Emissão de Carbono é uma resposta brasileira a demanda internacional das mudanças climáticas, como resultado de um comportamento global e de uma agenda mundial em que o Brasil se tornou signatário. Em outras palavras, a ONU enumera os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, dentre eles o Combate às alterações Climáticas (13º ODS), sendo que a Agricultura da baixa emissão de Carbono é uma metodologia que prevê novas práticas que consagrem a preservação e conservação do meio ambiente, reversão do desmatamento, proteção das florestas e da biodiversidade, combate à desertificação, uso sustentável dos oceanos e recursos marinhos até a adoção de medidas efetivas contra mudanças climáticas (ONU, 2015).

Em 2015, foi elaborado o Acordo de Paris, com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa na camada de ozônio, com o acordo de manter o aumento da temperatura do planeta abaixo de 2°C nos próximos anos. 195 países foram signatários. Nesse acordo, o Brasil se comprometeu em diminuir a poluição e recuperar 12 milhões de florestas para conter o aquecimento global (AMADO, 2018) o que intensificou a criação de leis como: a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC; Em 09 de dezembro de 2010 foi publicado o Decreto 7390, que regulamentou os artigos 6º, 11 e 12 da Lei 12.187/09, estabelecendo que, no caso específico da agricultura, fosse constituído o Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, observando os compromissos que o Brasil assumiu no âmbito do CQNUMC e outros documentos legais, normativos e de instrumentos de planejamento do governo federal quanto as questões de adaptação à elevação da temperatura dos pactos pelo clima.

Assim, a modernização da agricultura tem buscado tecnologias que assegurem o atendimento dos planos setoriais, dentre os quais a agricultura e a pecuária, contribuindo para a elevação do PIB brasileiro e promovendo uma economia com baixa emissão de Carbono. Balbino, Barcellos e Stone (2012), consideram que a “implantação dos agrossistemas, no século XXI, sejam capazes de, ao mesmo tempo maximizar a quantidade de produtos agrícolas de elevada qualidade e conservar os recursos do sistema”, inclusive ao se considerar que o agronegócio brasileiro contribuiu, em 2010, com 22,3% do produto interno bruto (PIB), empregou 37% da população economicamente ativa e foi responsável pelo superávit da balança comercial do país por contribuir, por exemplo, álcool, milho, soja, produtos florestais, carne bovina, de frango e suína (BALBINO, BARCELLOS & STONE, 2012).



Ainda sobre a relevância do agronegócio para a economia, desenvolvimento, e participação no comércio internacional, o IBGE (2019) divulgou que o PIB brasileiro apresentou crescimento devido a aceleração do setor. Em valores correntes, o PIB brasileiro fechou 2018 em R\$ 6,8 trilhões (US\$ 1,8 trilhão - cotação do dólar em 28/02/19 a R\$ 3,76) e, de acordo com cálculos publicados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2018), o PIB-renda do agronegócio brasileiro, somando aproximadamente R\$ 1,45 trilhão em 2017, compreenderia 21,6% do total do PIB do Brasil.

Os sistemas de integração podem ser classificados em quatro modalidades distintas, segundo Balbino et al. (2011): ILP ou agropastoril, sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; IPF ou silvipastoril, sistema de produção que integra os componentes pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio; integração lavoura-floresta (ILF) ou silviagrícola, sistema de produção que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes); e ILPF ou agrossilvipastoril, sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. O componente lavoura pode restringir-se à fase inicial de implantação do componente florestal ou fazer parte do sistema por vários anos. O Brasil conta com várias Leis, Resoluções que tratam do meio ambiente, sendo as sete principais: Lei do Parcelamento do Solo Urbano – Nr 6.766 de 19/12/1979; Lei da Política Nacional do Meio Ambiente – Nr 6.938 de 17/01/1981; Lei da Ação Civil Pública – Nr 7.347 de 24/07/1985; Lei da Exploração Mineral – Nr 7.805 de 18/07/1989; Lei de Recursos Hídricos – Nr 9.433 de 08/01/1997; Lei dos Crimes Ambientais – Nr 9.605 de 12/02/1998; Novo Código Florestal Brasileiro – Nr 12.651 de 25/05/2012.

Além das Leis citadas, importante ressaltar que a Constituição Federal de 1988, em seu art. 225, trata, claramente, da proteção ambiental: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Nesse sentido, Alvarenga et al. (2010) caracterizam o sistema ILPF como estratégia de produção diversificada que interage os sistemas produtivos de lavoura, pecuária e florestal de forma equilibrada, dado que, partilham de um princípio unitário para que estes sistemas sejam beneficiados; permite apresentar cultivo consorciado em sucessão das atividades agrícolas e/ou rotação dentro da propriedade rural, sobretudo porque o Cerrado é responsável por cerca de um terço da produção de grãos do país (soja, milho, sorgo, arroz, trigo, café etc), metade da produção de carne e a maior parte da produção de algodão e que parte disso se destina a produção externa, a disposição de uma logística bem organizada na infraestrutura de um agronegócio, benefícios econômicos e sociais relevantes ocorreriam com a implantação da ILPF (BALBINO, MARTINEZ & GALERANI, 2011, p.18).



Sabendo-se que o Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo, com um rebanho de aproximadamente 221,81 milhões de cabeças, e um dos maiores produtores de leite do mundo, com uma produção leiteira anual na ordem de 34 bilhões de litros, em 2017 (FERREIRA; MIZIARA; COUTO, 2019), em que o estado de Goiás é nacionalmente reconhecido pela produção de carne e leite, com destaque no cenário agronegócio na produção de leite no país, ocupando o *ranking* de 5º maior produtor de leite (IMB, 2018), e conforme Ferreira et. al (2019), “com um rebanho de aproximadamente 22 milhões de cabeças, o segundo maior do país, o que representa cerca de aproximadamente 10,7% do total de bovinos do Brasil”, movimentando cadeias produtivas que são impulsionadas também pela agricultura familiar, como em municípios como Bela Vista de Goiás, Caldazinha, Bonfinópolis, Leopoldo de Bulhões, Silvânia, Gameleira de Goiás, Vianópolis, Orizona, Urutaí, Pires do Rio, Palmelo, Santa Cruz de Goiás, Cristianópolis, São Miguel do Passa Quatro – recorte deste estudo, e região conhecida como a “Linha do trem”, no sudeste goiano, a identificação de novas estratégias de produção diversificada que poderiam criar condições ainda mais propícias para o cenário nacional e goiano.

Em outras palavras, implementar sistemas de integração, em que o agrossilvipastoril tem sido apontado àquele capaz de conciliar todos esses interesses, seja do Estado, seja do produtor ou ainda àquelas demandas sociais e ambientais, para ser um agente diferenciador que garanta práticas mais sustentáveis, competitividade e ainda de resiliência quanto ao uso do solo. Conforme Balbino, Martinez e Galerani (2011, p.28), o sucesso dos sistemas de integração Lavoura-pecuária-Floresta está relacionada com a escolha de tecnologias e de sistemas adequados às ecorregiões, desenvolvendo ações que usualmente apresentam vantagens em relação aos utilizados pelos agricultores, diminuindo riscos de produção e aumentando o retorno econômico, transferência de tecnologias e expandindo-se com a evolução da pesquisa diante da adoção por parte dos produtores.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta é uma pesquisa com abordagem descritiva, com procedimento de investigação com método comparativo, para avaliar os elementos ensejadores da adoção de ILPF, como um sistema de produção integrada numa região de destaque na cadeia do leite, no sudeste goiano. Na figura 2 tem-se o planejamento da investigação previu que a estratégias por etapas, sendo: Etapa 1 – Revisão da bibliografia e Cienciometria, a fim do atendimento dos objetivos do estudo, bem como para a fundamentação teórica. Realizou-se o levantamento e a revisão da literatura com base nos autores de relevância nesta temática e das principais publicações dispostas na base de dados do Periódico da CAPES, com acesso Cafe (UFG). A busca avançada considerou o termo “ILPF”. O critério de inclusão de artigos previu a relevância das publicações datadas a partir de 1992 até 2020 (do Protocolo de Kyoto – despertar global por novas tecnologias sustentáveis), publicações em língua portuguesa e inglesa, palavras-chave relacionadas “agriculture”, “Brazil”, “develo-



ping contries”, “sustainability”, “eucalyptus”, “forestry”, “livestock”, “ILPF”, “flow”, “applied sciences”, “engineering” , “internet”.

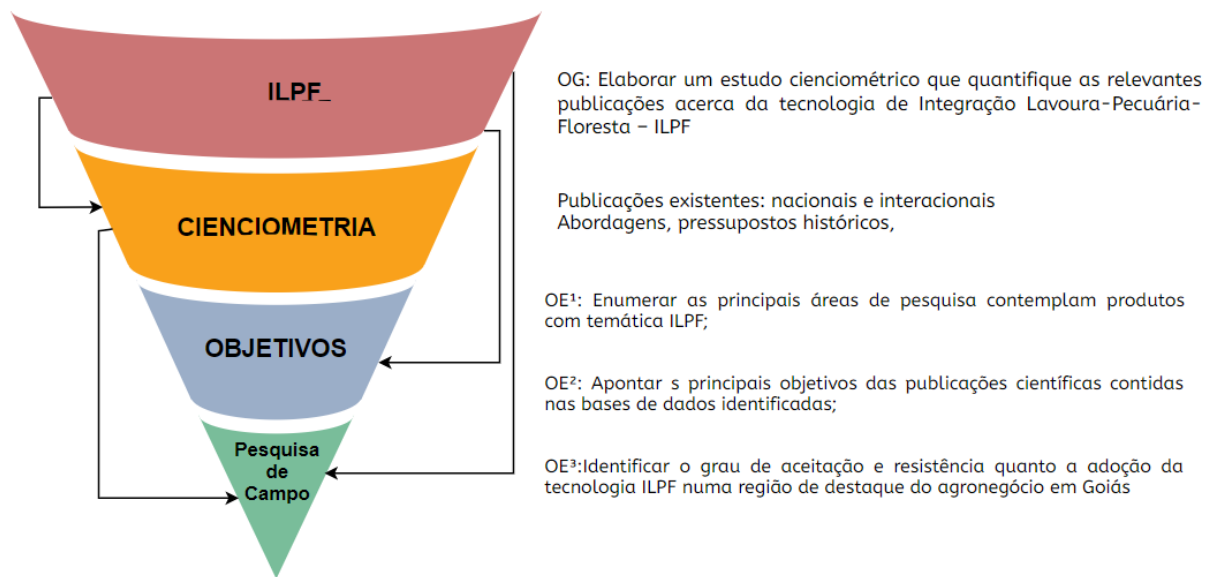


Figura 2: Desenho das Estratégias e métodos de investigação
Fonte: Os Autores (2020)

O refino para a o levantamento da literatura se deu, portanto, utilizando-se da bibliometria, como parâmetro do que se tem pesquisado dentro da temática em investigação. conforme menciona Fonseca (2002), bibliometria, por se tratar de pesquisa quantitativa, centra-se na objetividade. Sendo assim, é influenciada pelo positivismo e da realidade compreendida a partir da análise de dados brutos, obtidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. Para Vanti (2002), as técnicas quantitativas de avaliação da informação atualmente podem dividir-se em quatro áreas principais: a bibliometria, a bibliometria, a informetria e a web-metria; todas elas se propõem a medir a propagação do conhecimento científico e o fluxo da informação sobre diferentes aspectos e enfoques.

Considerando-se que todas as áreas se baseiam no fato de que a essência da pesquisa é a produção do conhecimento e que a literatura científica é um desses componentes (MACIAS-CHAPULA, 1998), de forma complementar, e por ser este um estudo de método comparativo, realizou-se a etapa 2, sendo a pesquisa de campo para a coleta de dados. Como recorte da região em estudo, entre os meses de setembro e dezembro de 2020, aplicou-se um questionário com 12 (doze) perguntas fechadas, sendo o “n amostral” de 20 (vinte) que foi endereçado aos produtores rurais, nos municípios goianos de Santa Cruz de Goiás, Palmelo e Pires do Rio. Para a organização e tabulação, apresentação e discussão dos dados coletados na etapa 2, também realizou-se o uso do *software* do *Excel*, pacote do *Microsoft Office* e análise estatística, descritiva e inferencial, a partir do *software R* e para as análises quantitativas da avaliação bibliométrica, utilizou-se os *softwares* Iramuteq e Gephi.

Para Camargo e Justo (2013), o *software* IRAMUTEQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires), trata-se de um pro-

grama gratuito, que se ancora no software R e permite diferentes formas de análises estatísticas sobre corpus textuais e sobre tabelas de indivíduos por palavras e possibilita os seguintes tipos de análises: estatísticas textuais clássicas; pesquisa de especificidades de grupos; classificação hierárquica descendente; análises de similitude e nuvem de palavras, e dado o rigor estatístico, e diferentes possibilidades de análise, pode trazer muitas contribuições aos estudos em ciências humanas e sociais; enquanto que o Gephi que é um *software open source* de manipulação e visualização de grafos e, de acordo com Marquez et al. (2015), trata-se de “uma ferramenta em que o usuário é livre para modificar o visual e interagir com a estrutura das redes, adicionando filtros para ressaltar os aspectos que deseja e obtendo grafos (clusters) dinâmicos e hierárquicos, incluindo todos os tipos de redes e sistemas complexos.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 As estratégias da cienciometria: da coesão aos sistemas de conhecimento e interdisciplinaridade de produções científicas

Na presente pesquisa a contagem da avaliação quantitativa, se deu com a definição dos parâmetros de estruturação da fundamentação teórica, a partir do levantamento e da revisão da literatura apontassem os autores de publicações relevantes a partir o Periódico da CAPES, com acesso Cafe (UFG), que interliga outras bases de dados nacionais e internacionais que produziram artigos científicos que nortearam a avançada considerada definida pelo termo “ILPF”.

O primeiro refino do estudo, deu-se pelo critério de inclusão o qual previu, além da relevância das publicações, o marco a partir do Protocolo de Kyoto, ou seja, daquilo que se produziu a partir do ano de 1992 – sabido ano que as nações signatárias à ONU se comprometem a reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa em 5,2%, dentre eles o dióxido de carbono (CO₂) – até o ano de 2020; refinou-se também comocritério boleano, àquelas apenas publicações que estivessem em língua portuguesa “e/ou” inglesa, em que se obteve uma base de dados científico correlacionados a 20 diferentes bases de dados, obtendo-se um total de 204 publicações acerca da temática em estudo, como pode-se verificar na tabela 1.

Base de Dados	Ocorrências absolutas	Ocorrências Relativas
1. Scopus (Elsevier)	32	15,69%
2. Technology Research Database(25)	25	12,25%
3. Science Citation_Web of Science	25	12,25%
4. EGINEERING Research Database	22	10,78%



5. Materials Science & Engineering Database	17	8,33%
6. Directory of Open Access Journals (DOAJ)	14	6,86%
7. Advanced Technologies & Aerospace Database	11	5,39%
8. SpringerLink	8	3,92%
9. OneFile (GALE)(7)	7	3,43%
10. Civil Engineering Abstracts(6)	6	2,94%
11. Computer and Information Systems Abstracts	6	2,94%
12. Aerospace Database	5	2,45%
13. Materials Research Database	4	1,96%
14. PMC (PubMed Central)	4	1,96%
15. AGRIS (United Nations, Food and Agriculture Organization)	4	1,96%
16. SciELO (CrossRef)	4	1,96%
17. IOPscience (Institute of Physics)	3	1,47%
18. SciELO Brazil	3	1,47%
19. ASFA: Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts	2	0,98%
20. Taylor & Francis Online	2	0,98%
TOTAL:	204	100,00%

Tabela 1: Ranking da frequência e distribuição de ocorrências de artigos com palavra-chave ILPF, nas diferentes base de dados científicas
Fonte: Os autores (2020)

A partir de busca avançada pela palavra-chave "ILPF", obteve-se resposta de 20 base de dados indexadas, e com resultados de pesquisa relacionadas a 12 áreas distintas, como se verifica no quadro 1, que reflete na identificação de um novo conjunto de correspondências de palavras-chave, sendo: "agriculture", "Brazil", "developing countries", "sustainability", "eucalyptus", "forestry", "livestock", "ILPF", "flow", "applied sciences", "engineering", "internet". Ou seja, as áreas correlatas decorrentes das novas palavras-chave que apontam assuntos e temáticas que concentram os estudos e as publicações acerca de ILPF, conforme quadro 1.



Classe de Palavras-chave por assunto	Áreas de concentração de estudo em ILPF
1. Agriculture "Agricultura"	atributos do solo; características físicas; condições climáticas; Análise do solo; consórcio; crescimento; desenvolvimento rural; diferentes arranjos; diferentes arranjos; economia; espécies de árvores; eucalipto; GEE; gestão de sistema; manejo sustentável, prática de manejo; produção agropecuária; produção de eucalipto, produção eficiente, Produtividade, produtividade do sistema; Sistema; sistema para meio ambiente sustentável, valor biológico do solo.
2. Brasil	Algoritmos; atributos do solo; Cerrado; comparar sistemas; degradação do solo; desenvolvimento; entropia; eucalipto; florestas; GEE; impacto de infiltração de água no solo; inventário florestal; meio ambiente; mitigação; mudança climática; práticas sustentáveis; produção sustentável; produtividade; sistema; sustentabilidade.
3. Flow-cadeia	Engenharia; implantação; sistema; temperatura; transferência de tecnologia.
4. Developing Countries "Países em desenvolvimento"	árvores nativas; atributos do solo; comparar de sistemas; eucalipto; fator de emissão floresta; gestão; mitigação GEE; recuperação do solo; sistema agrícola; sistemas de cultivos; floresta plantada.
5. Eucalipto	área plantada; atributos biológicos do solo; atributos do solo; cultura de eucalipto; inventário florestal; produção de clone; produção de sistemas; sistemas; sustentabilidade.
6. Livestock "Pecuária"	Agricultura; arranjos de plantio; árvores nativas; consórcio de atividades agrícolas; desenvolvimento; eficiência; floresta; gases de efeito estufa; GEE; intensificação produtiva; inventário florestal; mitigação GEE; pastagem; produção; produção pecuária; produtividade; sistema.
7. Engineering "Engenharia"	adaptação/mitigação; Algoritmos; Áreas; Atmosfera; Carbono; Computacional; Eficiência; energia solar; estruturas mecânicas; GEE; implantação de sistema; Mecânica; mudança climática; Otimização; Performance; Programação; Relação; Sistema; Tecnologia; Temperatura; transferência de tecnologia; variação da temperatura.
8. Applied Sciences "Ciências Aplicadas"	base de dados; cadeia; computação; engenharia; equações; física; matemática; modelos matemáticos; pesquisa aplicada; soluções; transferência de tecnologia.
9. Forestry "Silvicultura"	atributos físicos do solo; agricultura sustentável; árvores; Brasil; Cerrado; condições ambientais; gestão; integração de sistemas; performance; Produtividade; sistemas agroflorestais; sustentabilidade; temperatura.
10. Trees "Árvores"	Consórcio; agricultura e pecuária; arranjos de plantio; diâmetro e densidade; estratégias de diversificação; parâmetros DBH; performance florestal.
11. Internet	áreas afins; conferências; e-commerce; eficiência; governança; informação; leis; mudança climática; padrões de crescimento; padrões internacionais; política pública; propaganda; soluções.
12. ILPF	Agricultura; atributos biológicos; atributos do solo; eucalipto; GEE; método de crescimento; mudança climática; produtividade; sistemas.

Quadro 1: Áreas de concentração de estudo e que englobadas pela ILPF
Fonte: Os autores (2020)

Da análise da classe de áreas e assuntos de interesse com ênfase em ILPF, obteve-se o seguinte domínio de interesses e concentração dos estudos com base nos termos de interesses científicos das diferentes áreas de concentração que já publicaram acerca de ILPF. Em outras palavras, verificou-se a frequência de repetição de termos mais utilizados nos resumos das publicações existentes apesar das diferentes áreas, obtendo-se os seguintes termos: sistema, solo, atributo, sustentável, produção, GEE, produtividade, eucalipto, performance, físico, solução, agricultura, mitigação, climático, temperatura, árvore, consórcio, arranjo, florestal, floresta, área, mudança, eficiência, eficiente, sustentabilidade, equação, desenvolvimento, crescimento, biológico, implantação, prático, inventário, gestão e engenharia. Isso pode justificar como o resumo aborda a temática, consagrando os termos mais relevantes conforme cada área, e pode, inclusive, servir de norte para o pesquisador ser assertivo quanto a adoção de determinados termos e, por conseguinte, dar maior visibilidade à sua publicação ou alcance para desempenho e relevância nas bases de dados durante uma busca por palavras-chave.

A figura 3, ilustra como as ocorrências obtidas, a partir de uma análise inicial em ILPF, desdobrou-se quantitativamente em áreas de interesse afins ou de termos de interesses científicos. Com base na mensuração obtida pelo *software* Iramuteq, transformou-se a frequência de eventos verificados nesses principais termos que são utilizados e como eles sistemicamente se interligam e se destacam pela frequência citação. Isto é, como interligam-se os termos, dimensionando-se a complexidade de áreas e termos que se sucedem e se unem de forma dependente ou interdependente, em 6 blocos distintos, conexos de atuação, e de abordagens acerca, principalmente do sistema de produção, pelo caráter de gestão e implantação, fatores biológicos e climáticos, acerca da temperatura e arranjos ou práticas de consórcio, mas que também focam na produtividade e na performance do sistema, em como a engenharia se preocupa com a equação e solução de problemas, bem como na mitigação de gases de efeito estufa e a eficiência da floresta nesse processo; em como o atributo do solo lida com a questão do eucalipto na sustentabilidade e na eficiência do sistema; no desenvolvimento floresta, e do inventário que possa garantir na adoção deste sistema de ILPF.



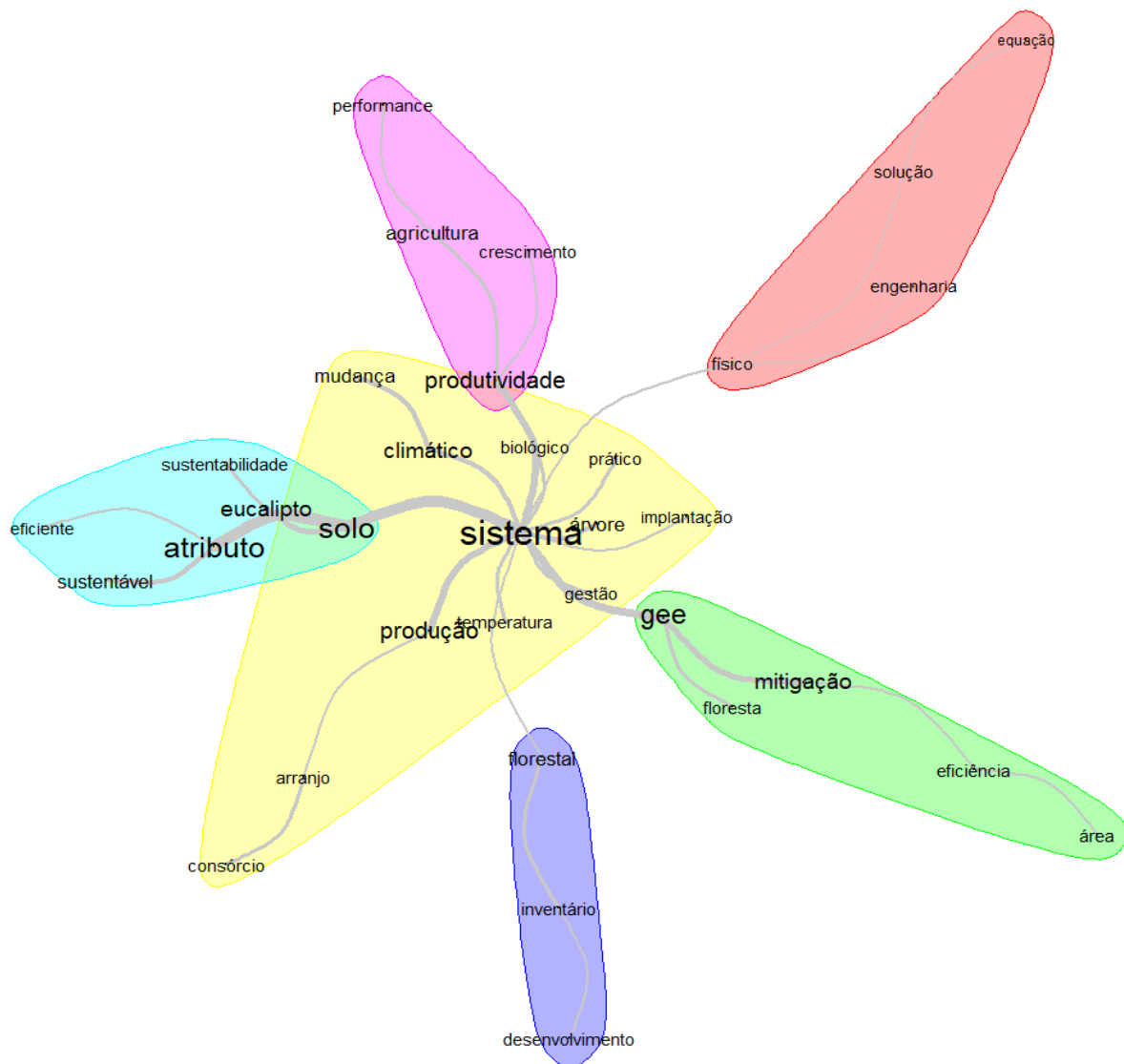


Figura 3: Análise de similitude a partir das estatísticas textuais clássicas: áreas de atuação da pesquisa de ILPF por especificidades de grupos
 Fonte: Os autores (2020)

Na figura 4, infere-se a força do encadeamento das redes no grafo, uma vez que aponta os *hotspots* principais como as grandes referências enquanto pesquisas associadas a temática ILPF, e, dessa forma, ilustrando como uma tecnologia sustentável garante condições sistêmicas e próprias dos reflexos das conexões originárias dos sistemas integrados de produção na agricultura, como a engenharia florestal, a pecuária e a economia que ela exerce no Brasil. Além desses termos se sobressaírem dentre todos os 12 elencados nesse estudo, verifica-se o potencial de outros termos que tem se insurgido como importantes para a pesquisa, pela frequência e pela distribuição da cor. Infere-se que a quanto mais vermelho e em maior tamanho, mais publicações existem sobre aquele assunto e isso pode ser atribuído a força da sinergia ou pela trajetória do contexto em que o termo é utilizado, como atributos do solo e sustentabilidade.

Essa explicação do aumento pelo interesse científico é assim definido por Ki-

chel et. al (2014):

O setor agropecuário vem sofrendo grandes transformações motivadas pelo aumento nos custos de produção, redução da rentabilidade, como também pelo acirramento da competitividade entre as commodities, exigindo diversificação de atividades, aumento da produtividade e qualidade do produto. Essa perspectiva torna-se ainda mais complexa pela pressão que as atividades agropecuárias sofrem em diminuir o impacto sobre o ambiente. Dentre os maiores impactos destacam-se a degradação das pastagens, a queda na produtividade das lavouras, decorrente do empobrecimento do solo e da cobertura vegetal, e o aumento da incidência de pragas, doenças e invasoras, como consequência de manejos inadequados das culturas, com reflexos negativos diretos, tanto na produtividade quanto no ambiente. Os sistemas integrados de produção oferecem alternativas reais para superação das imposições citadas, bem como a redução dos riscos climáticos e mercadológicos, aumentando a sustentabilidade da produção agropecuária (KICHEL; COSTA; ALMEIDA; PAULINO, 2014).

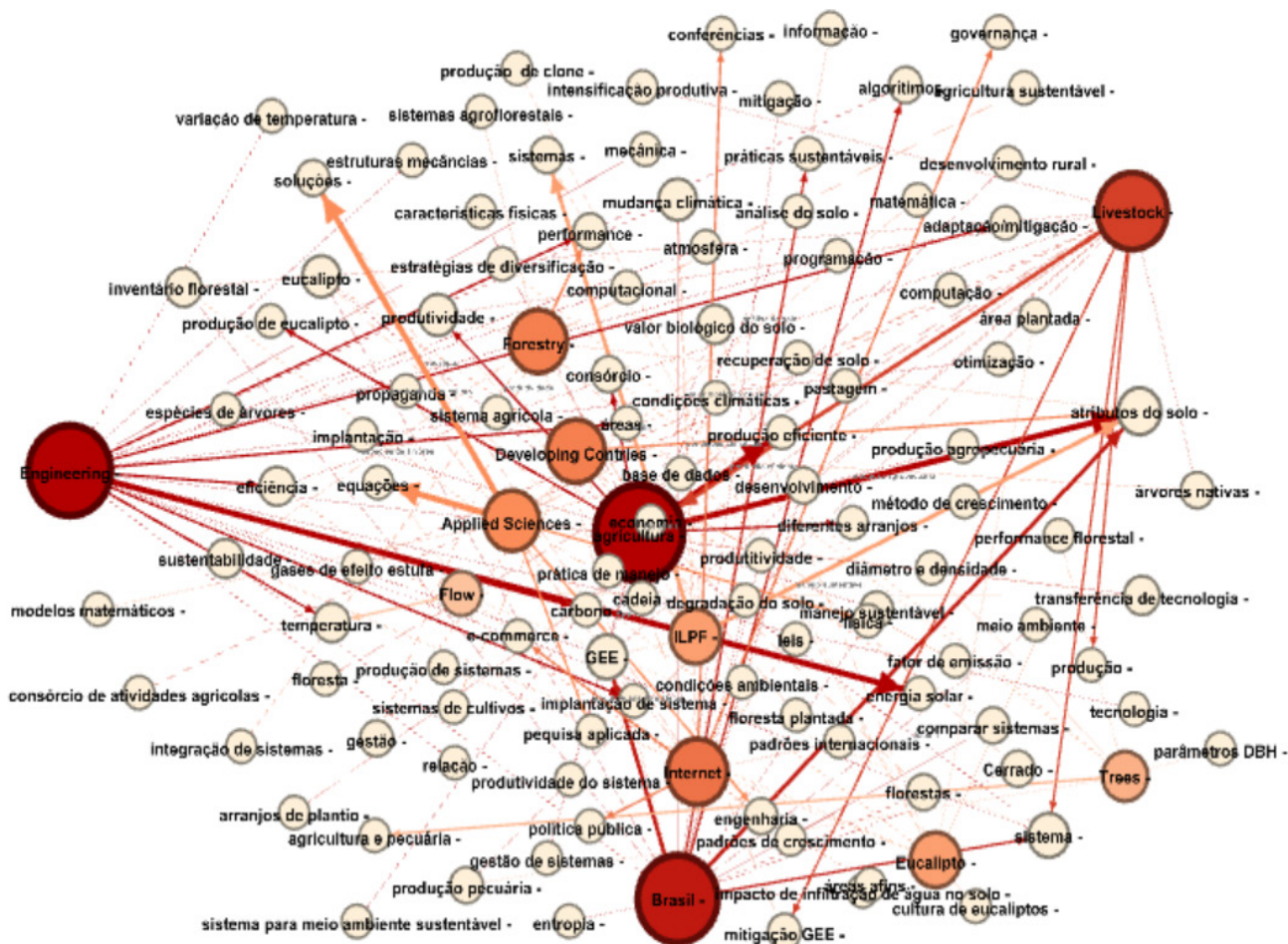


Figura 4: Cluster de similitude a partir das estatísticas textuais clássicas: áreas de atuação da pesquisa de ILPF por especificidades de grupos
Fonte: Os autores (2020)

Essa explicação orienta ainda quanto ao aumento pelo interesse científico é assim definido por Kichel et. al (2014):

O grande centro de destaque é a agricultura, que impulsionada pela produção, produtividade, atributos do solo que vão diretamente de encontro às práticas de manejo sustentável e dos reflexos na economia, e na mitigação de gases de efeito estufa, ou ainda, da fixação de carbono no solo. É uma gestão de cadeias e aspectos legais norteadas pelas vertentes dos padrões internacionais, numa visão nacional e justificada pela premissa das decisões e do comércio internacional. Zaltron et. al (2018) apontam que na Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) há um manejo do solo que, se conduzido com os princípios técnicos e agrônômicos recomendados, permite a maximização da produtividade alavancada pela sustentabilidade. Os atributos químicos, físicos e biológicos do solo devem ser avaliados, com base nas necessidades de manejo e conservação do solo e da água, bem como os requisitos dos componentes mais exigentes do ILPF.

Somado a isso, o grafo também ilustra os aspectos históricos, como as conferências internacionais pelo clima; e a divulgação pelos canais midiáticos da internet como propulsores do aumento do número de pesquisas, bem como dos aspectos legais adotados nos países em desenvolvimento como resultados dos acordos das Convenções internacionais em prol de práticas eficientes, modelos tecnológicos, biológicos e econômicos na busca pela otimização do uso de recursos naturais e soluções como a produção de eucaliptos, da seleção de espécies de árvores e como estratégias de diversificação de sistemas agrícolas. Balbino; Cordeiro & Martínez (2014) enumeram que, diante da nova realidade climática que pode afetar negativamente a agricultura e outras atividades econômica, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), contribui para mitigar emissões de GEE da agropecuária, ao mesmo tempo promove a retenção de carbono na biomassa e no solo. Esse despertar, deu-se a partir da COP-15, em Copenhague, Dinamarca, quanto o governo brasileiro assumiu um compromisso voluntário de redução das emissões de GEE projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução da ordem de 1 bilhão de Mg de CO₂ eq.

4.2 ILPF: Uma análise do tradicionalismo, das oportunidades e das resistências resistência quanto à adoção de novas tecnologias no campo

Com base na revisão da literatura e análise cienciométrica, pode-se identificar o grau de aceitação e resistência quanto a adoção da tecnologia ILPF na denominada de "Linha do Trem" e que compreende municípios como Pires do Rio, Orizona, Palmelo e Santa Cruz, região de destaque do agronegócio em Goiás que, de acordo com IMB (2018), apresenta algumas especificidades, sobretudo por estar sujeito a fatores climáticos no segmento dentro da porteira e por ser afetado fortemente pelas oscilações do mercado internacional impulsionada pela política de modernização do setor agropecuário, o que ocasiona também mudanças significativas em



sua estrutura econômica, diante do conjunto de medidas que favoreceram o agro-negócio goiano, como a expansão e incorporação de novas áreas, técnicas mais avançadas e inclusive o aporte de investimentos.

Para Litre e Bursztyn (2015), por outro lado, os agricultores para sobreviver, usualmente se limitam a considerar as incertezas socioeconômicas envolvidas na tomada de decisão. Somente como consequência da reinvenção da modernidade e de suas formas industriais, a integração da informação do risco climático no planejamento de adaptação da agricultura familiar foi considerada uma prioridade para organismos de financiamento e ambientais o que na "agricultura familiar seria uma necessidade urgente de uma melhora planejada da capacidade adaptativa aos riscos socioeconômicos e climáticos" (HOWDEN et al., 2007).

Essa melhora só se faz possível por meio da integração da problemática da mudança climática com a de outros fatores de risco, como os choques do mercado, a variabilidade climática e a superação das barreiras sociais à adaptação (MOSER & EKSTROM, 2010; ADGER, 2009b), que se pode verificar diante da percepção do produtor rural acerca desse conjunto de mudanças no mercado, ao se investigar a adoção da tecnologia de integração lavoura pecuária floresta (ILPF), como se verifica na figura 5, abaixo.

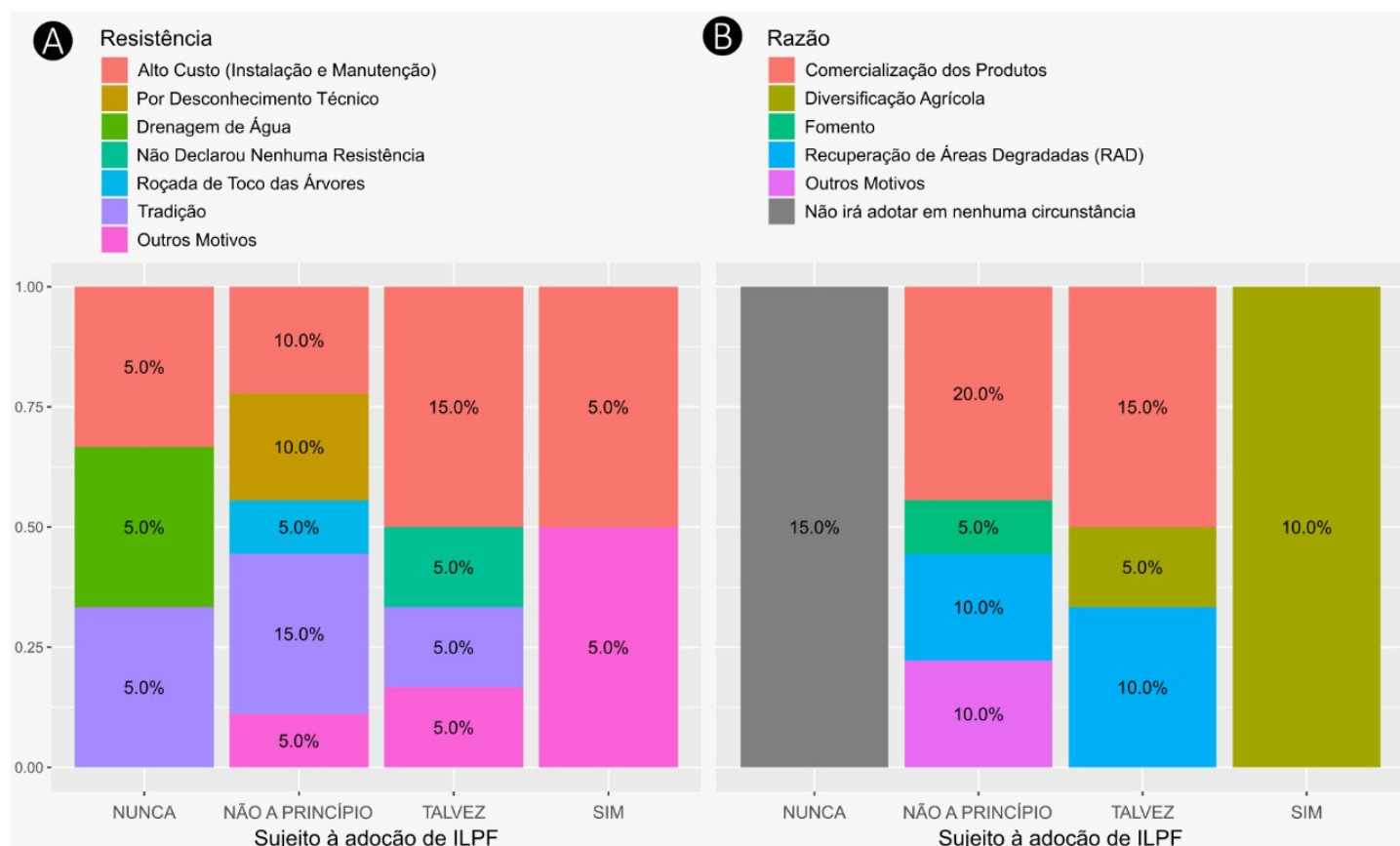


Figura 5: Análise do sujeitos quanto à adoção de ILPF: entre expectativas e resistências
Fonte: Os autores (2020)

No grupo amostrado neste estudo, 20 produtores rurais, verificou-se, de acordo com a figura 5, ao serem questionados sobre a adoção de ILPF, há àqueles que disseram que sim (2), adotariam, àqueles que talvez adotariam (6) , outros que

não adotariam a princípio (9) e, por fim, àqueles que nunca adotariam (3) esse sistema integrado de produção. Isso pode ser explicado pelos fatores que foram apontados pelos pesquisados, sendo que em todas as categorias de respostas, ficou caracterizado que o custo de implantação é a principal barreira observada pelos possíveis adotantes – haja vista que, no grupo em estudo, nenhuma propriedade possui ILPF, até o momento.

Apesar do número de publicações acerca de ILPF ser uma demanda atual e que sustenta fatores de resiliência e importância quanto ao desenvolvimento rural e sustentável, o que se verificou nesse estudo foi que, entre estar certo, conhecer e ter razão quanto a adoção de uma tecnologia, antes de mais nada há expectativas distintas, entre pesquisadores de um lado e produtores rurais de outro, sobretudo quanto aos paradigmas que ainda precisam ser considerados no que tangem as resistências por parte destes últimos.

Dentre os pesquisados que alegaram que nunca adotariam ILPF, notou-se forte apelo histórico ou cultural, ou seja, por conta das tradições herdadas pelos familiares ou hábitos locais, esse é um fator de resistência alta, o que pode explicar, ainda, as justificativas pela não adoção devido a crença que o componente arbóreo utilizado, o eucalipto, drenaria muita água na propriedade. Para Kichel et.al (2013), isso retrata os principais desafios e entraves na adoção de sistemas de ILPF explicados pelo tradicionalismo e resistência à adoção de novas tecnologias por parte dos produtores; necessidade de exigência de maior qualificação e dedicação por parte dos produtores, gestores, técnicos e colaboradores; necessidade de maior investimento financeiro na atividade; retorno apenas em médio e longo prazo, especialmente do componente florestal; necessidade de disponibilidade do volume de capital financeiro suficiente para investimento ou acesso ao crédito; altos investimentos em infraestrutura para implantação de cada um dos componentes dos sistemas de integração; falta de infraestrutura básica regional e mercado local para os produtos, dentre outros.

Ademais, a figura 5, demonstra dois momentos interagentes e interdependentes, ou seja, o primeiro (A) demonstra a porcentagem de produtores que, possuem resistência a adoção de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), (B) apresenta a razão que os produtores têm interesse ao adotar o ILPF. Em que um dos fatores da resistência dos produtores demonstrada em (A) podem ser explicados devido à falta de conhecimento técnico e profissionais capacitados no envolvimento dos produtores, quem impactam na tomada de decisão.

A necessidade de nivelamento do conhecimento entre profissionais é um dos principais obstáculos encontrados, tendo em vista a indispensabilidade de formar mão-de-obra qualificada e disponível assim como os consultores, produtores, gestores, técnicos e colaboradores para o melhor desenvolvimento nas tecnologias de ILPF (BALBINO; BARCELOS; STONE, 2011). De forma preambular, outro fator demonstrado na figura 5 (A) é a resistência pelo tradicionalismo em relação a adoção do ILPF em que, os produtores contestam a inserção de novas tecnologias, con-



trariando as formas de manejo mecanizado, alegando a dificuldade de operações mecanizadas em áreas adensadas (BALBINO; BARCELOS; STONE, 2011).

Enquanto na quadrante (B), assiste-se a razão dos produtores serem sujeitos adeptos à adoção por motivos específicos que lhes interessem, de alguma forma, a tecnologia da ILPF, o que demonstra motivações que podem ser consideradas significativa quanto a utilização do ILPF, e, dessa forma, estratégicas quanto a produção diversificada acerca dos sistemas produtivos de lavoura, pecuária e florestal.

Em suma, dados que partilham de fatores decisórios de cada sujeito e como um princípio unitário, mas que os atrairiam de certa forma para estes sistemas, e, portanto, fossem beneficiados. Nesse sentido, os dados poderiam compor estratégias para fazê-los conhecer ou apresentar, por exemplo, benefícios como o cultivo consorciado em sucessão das atividades agrícolas e/ou rotação dentro da propriedade rural e, desse modo, o produtor moderno investiria na diversificação de culturas na propriedade (ALVARENGA; NOCE, 2005), e da possibilidade da exploração econômica durante o ano a partir da oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo, além da melhoria da renda familiar, numa mesma propriedade, como um dos diversos benefícios da tecnologia ILPF, sem se afastar da recuperação de pastagens degradadas, na estrutura física, fertilidade química e no teor de matéria orgânica do solo (BALBINO et al., 2012).

Na pesquisa, verificou-se ainda, conforme figura 6, a relação das variáveis tamanho de propriedade e gênero, em que se assiste à predominância do sexo masculino nas atividades rurais relativas as situações comando e gestão das propriedades rurais, o que para Scott; Cordeiro; Menezes, (2010), retrata ainda um cenário da desigualdade de gênero na agricultura, o qual perdura ainda no século 21, privilegiando - principalmente nas tomadas de decisões - o homem-marido enquanto chefe de família e da propriedade, enquanto as mulheres devem cuidar da casa e das atividades de reprodução familiar.

Entretanto, no tocante ao gênero, as mulheres são mais adeptas às novas tecnologias do que os homens investigados nesse estudo, independentemente da idade e do tamanho da propriedade. Responderam "sim", "não a princípio" e "talvez", mas não demonstraram total aversão a possibilidade de compreender ou implantar ILPF na propriedade. Embora não tenha uma relação direta, tamanho da propriedade à resistência ou aceitação, todavia, sendo a maioria propriedades de até 100 hectares, as opiniões compreenderam mais opiniões que se expressavam pelo "talvez", "não a princípio" e, portanto, de desconhecimento ou insegurança do que, necessariamente, aversão, a uma nova tecnologia - sobretudo para o gênero masculino.



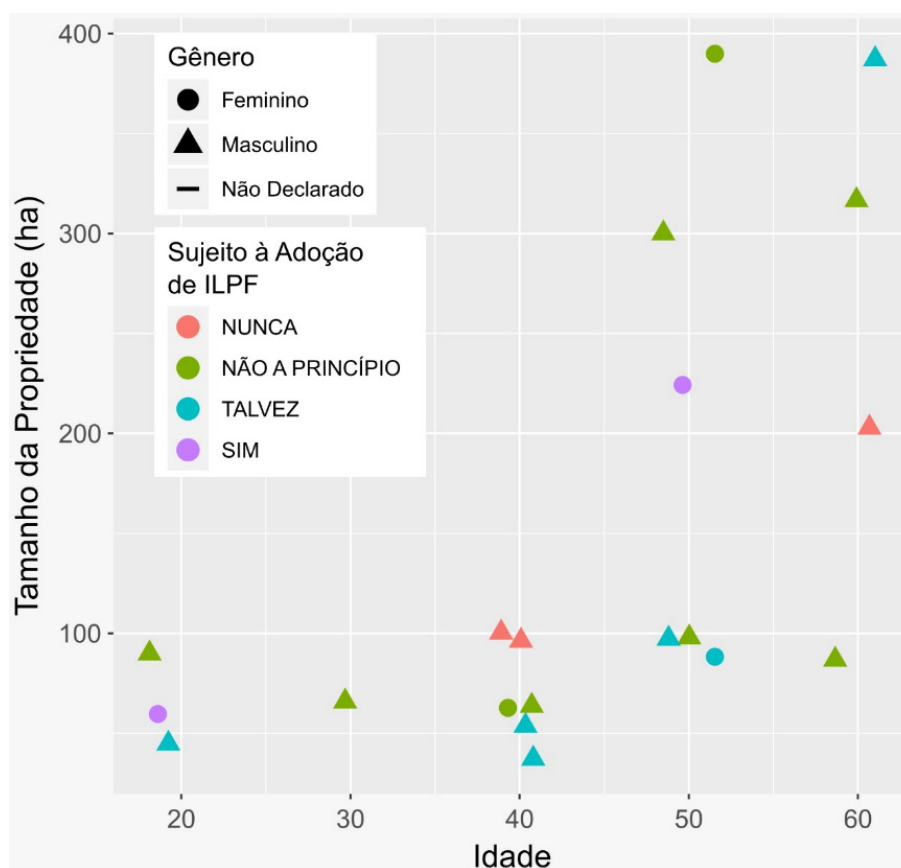


Figura 6: Adoção de ILPF diante da análise das variáveis: tamanho da propriedade e gênero (home/mulher)
 Fonte: Os autores (2020)

Esse contexto, pode ser compreendido das possibilidades descritas no Atlas Espacial Brasileiro (2020), em que a pecuária é a principal atividade no campo, em especial nos maiores estabelecimentos, seguida pela lavoura temporária. Juntas, são praticadas em mais de 80% dos estabelecimentos do país. Além disso, mais da metade dos produtores não utilizam sequer uma das práticas agrícolas em benefício do solo investigadas no Censo Agro, como plantio em nível, rotação de cultura, proteção de encostas, recuperação de mata ciliar ou reflorestamento em área de nascentes. “Em estados como Rondônia, Tocantins, Mato Grosso e Goiás, mais de 60% dos estabelecimentos não utilizam nenhuma das boas práticas”.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesse estudo, demonstraram a sinergia entre as produções científicas alinhadas as propostas e aos diálogos internacionais. Apresentou ainda as estratégias quantitativas e as abordagens sociais, econômicas e políticas que fazem os bastidores de uma produção atendendo-se, dessa forma, aos objetivos diante da racionalização da elaboração do estudo cienciométrico e da quantificação das relevantes publicações acerca da tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – ILPF que foram capazes, por conseguinte, de enumerar as principais áreas de pesquisa contemplam produtos desta temática, bem

como os assuntos e os objetivos das publicações científicas contidas nas bases de dados identificadas. Por fim, o método comparativo orientou o estudo de comparação da base teórica com a prática, em que na pesquisa de campo, identificou-se o grau de aceitação e resistência quanto a adoção da tecnologia ILPF numa região de destaque do agronegócio em Goiás. Sendo que os dados apontam a resistência constatada à fatores culturais, históricos e de desconhecimento de informações científicas que respondam adequadamente as dúvidas locais e, uma vez conhecidos, podem, estrategicamente, criar condições de **ações que pudesse** abordar a temática, esclarecer acerca de benefícios da ILPF ainda incompreendidos por muitos produtores rurais, o que suscitaria, inclusive, estudos adicionais de como lidar com as resistências culturais e as tradições mais populares no campo. Por fim, torna-se importante considerar a questão de o que as publicações e a literatura abordam os benefícios e os desafios dos sistemas integrados, todavia nem todas as implicações da adoção foram na totalidade mapeados apesar dos esforços das publicações existentes.

Referências

ADGER, N., et al. **Adapting to Climate Change: Thresholds, Values, Governance**, 1st ed. Cambridge University Press, 2009a.

ALVARENGA, R.C.; NOCE, M. A. **Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.

AMADO, Frederico. **Direito Ambiental**. 9º ed. Jusdipodivm, 2018.

BALBINO, L. C. et al. **Agricultura Sustentável por meio da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. Informações Agronômicas, Nº 138, Junho, 2012.

BALBINO, L. C.;CORDEIRO, L.A.M; MARTÍNEZ, G. B. **Contribuições dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono** Disponível em <https://doaj.org/article/0b36e289be5547aea9159b51c8eafda4> Acesso em: 06.10.2020

BALBINO, L.C; MARTINES, G.B & GALERANI, P. R – **Ações de transferência de Tecnologia de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Embrapa, 2011.

BALBINO, L.C; MARTINES, G.B & GALERANI, P. R – **Marco Referencial Integração, Lavoura-Pecuária-Floresta**. Embrapa, 2012, 131p.

BRASIL - **Decreto Nº 9.073/2017 - Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9073.htm Acesso: 16 Mar.2019

CAMARGO, B. V.;JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: **A free software for analysis of textual data** Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2013000200016 Acesso em: 05.10.2020

CORDEIRO, J.; SILVA, F.H; NEVES, F. N; COSTA, F. **Sistemas de drenagem urbana e o saneamento: uma análise cienciométrica**. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9616/8598> Acesso: 04.Dez.2020.

FERREIRA, A. G. C. **Bibliometria na avaliação de periódicos científicos**. *Revista de Ciência da Informação*, v. 11, n. 3, p. 1-10, 2010.

FERREIRA, G.C.V;Miziara, F.; COUTO, V.R. M. **Pecuária em goiás: análise da distribuição espacial**



e produtiva Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343136324_A_ESPACIALIZACAO_DA_PECUARIA_GOIANA Acesso: 17.Dez.2020.

HAYASHI, M. C. **Fertilizações Cruzadas nos Campos da Cienciometria, Bibliometria e Sociologia da Ciência**. Disponível em: http://www.eventos.bvsalud.org/agendas/ebbc1/public/documents/MARIA_C_HAYASHI-161320.pdf Acesso em: 05.10.2020

HOWDEN, S.M.; SOUSSANA, J.F.; TUBIELLO, F.N.; CHHETRI, N.; DUNLOP, M.; MEINKE, H. **Adapting agriculture to climate change**. PNAS, December 11, 2007, vol. 104, no. 50.

[INTERNET] **Atlas do espaço rural brasileiro** / IBGE (2020). Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101773> Acesso: 17.Dez.2020.

[INTERNET] Instituto Mauro Borges (IMB) **Informe Técnico: Agronegócio Goiano**. Disponível em: <https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/informes-tecnicos/2018/03-agronegocio-goiano-201801.pdf> Acesso: 16.dez.2020

[INTERNET] MARQUEZ, A. C; GONÇALVES, B. B; MEDEIROS, J. M. R.; REIS, N. A; Oficina **Gephi - Mapeando e analisando a vida das redes sociais (UFES, 2015, 14p)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=clima> Acesso: 05. Out. 2020.

LITRE, G.; BURSZTYN, M. **Percepções e adaptação aos riscos climáticos e socioeconômicos na pecuária familiar do bioma pampa**. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2015000300005 Acesso: 16.dez.2020

LOUZADA-JUNIOR, P.;FREITAS, M. V. C.A **Revista Brasileira de Reumatologia nos últimos dez anos – uma visão baseada em Cienciometria**. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbr/v51n1/v51n1a01.pdf> Acesso: 04.Dez.2020.

KICHEL, A.N.; COSTA, J.A.A.; ALMEIDA, R.G.; PAULINO, V. T. **Experiências no BRASIL** Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1401132403.pdf> Sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)- Acesso: 06.Out.2020

MACIAS-CHAPULA, C. A. **O papel da Infometria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional**. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/macias.pdf> Acesso:15.Set.2020.

MOSER, S. C.; EKSTROM, J. A. **A framework to diagnose barriers to climate change**. In: PNAS, Early Edition, 2010.

SCOTT, P.; CORDEIRO, R.; MENEZES, M. **Gênero e geração em contextos rurais**. Editora Mulheres, 2010. Ilha de Santa Catarina, 2010.

SPINAK, E. **Indicadores cienciométricos**. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-19651998000200006&script=sci_arttext Acesso: 05. Out. 2020.

TOMAZ, G. A. et al. **Como Viabilizar a Adoção do Sistema ILPF**. Revista SODEBRAS, Vol. 12, nº 144, Goiânia, Dezembro, 2017.

VANTI, N. A. P. **Da bibliometria à webmetria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento**. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ci/v31n2/12918.pdf> Acesso:15.Set.2020.



CAPÍTULO 5

IDENTIFICAÇÃO DE COCCÍDEOS DE IMPORTÂNCIA VETERINÁRIA PRESENTES EM CAMA DE AVIÁRIO DE CRIATÓRIOS DO SERTÃO MARANHENSE

IDENTIFICATION OF COCCIDIDES OF VETERINARY IMPORTANCE
PRESENT IN AVIARY BEDS IN SERTÃO MARANHENSE FARMS

Kássia Kelly Custódio de Araújo

Cristianne dos Santos Pinto Percilio

Luciana Sousa Lages

Waldivia Dias Oliveira

Luciano Santos da Fonseca

Viviane Correa Silva Coimbra

Resumo

O presente estudo objetivou identificar a presença de coccídeos em cama de aviário de criatórios avícolas localizados no Sertão maranhense. Para a caracterização epidemiológica das criações avícolas foram realizadas visitas às propriedades para inspeção in loco das criações e aplicação de questionários por meio de entrevistas dos proprietários. Para identificação dos coccídeos foram coletadas amostras em seis criatórios avícolas comerciais, sendo três granjas localizadas no município de São João dos Patos e três distribuidoras no município de Passagem Franca, Maranhão. Coletou-se 300g de amostras de cama de aviário por galpão em uso, totalizando 17 galpões. As amostras foram analisadas utilizando as técnicas de sedimentação com centrifugo-flutuação adaptada e esporulação de oocistos de coccídeos seguida de identificação por meio da análise morfológica dos oocistos. Os resultados permitiram identificar o perfil dos proprietários, as características das criações avícolas, o manejo sanitário adotado, bem como a produção e utilização da cama de aviário. A técnica adaptada empregada nas análises laboratoriais permitiu o alcance de resultados satisfatórios no diagnóstico parasitológico dos endoparasitas presentes em cama de aviário. Os exames parasitológicos mostraram a presença de coccídeos em 29,4% dos galpões amostrados, com identificação das seguintes espécies: *E. acervulina*, *E. maxima*, *E. mitis*, *E. necatrix*, *E. praecox* e *E. tenella*; todas espécies de importância para sanidade avícola. Dessa forma, resalta-se a importância da adoção de medidas sanitárias preventivas nos criatórios avícolas comerciais da região estudada a fim de evitar perdas econômicas no setor.

Palavras chave: Cama de frango, Coccidiose, Aves, Ruminantes.

Abstract

The aim of this study was to identify the presence of coccids of poultry litter from poultry farms located in the hinterland of Maranhão. For the epidemiological characterization, visits were made to the properties for on-site inspection and interviews with the owners. To identify coccids, samples were collected from six commercial poultry farms, three farms located in the São João dos Patos city and three distributors in the Passagem Franca city, Maranhão. We collected 300g of avian bed samples per shed in use, totaling 17 sheds. The samples were analyzed using sedimentation techniques with adapted centrifuge-flotation and sporulation of coccids oocysts followed by identification through the morphological analysis of the oocysts. The results allowed to identify the profile of the owners, the characteristics of the poultry farms, the adopted sanitary management, as well as the production and use of the poultry litter. The adapted technique used in the laboratory analysis allowed the achievement of satisfactory results in the parasitological diagnosis of internal parasites present in poultry litter. Parasitological examinations showed the presence of coccids in 29.4% of the sampled sheds, with identification of the following species: *E. acervulina*, *E. maxima*, *E. Mitis*, *E. necatrix*, *E. praecox* and *E. tenella*; all species of importance for poultry health. Thus, the importance of adopting preventive sanitary measures in commercial poultry farms in the studied region is emphasized in order to avoid economic losses in the sector.

Keywords: Aviary bed, Coccidiosis, Birds, Ruminants.



1. INTRODUÇÃO

A avicultura de corte é considerada uma das principais atividades desenvolvidas no país e tem respeitável contribuição no setor do agronegócio brasileiro (SILVA, 2018). Ocupa desde 2011 a liderança na exportação de carne de frango e a terceira posição em produção mundial desse produto (RODRIGUES *et al.*, 2014).

Apesar do progresso do agronegócio avícola brasileiro, a atividade se depara com perdas econômicas causadas pela coccidiose aviária (ASSIS, 2009), uma patologia parasitária de grande importância zootécnica e epidemiológica, tanto pelos elevados prejuízos na produção de frangos como elevados custos no tratamento, distribuição mundial e dificuldade no controle desta doença. Por seu grande potencial reprodutivo, rápida disseminação e resistência dos oocistos no meio ambiente, é muito difícil manter um plantel livre de coccidiose, especialmente em ambientes e ritmo de produção intensiva de frangos. No entanto, algumas técnicas de manejo tendem a diminuir o grau de infecção e a disponibilidade de oocistos no meio de produção (PINHEIRO *et al.*, 2014).

Entende-se por cama de frango o produto resultante da acumulação do esterco avícola, penas e alimento desperdiçado sobre um material usado como piso (cascas de arroz ou amendoim, sabugo de milho, etc.) (MELOTTI *et al.*, 1998). O contínuo contato da ave com a cama exige que o material utilizado apresente qualidades adequadas para modificar as características do meio, proporcionando conforto aos animais, de forma a evitar oscilações de temperatura no interior da instalação e o contato direto das aves com as fezes e com o piso. O material considerado deve absorver a umidade do piso e diluir a excreta para facilitar as práticas de manejo que maximizem a vida útil da cama e seu posterior aproveitamento no final da criação (AVILA *et al.*, 1992).

Para diminuir os custos de produção e o impacto ambiental, um manejo comumente utilizado nas criações de frangos é a reutilização da cama por um período variável de cinco até seis lotes consecutivos (VIRTUOSO *et al.*, 2015). Diante do exposto, objetivou-se com este estudo identificar a presença de coccídeos em cama de aviário de criatórios avícolas localizados no Sertão maranhense.



2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado nos municípios São João dos Patos e Passagem Franca, ambos localizados no Sertão Maranhense, uma região com 12.832,0 Km², localizado no planalto à sudeste do estado do Maranhão e com potencialidades na pecuária, agricultura e agroindústria. (MARANHÃO, 2007). A área de estudo foi delimitada por amostragem não probabilística intencional, onde realizou-se um estudo qualitativo, com delineamento descritivo.

2.2. Amostragem

No período de setembro a dezembro de 2019, foram realizadas coletas em seis criatórios avícolas comerciais, sendo três granjas localizada no município de São João dos Patos, designadas de granjas A, B e C; e três distribuidoras de frangos no município de Passagem Franca, designadas distribuidoras A, B e C. Ressalta-se que nas granjas as aves permanecem em média 40 a 50 dias, enquanto nas distribuidoras a aves permanecem por um período menor, de cinco a 10 dias, até serem comercializadas, e em ambos os estabelecimentos há a utilização de cama de aviário nos galpões.

Foram amostrados todos os galpões que estavam em uso no ato da visita ao estabelecimento, sendo seis na granja A, cinco na granja B, dois na granja C, um na distribuidora A, dois na distribuidora B e um na distribuidora C. Dessa forma foram colhidas 13 amostras em São João dos Patos e quatro em Passagem Franca, totalizando 17 amostras. Em cada galpão coletou-se amostra em cinco pontos diferentes, nas quatro extremidades e na parte central, totalizando 300 g após homogeneização.

Acondicionou-se as amostras em sacos plásticos transparentes grosso de primeiro uso, armazenando-as em caixas isotérmicas sob refrigeração para transporte até o Laboratório de Apoio à Clínica Veterinária, da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), onde foram processadas utilizando as técnicas de sedimentação com centrifugo-flutuação e esporulação dos oocistos, com posterior identificação dos coccídeos.

2.3. Caracterização Epidemiológica das Criações Avícolas

Para a caracterização do perfil socioeconômico e produtivo foram realizadas visitas às propriedades avícolas para inspeção in loco das criações e aplicação de

questionários por meio de entrevistas. Para tanto utilizou-se questionários semiestruturados envolvendo dados quantitativos e qualitativos, com o intuito de caracterizar as criações avícolas e seus respectivos produtores. A aplicação desses foi realizada em todos os seis estabelecimentos por um mesmo entrevistador, objetivando a uniformização da linguagem e interpretação dos dados. As variáveis de interesse estudadas foram divididas em quatro blocos de perguntas, conforme descrito a seguir: perfil dos proprietários, características das criações avícolas, manejo sanitário adotado, e produção e utilização da cama de aviário.

A pesquisa foi conduzida de acordo com os preceitos éticos. Foram respeitados todos os aspectos da Resolução Nº 196 de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). O Projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – (CEP) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), por meio da Plataforma Brasil, sendo aprovado com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº. 11854819.4.0000.5554 .

2.4. Análises Laboratoriais

2.4.1. Sedimentação com centrifugo-flutuação

Por se tratar de cama de aviário as técnicas de *Hoffman* (1934) e *Faust* (1939), já consagradas na literatura, foram adaptadas para este tipo de amostra. O método de *Hoffman* fundamenta-se na sedimentação espontânea em água, permitindo encontrar cistos de protozoários, como também, ovos e larvas de helmintos. O método de *Faust* fundamenta-se na propriedade que apresentam certos ovos de helmintos de flutuarem na superfície de uma solução de densidade elevada e de aderirem ao vidro.

No método de sedimentação empregado pesou-se 4g de cama de aviário, em seguida transferiu-se para um Becker e realizou-se a dissolução gradativa com auxílio de bastão de vidro; filtrou-se a solução em um cálice, completando com água até a marca 125 ml. Aguardou-se 30 minutos para haver a sedimentação no fundo do cálice. O sobrenadante foi descartado e o sedimento colocado em tubos plásticos de 14,5 ml preenchidos com água destilada.

O tubo foi levado para centrifugação durante 5 minutos a 3000 rpm. Após isso, o sobrenadante foi descartado novamente e o tubo é completado com solução de sacarose, e o processo de centrifugação foi repetido. Com o auxílio de uma pipeta de 2ml, adicionou-se solução de sacarose até a formação de uma gotícula sob o tubo (menisco) e colocou-se uma lamínula em cima, aguardando 10 minutos para sua retirada. A lamínula foi então colocada sobre uma lâmina para ser analisada sob microscopia de luz.



2.4.2. Esporulação e identificação dos coccídeos

A técnica utilizada foi o método de esporulação de oocistos (método LP/UFR-GS) citado por Brinker *et al.* (2014) com modificações (Figura 2). Para a esporulação de coccídeos foi utilizada aproximadamente 10 g da amostra de cama de aviário, esta foi misturada com água destilada dentro de um frasco de cultivo e logo após foi filtrada em uma peneira com gaze, após sedimentação descartou-se o sobrenadante e no sedimento adicionou-se a solução de dicromato de potássio a 2,5%. Permaneceu em temperatura ambiente durante 5 dias com agitação diária.

Em seguida, desprezou-se o sobrenadante, ressuspendeu-se o sedimento em tubo de ensaio, e realizou-se a centrifugação a 3.000 rpm durante 10 minutos, desprezando o sobrenadante. Adicionou-se a solução de *Sheather* ao sedimento homogeneizando o mix e centrifugou-se novamente a 3.000 rpm durante 5 minutos. Retirou-se da centrifuga com o menisco, colocando lamínula sobre ele durante 10 minutos, passado esse tempo colocou-se a lamínula sobre a lâmina e observou-se no microscópio. A identificação dos coccídeos envolvidos foi realizada através da morfologia dos oocistos (CARDOZO; YAMAMURA, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização epidemiológica das criações avícolas

Ao analisar o perfil dos proprietários dos estabelecimentos foi possível observar que 100% (n=6) têm idade superior a 41 anos, não participam de entidades associativas, têm como fonte de renda principal a avicultura e estão na atividade a mais de cinco anos. A escolaridade prevalente foi o ensino médio completo (50%; n=3). Metade (50%) dos avaliados possuem outras explorações de animais em suas propriedades, entre eles: bovinos, equinos e suínos.

Resultados semelhantes foram relatados por Dias Filho (2018), que ao avaliar o Perfil socioeconômico e produtivo da avicultura de corte comercial na Ilha do Maranhão – MA registrou um perfil predominantemente masculino (n= 9/10; 90%), com maioria dos produtores (n=5/10; 50%) compreendidos na faixa etária acima de 50 anos e pouca escolaridade (n=6/10; 60%) representada por avicultores com ensino fundamental incompleto e completo e ainda, médio incompleto.

A avicultura como atividade principal para 100% (n= 6) dos produtores amostrados, é de relevante importância econômica para estas famílias que dependem parcialmente ou integralmente da criação desses animais para o seu sustento.

Estudo realizado na Cidade de Crato - Ceará com criadores de frango de corte identificou que dos cinco produtores entrevistados, 60% desenvolviam a avicultura entre um a quatro anos e 40% criavam frango de corte há mais de dez anos.



Para estes pesquisadores, o fato de novos produtores ingressarem na atividade demonstra que a mesma se constitui uma forma de melhorar a qualidade de vida dos criadores, tanto do ponto de vista nutricional, como na geração de emprego e renda (XAVIER et al., 2012).

A mão de obra empregada nas explorações avícolas avaliada no presente estudo é majoritariamente familiar (83,3%; n=5), com média de 4 trabalhadores por estabelecimento (mín. = 1; máx. = 8), com maior representatividade do sexo masculino 82,6%. Garcia (2006), cita que na criação de frango de corte no Brasil é comum a utilização de força de trabalho familiar.

Quando analisadas as características das criações avícolas observou-se que as três granjas (50%) avaliadas no estudo possuem como finalidade a produção de aves de corte em sistema de criação intensiva. Estas apresentam área superior a cinco hectares, onde alojam mais de 3.500 aves por ciclos de 40 a 50 dias. Já as três distribuidoras (50%) dispõe de menos 1 hectare, onde alojam em média de 200 a 400 aves por período de cinco a 10 dias até a efetiva comercialização destas aos revendedores (feirantes) ou ao consumidor final.

Nas granjas as aves são adquiridas de estabelecimentos certificados do estado do Piauí em virtude da proximidade dos municípios de São João dos Patos e Passagem Franca com esse estado. Nas distribuidoras as aves são adquiridas de estabelecimentos certificados dentro do próprio estado do Maranhão. Em ambos os tipos de estabelecimentos, as aves são alimentadas com ração e recebem água oriundas de poço artesiano ou da rede pública de abastecimento. Dados que corroboram com os resultados encontrados por Pedrosa e colaboradores (2019), que ao caracterizar as criações avícolas no entorno de uma granja matrizeira no município de Balsas, registrou que em 95% (n=38/40) das criações a água oferecida às aves era proveniente de poços (cacimbas).

Em relação ao manejo sanitário as três granjas praticam vacinação das aves. Todos (100%; n=6) os avaliados afirmam que já observaram animais doentes em seus galpões em algum momento do ciclo produtivo, mas somente 66,7% (n=4) sabem identificar as principais enfermidades que acometem as aves. Nas granjas os animais doentes, quando identificados, são isolados e um médico veterinário é procurado em busca de um tratamento adequado. Nas distribuidoras os responsáveis informaram que os animais doentes são descartados no lixo comum, mesmo destino dado às aves mortas.

A vacinação das aves é importante para prevenção de enfermidades recorrentes nessa espécie, evitando perdas na produção e conseqüentemente perdas econômicas. Por outro lado, é preocupante a destinação dada aos animais doentes e mortos, pois o lixo comum é recolhido e na maioria das vezes destinados a lixões ou aterros sanitários, apresentando riscos à saúde pública, provocando mortalidade, aparecimento de doenças e riscos ao meio ambiente. Dessa forma, para que a indústria avícola cresça de forma sustentável é importante a adoção de manejo



adequadas dos resíduos oriundos da produção que gera grande volume de esterco, efluentes, camas de aves e aves mortas (FIORESE et al., 2019).

Todos os estabelecimentos visitados fazem uso da cama de aviário, porém a maioria (83,3%; n=5) não sabia precisar a quantidade de cama utilizada. Somente um estabelecimento conseguiu informar o uso de 1,6 toneladas de cama de aviário/ano. A cama de frango tem a função de absorver a umidade, fornecer isolamento térmico e proporcionar uma superfície macia para as aves a fim de evitar lesões. Santos, Samay e Demosthenes (2012) citam que a cama de aviário é o principal subproduto do ciclo de produção de aves, composta por material absorvente, da excreta, restos de ração, penas, insetos e secreções. Dessa forma, deve ser manejada adequadamente a fim de manter sua qualidade e conseqüentemente o bom desempenho das aves (GONÇALVES et al., 2019).

Nos estabelecimentos avaliados no presente estudo cama de aviário é utilizada por um período de 35 a 55 dias, não sendo reutilizada em nenhum dos estabelecimentos. Quando questionados sobre o destino desse material após o período de uso, 50% (n=3) dos avaliados informaram que fazem uso do subproduto em suas lavouras, 33,3% (n=2) comercializam para uso agrícola no estado do Piauí e 16,7% (n=1) inutiliza o material por meio da queima. A totalidade dos avaliados no estudo relataram possuir conhecimento da proibição do uso de cama de aviário na alimentação dos ruminantes.

É importante o conhecimento dos avicultores e dos demais envolvidos nessa cadeia produtiva, sobre os riscos potenciais de transmissão da encefalopatia espongiiforme bovina por meio da alimentação dos ruminantes com cama de aviários, bem como de outras enfermidades, entre elas bacterioses e parasitoses.

3.2. Análises laboratoriais

A técnica adaptada pela junção dos métodos de Hoffman e Faust mostrou-se eficiente no diagnóstico parasitológico das amostras de cama de aviário.

O resultado encontrado mostrou a presença de ectoparasitas nas amostras de cama de aviário, os quais não foram quantificados pois eram incontáveis. Vários fatores podem simultaneamente influenciar na carga parasitária da cama de aviário, entre eles os fatores biológicos representados pela grande diversidade de formas de vida presentes na cama, assim como fatores químicos e físicos, que podem auxiliar no controle parasitário destas.

Em relação aos ectoparasitas encontrados, SILVA (2018) destaca que, o ambiente interno do aviário, representado por confinamento com alta densidade, umidade e presença de cama de frango favorece o aparecimento de alguns parasitas. Estes podem ser altamente prejudiciais aos animais, externa e internamente, den-



tre os principais o autor cita os ácaros, carrapatos, piolhos, besouros (cascudinhos) e etc.

Observou-se a presença de coccídeos em 29,4% (n=5) das amostras analisadas, sendo dois galpões da granja A, um da distribuidora A e dois da distribuidora B. A presença de coccídeos pode ser relacionada à falha de manejo das camas nos respectivos estabelecimentos pois nas distribuidoras a cama é utilizada por um intervalo de tempo de superior a 50 dias, com passagem de vários lotes de frangos para comercialização nesse período, considerando que cada lote permanece de cinco a 10 dias no galpão. Os resultados corroboram com o registro feito por Campos e colaboradores (2018) que identificaram alta frequência de ovos e larvas de nematódeos, assim como a presença de oocistos de coccídeos do gênero *Eimeria*, ao analisar amostras de camas de aviário em Paço do Lumiar-MA. Os resultados encontrados pelos referidos pesquisadores, também foram relacionados à falha no manejo da cama, como a reutilização desta por mais de seis vezes consecutivas, além das altas temperaturas identificadas no local.

A faixa etária média das aves que ocupavam os galpões avaliados no estudo ficou entre 35 e 45 dias, tanto nas granjas avícolas quanto nas distribuidoras. Estudos relatam que o pico de eliminação de oocistos está relacionado com a idade das aves, observando maior pico aos 37 dias de vida, seguido de queda na eliminação a partir de 41 dias (CARDOZO; YAMAMURA, 2006).

Nas amostras que continham oocistos não esporulados foi realizado o método de esporulação de oocistos, onde os coccídeos foram identificados de acordo com o formato e tamanho. Na Tabela 1 estão relacionadas as espécies de coccídeos que foram identificados nas amostras das camas de aviário e a identificação morfológica destes pode ser observada na Figura 1. Foram observadas espécies de *Eimeria* de importância para a sanidade avícola, não relacionadas com a sanidade dos ruminantes.

AMOSTRAS	EIMERIA SSP					
	<i>E. acervulina</i>	<i>E. maxima</i>	<i>E. mitis</i>	<i>E. necatrix</i>	<i>E. praecox</i>	<i>E. tenella</i>
Granja A Galpão 1	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Granja A Galpão 4	Ausência	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Presença
Distribuidora A Galpão 1	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença
Distribuidora B Galpão 1	Ausência	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Distribuidora B Galpão 2	Ausência	Presença	Ausência	Presença	Ausência	Ausência

Tabela 1. Coccídeos identificados em cama de aviário oriunda das granjas e distribuidoras avícola localizada no Sertão maranhense, 2019. (Técnica de esporulação, método (LP/UFRGS) com modificações).

As espécies de *Eimeria* apresentam acentuada especificidade em relação ao hospedeiro. As infecções são em geral mistas e nos casos clínicos de coccidiose é comum a presença de mais de uma espécie de *Eimeria* que interagem para produzir as alterações patológicas observadas. Entre as espécies frequentemente envol-

vidas nos episódios clínicos de ruminantes estão a *E. bovis* e *E. zuernii* em bovinos e búfalos, *E. ahsata*, *E. bakuensis* e *E. ovinoidalis* em ovinos, *E. arloingi*, *E. alijevi*, *E. hirci*, *E. christenseni* e *E. ninakolhyakimovae* em caprinos. Entretanto, outras espécies podem, em determinadas circunstâncias ou áreas geográficas, provocar a coccidiose nos ruminantes (LIMA, 2004).

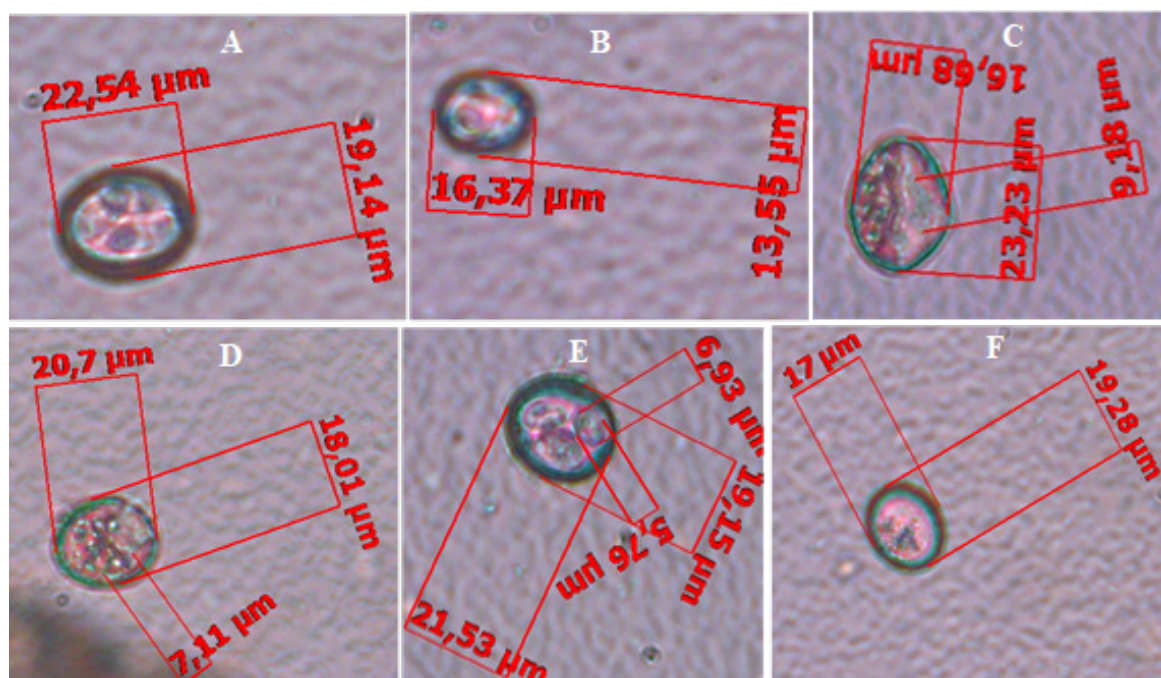


Figura 1. Identificação morfológica dos coccídeos (*Eimeria* spp) encontrados em camas de aviários oriunda da granjas e distribuidoras avícola localizada no Sertão maranhense, 2019. (A) *E. tenella*, (B) *E. mitis*, (C) *E. maxima*, (D) *E. necatrix*, (E) *E. praecox*, (F) *E. acervulina*.

Fonte: Arquivo pessoal.

Na Tabela 2 estão descritos os resultados referentes à frequência das espécies de *Eimeria* encontradas nas amostras analisadas, onde observou-se que a maioria das espécies eram aquelas que mais causam prejuízos, quando se trata da coccidiose aviária. Sendo a espécie as mais frequentes a *E. maxima* (38,71%), a *E. tenella* (22,58%) e a *E. necatrix* (19,35%).

EIMERIA SSP	Granja A Galpão 1	Granja A Galpão 4	Distribuidora A Galpão 1	Distribuidora A Galpão 1	Distribuidora A Galpão 1	TOTAL	
						Nº	%
<i>E. acervulina</i>	1	0	0	0	0	1	3,23
<i>E. maxima</i>	1	4	2	2	2	12	38,71
<i>E. mitis</i>	2	0	2	0	0	4	12,90
<i>E. necatrix</i>	5	0	0	0	2	6	19,35
<i>E. praecox</i>	1	0	0	0	0	1	3,23
<i>E. tenella</i>	4	2	1	0	0	7	22,58
TOTAL	14	6	5	2	4	31	100

Tabela 2. Frequência das espécies de *Eimeria* encontradas em amostras de cama de aviário oriunda das granjas e distribuidoras avícola localizada no Sertão maranhense, 2019.

Lillehoj (2000) afirma que, as espécies *E. tenella* e *E. necatrix* causam lesões de mucosas mais profundas, sendo, portanto, consideradas de maior patogenia, ou patógenos mais severos. Por sua vez, *E. praecox* e *E. mitis* não são comumente

fatais e podem ser consideradas benignas. Dos coccídeos encontrados no nosso estudo, 22,58% eram da espécie *E. tenela*, 19,35% *E. necatrix*, 3,23% *E. praecox* e 12,90% *E. mitis*.

A infecção por *Eimeria* é diferente das infecções virais e bacterianas porque os coccídeos são autolimitados. Além disso o dano tecidual pode expor a ave a certas infecções bacterianas como salmonelose e clostridiose. Se a coccidiose for associada com doenças que suprimem o sistema imunológico, o parasita pode agir provocando um problema mais grave (GUPTA, 2009).

Inoue (2010) ressalta que, manter a sanidade dos animais em um aviário é imprescindível para se obter um bom nível de produtividade. Quando doenças atingem as aves, entre elas a coccidiose, trazem prejuízo financeiro aos produtores. Geralmente, a doença é transmitida quando os oocistos (ovos) são levados em partículas de fezes contaminadas carregadas por vetores, fômites, alimentos contaminados, vento, dentre outras possibilidades. Assim, algumas medidas podem contribuir para evitar surtos da doença, como limpeza dos galpões, seguir rigorosamente um programa de controle sanitário, obedecendo a um protocolo de medicação apropriado, além de adoção do manejo adequado ao aviário.

4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados observou-se que a maioria das espécies de coccídeos identificados nas camas de aviários são aquelas que mais causam prejuízos na avicultura, sendo assim aponta-se a necessidade da adoção de medidas de prevenção nos criatórios avícolas, principalmente aquelas relacionadas ao manejo da cama de aviário, associadas à educação sanitária dos produtores envolvidos, a fim de mitigar riscos de disseminação de enfermidades avícolas e evitar as perdas econômicas no setor.

Referências

- ASSIS, R. C. L. **Eficiência de diferentes métodos de controle sobre oocistos de *Eimeria acervulina* na cama reutilizada de frangos de corte.** Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia- fev.2009.
- AVILA, V. S. de; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. de. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante.** Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1992. 38p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica, 16).
- BRINKER, J. C.; ROCHA, A. G. da; BISOL, J; ARAÚJO, F. A. P. de. Identificação de espécies de *Eimeria spp.* em ovinos participantes na 33ª exposição internacional de animais no município de esteio, RS. **Revista Agrocientífica**, v. 1, n. 1, jan./jun. 2014, p. 61-68.
- CAMPOS, M. de. F. F. da. S; TEÓFILO, T. da. S; CHAVES, D. P; SANTOS, A. C. G. dos; LOPES, B. C. A; BEZERRA, N. P. C; TORRES, M. A. O. Identificação parasitológica da cama de frango reutilizada em uma granja avícola. **R. Bras. Ci. Vet.**, v. 25, n. 1, p. 27-30, jan./mar. 2018.



CARDOZO, S. P.; YAMAMURA, M. H. Identificação de espécies de *Eimeria* sp e avaliação do escorre de lesões intestinais entre frangos vacinados e tratados com anticoccidiano, produzidos no sistema colonial/caipira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina 27, n 2, p 261-270, abr/jun. 2006.

FAUST, E. C. et al. Comparative efficiency of various technics for the diagnosis of Protozoa and helminths in feces. **J. Parasit.**, 25:241-62, 1939.

FIGUEROA, G. H. U. et al. Análise de macronutrientes de resíduos sólidos provenientes da avicultura para possíveis aplicações como fertilizante de plantas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 664-678, jan. 2019.

GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. A.; CALDARA, F. R. **Papel da cama na produção e bem estar de frangos de corte**. 2010. Disponível em: <www.avisite.com.br/cet/img/cama_20110309.doc>. Acesso em: 10 mai. de 2020.

GONÇALVES, N. S.; KOMIYAMA, C.M M.; ROSA, C. C. B.; LIMA, J. F. P.; MORAIS, M. D. G.; SAVEGNAGO, F. B.; MEZZALIRA JÚNIOR, C.; STAUB, L. Qualidade da cama de frango de corte e a alternativa da acidificação como tratamento. **Nativa, Sinop**, Cuiabá, v. 7, n. 6, p. 828-834, nov./dez. 2019.

GUPTA, S. K. Diagnosis and control of poultry coccidiosis: an update review article. **Haryana Veterinarian**, v. 48, n. 1, p. 1-10, 2009.

HOFFMAN, W. A.; PONS, J. A.; JANER, J. L. Sedimentation concentration method in *Schistosomiasis mansoni*. Puerto Rico. **J Publ Hlth** 1934; v. 9, p. 283-98.

INOUE, A. **Controle da coccidiose em aves evita queda de produção**. Dezembro.2010. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21328&secao=Sanidade%20Animal>. Acesso em: 30/01/2020.

LILLEHOJ, H. S; LILLEHOJ, E. P. Avian coccidiosis. A review of acquired intestinal immunity and vaccination strategies. **Avian Dis.** v. 44, p. 408-425, 2000.

LIMA, J. D. Avian coccidiosis. Coccidiose dos ruminantes domésticos. XIII Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária & I Simpósio Latino-Americano de Rickettsioses. Ouro Preto-MG. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v.13, suplemento 1, p. 09-13, 2004.

MARANHÃO. Governo do Estado do Maranhão. **Lei complementar nº 108 de 21 de novembro de 2007**. Dispõe sobre a criação de Regiões para o Planejamento do estado do Maranhão. Disponível em: https://seplan.ma.gov.br/files/2013/02/Lei_Complementar__DO-21-11-20071.pdf. Acesso em: 20. nov. 2019.

MELOTTI, L; LUCCI, C. de. S; MORGULLIS, S. C. F; CASTRO, A. L. de; RODRIGUES, P. H. M. Degradabilidade ruminal de camas de frangos pela técnica dos sacos de náilon in situ com bovinos. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 92-95, 1998.

PEDROSA, K. Y. F et al. Characterizing the subsistence poultry breeding around a poultry matrix farm in Balsas county, Maranhão state, Brazil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 13, n. 3, p. 147-152, 2019.

PINHEIRO, B. C; DA SILVA, A. B. S; CAVALCANTE, M. M. A. de S; MENDONÇA, I. L. de. JÚNIOR, A. M. C. Coccidiose em frangos de produção. **Revista científica de medicina veterinária**. Ano XII-Número 22 – Janeiro de 2014 – Periódico Semestral.

RODRIGUES, W. O. P; GARCIA, R. G; NÄÄS, I. A; ROSA, C. O; CALDARELLI, C. E. **Evolução da avicultura de corte no Brasil**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v.10, n.18; p 1666. 2014.

SANTOS, M. J. B.; SAMAY, A. M. A. T.; DEMOSTHENES. A. T. Manejo e tratamento de cama durante a criação de aves. **Revista Nutrime**, v. 09, n. 3, p. 1801-1815, 2012.

SILVA, G. R. da. **Perfil parasitológico da cama de frango em diferentes tipos de instalações**. São João Del Rei – MG, junho de 2018.

VIRTUOSO, M. C. da. S; OLIVEIRA, D. G. de; DIAS, L. N. de. S; FAGUNDES, P. S. de F.; LEITE, P. R. de S. da C. Reutilização da cama de frango. **Revista eletrônica nutritime**. Artigo 296 Volume 12 - Número 02– p. 3964– 3979- março/abril 2015.

XAVIER, C. V. V.; LOPES, I. R. V.; BEZERRA, F. N. R.; SOUSA, A. B. de. MELO, R. A. de. Perfil dos produtores



de frango de corte do sítio palmeirinha, no município de Crato-CE. IN: IV ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DA UFC NO CARIRI, Cariri, 4., 2012, Cariri. **Anais...** Cariri: Encontros UFC universitários, 2012.



CAPÍTULO 6

IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR DE TUCUNARÉS (CICHLIDAE, PERCIFORMES) INTRODUZIDOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS MARANHENSES ATRAVÉS DO DNA MITOCONDRIAL

MOLECULAR IDENTIFICATION OF TUCUNARÉS (CICHLIDAE,
PERCIFORMES) INTRODUCED IN MARANHENSES HYDROGRAPHIC
BASINS THROUGH MITOCHONDRIAL DNA

Marcelo Silva de Almeida

Francisca Karoline Marinho Ferreira

Maria Claudene Barros

Elmary da Costa Fraga

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo identificar espécimes de tucunaré introduzidos em bacias hidrográficas maranhenses inferindo quanto à origem dos estoques. Foram coletados 20 espécimes, as coletas foram realizadas utilizando apetrechos de pesca nos rios Flores e Pindaré, o DNA total foi extraído utilizando o kit Promega. Isolamos e amplificamos o gene (COI), por meio da PCR, os produtos da PCR foram purificados e posteriormente sequenciados em sequenciador automático de DNA. A edição, alinhamento e análise dos dados foram realizados a partir dos programas BioEdit, MEGA X e utilizou-se a plataforma BOLDSystems para identificação das sequências de DNA barcoding. Um fragmento de 640 pb foi obtido para o gene COI. Foi gerada uma árvore através da abordagem de agrupamentos de vizinhos (NJ) utilizando o modelo de Kimura-2-Parâmetros (K2P), revelando três cladogramas fortemente suportados com alto índice de *bootstrap*. As médias de divergências genéticas interespecíficas variaram de 13,6 a 56,9%, enquanto que a média intraespecífica foi de 0,1%. As sequências obtidas foram submetidas na plataforma BOLDSystems v3 a fim de se obter a identificação a partir da comparação com sequências presente neste sistema. Os espécimes de *Cichla* sp. obtiveram 98,57% de similaridade com *Cichla kelberi*. Portanto, o fragmento do gene COI se mostrou uma ferramenta útil para a identificação biológica em nível específico em peixes dos rios Flores e Pindaré/MA.

Palavras chave: Dna mitocondrial, Biodiversidade, Ictiofauna.

Abstract

The present study aimed to identify specimens of tucunaré introduced in Maranhão watersheds, inferring as to the origin of the stocks. Twenty specimens were collected, collections were made using fishing equipment in the Flores and Pindaré rivers, the total DNA was extracted using the Promega kit. We isolated and amplified the gene (COI), by means of PCR, the PCR products were purified and subsequently sequenced in an automatic DNA sequencer. Data editing, alignment and analysis were performed using the BioEdit, MEGA X programs and the BOLDSystems platform was used to identify DNA barcoding sequences. A 640 bp fragment was obtained for the COI gene. A tree was generated through the approach of groupings of neighbors (NJ) using the Kimura-2-Parameters (K2P) model, revealing three highly supported clades with a high bootstrap index. The means of interspecific genetic divergences ranged from 13.6 to 56.9%, while the intraspecific average was 0.1%. The obtained sequences were submitted in the BOLDSystems v3 platform in order to obtain the identification from the comparison with sequences present in this system. The specimens of *Cichla* sp. obtained 98.57% similarity with *Cichla kelberi*. Therefore, the fragment of the COI gene proved to be a useful tool for biological identification at a specific level in fish from the Flores and Pindaré/MA rivers.

Keywords: Dna mitochondrial, Biodiversity, Ichthyofauna.



1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a introdução de peixes tem sido realizada principalmente para peixamentos e aumento da produção pesqueira de reservatórios (CRIVELLI, 1995). Essa atividade representa a segunda maior ameaça à biodiversidade (SIMBERLOFF, 2003; CLAVERO; GÁRCIA-BERTHOU, 2005) e tem como consequência o surgimento de problemas relacionados ao registro desses organismos em ambiente não nativo dificultando a correta caracterização das espécies (NASCIMENTO et al., 2001).

Espécies do gênero *Cichla*, conhecidas vulgarmente como tucunarés (NELSON, 1994) são originárias de bacias do rio Amazonas, Tocantins e Orinoco, sendo também introduzidas em diversos rios e reservatórios. O grande porte e elevado valor comercial caracteriza o tucunaré como um dos recursos pesqueiros mais importantes e principal exemplo de introdução indiscriminada de grupos de peixes no Brasil (NELSON, 1994; PARANARI-ANTUNES et al., 2012; CARVALHO et al., 2014). Alguns trabalhos têm avaliado os efeitos da introdução de *Cichla* em comunidades nativas como Zaret; Paine (1973) e Gomiero et al. (2010) que relataram o desaparecimento de várias espécies de peixe com a dispersão de *Cichla ocellaris* no rio Chagres/Panamá e em lagos do Vale do Rio Doce/Minas Gerais. Pinto-Coelho et al. (2008) e Pompeu; Godinho (2003) mostraram que espécies de *Cichla* provocaram drástica redução da ictiofauna em lagos do Parque Estadual do Rio Doce e rio São Francisco. No entanto, o tucunaré continua a ser introduzido em diversos reservatórios e rios do Brasil (AGOSTINHO et al., 2007; PELICICE; AGOSTINHO, 2008).

O tucunaré-amarelo *Cichla kelberi* (Kullander & Ferreira, 2006), se diferencia morfológicamente das demais espécies do gênero pela presença de pequenas manchas de luz sobre as barbatanas pélvicas e anal e lobo inferior da nadadeira caudal, presença de três barras verticais escuras no lado do corpo. Esta espécie é nativa da bacia do rio Tocantins e têm sido introduzidas com sucesso para aumento da produção pesqueira em rios, lagos e reservatórios (CHELLAPPA et al., 2003), sobretudo nas regiões Nordeste e Sudeste (Kullander & Ferreira, 2006), porém pouco se sabe sobre a sua identidade taxonômica, número de espécimes e diversidade genética das populações.

Apesar do grande sucesso evolutivo, não se sabe ao certo os efeitos da introdução sobre a estrutura genética de populações de *Cichla kelberi*, que em teoria, segundo Ellstrand; Elam (1993) tenderia a homogeneizá-las geneticamente e diminuir a variabilidade genética, levando à endogamia, perda de heterozigosidade e conseqüentemente de adaptabilidade.

A introdução intencional ou acidental de espécies resulta, muitas vezes, em seu estabelecimento fora dos locais de origem (COHEN; CARLTON, 1995). Segundo Pivello (2011), o fato das espécies invasoras serem altamente eficientes na competição por recursos, terem alta capacidade reprodutiva e de dispersão, faz com que

dominem os ambientes em que são introduzidas. Estudos como esse podem revelar a dominância de habitat dos tucunarés provavelmente devido à sua voracidade, prolificidade e adaptação a ambientes lênticos, características que fazem com que a espécie se torne potencialmente invasora.

Diante disso, estudos utilizando marcadores moleculares a partir da análise de DNA mitocondrial (mtDNA) tem sido realizado visando solucionar problemáticas taxonômicas de espécies como as pertencentes ao gênero *Cichla*. Dentre os marcadores mitocondriais, o Citocromo Oxidase Subunidade I (COI) também conhecido como DNA barcoding, que é constituído de um fragmento com cerca de 645 pares de base (HERBET et al., 2003; HUBERT et al., 2008) que vem sendo utilizado devida a eficiência demonstrada pela identificação de várias espécies de peixes marinhos e de água doce com uma taxa de sucesso de mais de 90% (PEREIRA et al., 2013).

Devido às problemáticas em que o gênero está envolvido, tais como a identificação errônea das espécies, tornam-se necessários estudos que proporcionem ferramentas capazes de caracterizar e identificar espécies de peixe que são cultivadas ou simplesmente que alteram ambientes naturais. E, dentre as ferramentas utilizadas neste tipo de estudo está à genética molecular. Dessa forma, os estudos genéticos de populações de *Cichla* (tucunaré) introduzidas nas bacias maranhenses/afluentes são de grande valia do ponto de vista ecológico por fornecerem dados que poderão auxiliar para uma melhor caracterização taxonômica e vir a orientar práticas de manejo e estudos de ecologia mais adequados das espécies do gênero.

Portanto, a presente proposta visa identificar e caracterizar espécies do gênero *Cichla* introduzidas nas bacias maranhenses, dessa forma buscando contribuir com o conhecimento dos estoques de tucunaré introduzido em bacias hidrográficas maranhenses.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo e obtenção das amostras

Amostras de Tucunaré foram obtidas no rio Pindaré no município de Pindaré-Mirim e no rio Flores afluente do rio Mearim no município de Josêlandia/MA. O rio Pindaré situa-se entre as coordenadas 3°39'54"S e 45°25'31"W, principal afluente do rio Mearim, nasce nas elevações que formam o divisor entre as bacias Mearim e Tocantins, com aproximadamente 686 Km², sendo navegável no trecho compreendido entre a sua foz no Km 41 do rio Mearim até a foz do rio Buriticupu no Km 456 (STELLA, 2011).

Amostras do rio Flores foram coletadas nas seguintes coordenadas geográficas na cidade de Josêlandia, latitude 05°05'508"S, longitude 044°39'811"W e com altitude de 68m. Os cursos d'água da região fazem parte da bacia hidrográfica do



Mearim (IMESC 2008). O rio Flores compõe o alto Mearim, estende-se desde as nascentes à sua foz, afluente pela margem direita, com uma extensão aproximada de 400 km (LOPES et al., 2011) (Figura 1).

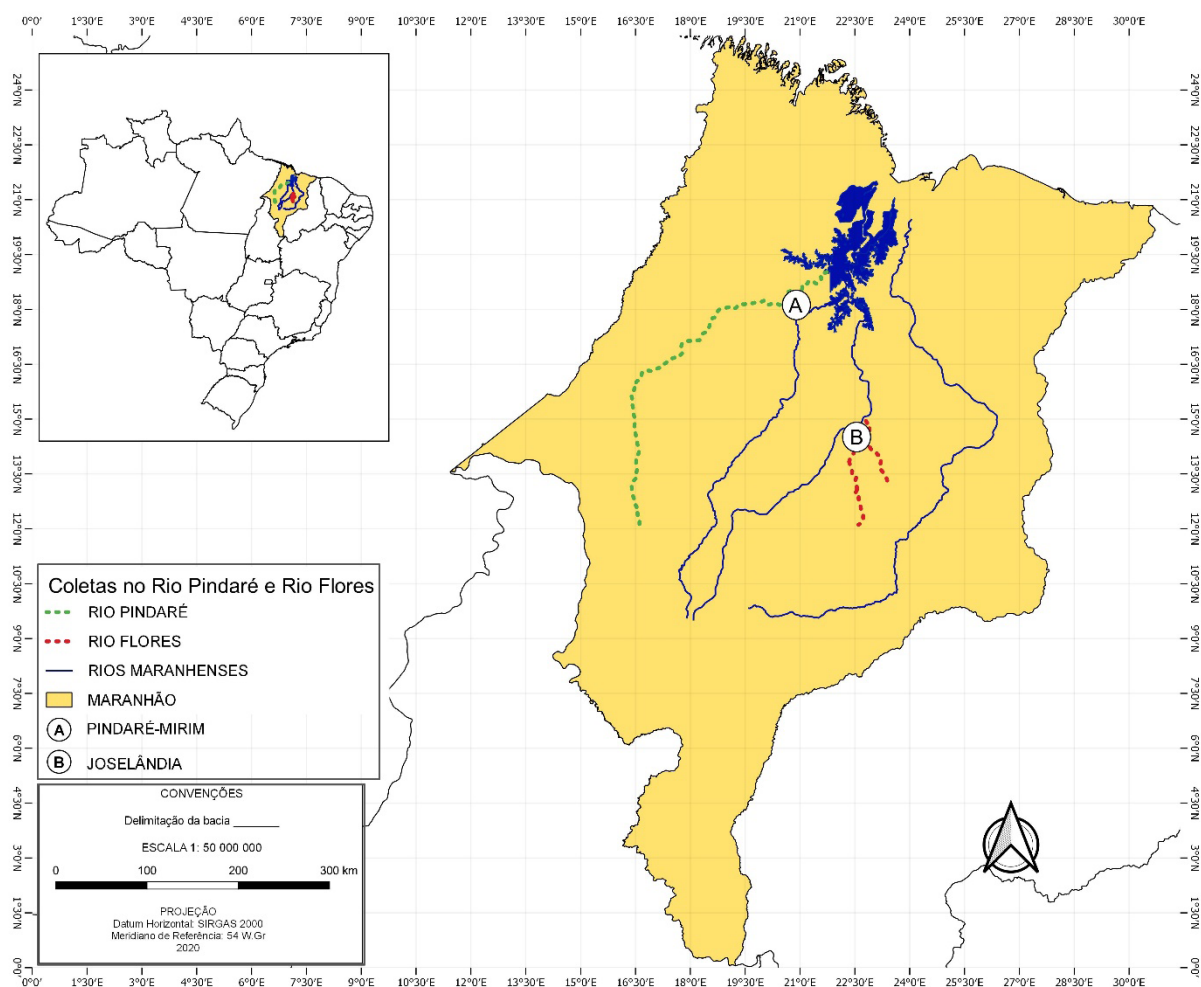


Figura 1. Localização dos rios Flores e Pindaré/MA onde foram obtidos os espécimes.
Fonte: Adaptado por Teixeira (2020) no programa Quantum GIS 2.6.0.

2.2 Coleta do material

As amostras foram coletadas utilizando-se instrumentos de pesca como redes de malhadeiras e tarrafas de diferentes milímetros (10 a 200 mm), estas coletas foram devidamente autorizadas pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade e Conservação (ICMBIO) (ICMBIO n°. 46367-1 - Rio Pindaré e ICMBIO - MMA n° 42.119-2 - Rio Mearim).

Os espécimes coletados foram acondicionados em sacos plásticos e transportados em gelo dentro de isopor ao Laboratório de Genética e Biologia Molecular (GENBIMOL) do Centro de Estudos Superiores de Caxias da Universidade Estadual do Maranhão - CESC/UEMA. Os peixes coletados passaram por uma triagem: foram etiquetados, fotografados e amostras do tecido muscular foram retirados para análises moleculares.

Os tecidos foram preservados em álcool 80% e mantidos sob refrigeração a -20°C. Os exemplares foram fixados em formalina 10% e conservados em álcool 70%. A identificação taxonômica foi realizada com o auxílio de literatura específica (Kullander & Ferreira, 2006) e confirmada por especialista. Exemplares testemunhos de *Cichla kelberi* estão depositados na Universidade Estadual de Londrina – MZUEL no Paraná. Os espécimes se encontram depositados no Laboratório de Genética e Biologia Molecular do CESC/UEMA.

2.3 Procedimentos genéticos

O DNA total foi extraído usando o kit Wizard Genomic DNA Purification da Promega seguindo as instruções do fabricante. O isolamento e amplificação das regiões genômicas rRNA 16S, COI e Cyt b foi realizado através da técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) usando-se primers específicos para cada gene, para o gene COI: COIF1: '5-TCAACCAACCACAAAGACATTGCC-AC-3'; e COIR1: '5 TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA-3' como descrito por (WARD et al., 2005).

Os produtos de PCR foram purificados utilizando o kit ExoSap-IT® (USB Corporation) seguindo instruções dos fabricantes. Os produtos das PCRs purificados foram utilizados em uma reação de sequenciamento utilizando-se o Kit "Big Dye TM Terminator v 3.1 Cycle Sequencing Ready Reaction" (Applied Biosystems). Após a precipitação os produtos foram submetidos à eletroforese em um sequenciador automático de DNA (ABI 3500).

2.4 Análises dos dados

As sequências obtidas foram alinhadas e editadas manualmente no programa Bioedit (HALL, 1999). As análises filogenéticas foram realizadas através dos métodos de análise de agrupamento de vizinhos (NJ) e máxima verossimilhança (ML) usado o programa MEGA X (KUMAR et al., 2018), ambas usando, o modelo evolutivo de substituição nucleotídica Kimura-2 parâmetros (KIMURA, 1980), com 1000 réplicas de bootstrap. FELSENSTEIN, 1985). As médias de distâncias genéticas foram geradas no programa MEGA X, utilizando o modelo Kimura-2-Parâmetros (K2P). Foram utilizadas como grupo externo sequências para o gene COI *Cichla monoculus* (JN988799.1) e *Cichla* sp. (JN988806.1).

A identificação molecular a partir do gene COI foi realizada por comparação das sequências obtidas com dados disponíveis na plataforma bioinformática BOLDSystems (*Barcode of Life Data Systems*) (RATNASINGHAM; HEBERT, 2007).



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 20 espécimes de Tucunaré, pertencentes à ordem Perciformes, a família Cichlidae, gênero *Cichla*. 15 espécimes foram coletados no rio Flores e 5 no rio Pindaré/MA (Tabela 1).

ORDEM	FAMILIA	GÊNERO	ESPÉCIES	RIO	
				Flores	Pindaré
PECIFORMES	Cichlidae	<i>Cichla</i>	<i>Cichla</i> sp.	15	05

Tabela 1 - Relação dos táxons coletados nos rios Flores e Pindaré/MA.

Fonte: Dados do autor (2020)

3.1 Análise do Fragmento e Composição Nucleotídica

Após alinhamento e edição foi obtido um fragmento 640 pares de bases (pb) para o gene mitocondrial COI de oito espécimes do gênero *Cichla*, sendo quatro oriundas do rio Pindaré, duas do rio Flores e duas sequências obtidas do GenBank. Destes 436 sítios conservados e 193 mostraram-se variáveis. A maioria destes sítios variáveis, cerca de 90% deles (172) foram encontrados na posição três do códon. Este padrão é esperado para o gene COI devido sua natureza altamente conservada, por ser um gene codificador de proteínas, contudo apresentando uma alta taxa de evolução, ou seja, substituições sinônimas de nucleotídeos na posição três do códon o que não modifica a informação genética contida no fragmento.

A composição média de nucleotídeos foi de 29,3% para timina (T), 29,2% para citosina (C), 23,7% para adenina (A) e 17,8% para guanina (G). Estes valores estão dentro do esperado para gene mitocondrial, Henrique (2010) em estudos com DNA Barcode com os peixes dos rios Ribeira de Iguape e de rios costeiros do estado de São Paulo, encontrou maior porcentagem de T e C, assim como Ward et al. (2008).

3.2 Relações Filogenéticas e Distância Genética

A árvore filogenética baseada no método de agrupamento de vizinhos (NJ), modelo Kimura-2-Parâmetros (K2P), revelou que os indivíduos considerados pertencentes à mesma espécie se agruparam em conjuntos coerentes com valores de 100% *bootstrap*, por tanto revelando a formação de clados fortemente suportados (Figura 2).



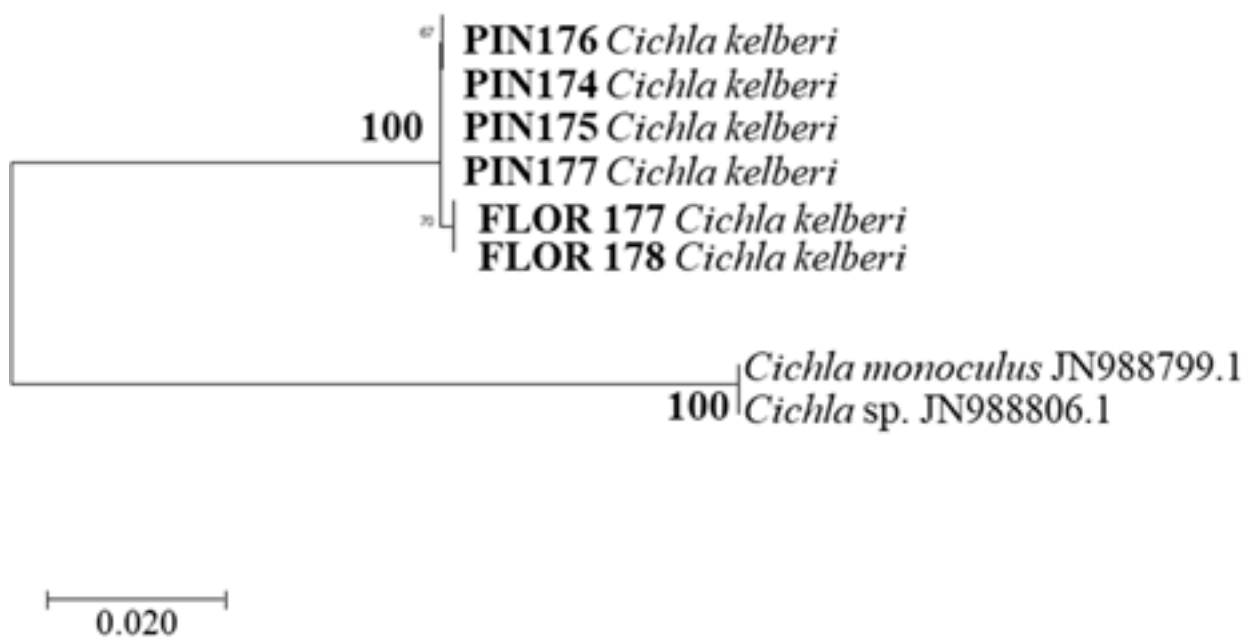


Figura 2. Árvore filogenética gerada a partir de Agrupamentos de Vizinhos utilizando o modelo Kimura-2-parâmetros (K2P) para o gene COI. Os números dos nós representam os valores de *bootstrap* (1000 pseudoréplicas). PIN – Pindaré é Flor – Flores
Fonte: Dados do autor (2020)

Os índices de divergência genética intraespecífica que se obteve neste trabalho foram de 0,1%, e a interespecífica de 13,6 a 56,9% (Tabela 2). O sucesso da identificação de espécies usando o código de barras (DNA barcode) é fundamentado na diferença entre as divergências intra e interespecífica (HEBERT et al., 2003).

Espécies	Divergência Genética			
	1	2	3	4
1. <i>Cichla</i> sp. Pindaré	0,1			
2. <i>Cichla</i> sp. Flores	0,6	0,6		
3. <i>Cichla monoculus</i>	56,9	55,6	NC	
4. <i>Cichla piquiti</i>	55,9	55,6	13,6	NC

Tabela 2 - Percentual das médias de divergência nucleotídica interespecífica e intraespecífica, gerada no programa MEGA X baseada no gene COI. NC – Não calculado
Fonte: Dados do autor (2020)

3.3 Identificação Molecular (BOLDSYSTEMS v3)

Os fragmentos do gene COI obtidos foram submetidos na plataforma BOLDSystems (*Barcode of Life Data Systems*) com a finalidade de se obter a identificação molecular a partir da comparação com sequências depositadas nesse sistema. Considerando a divergência de 3% como valor limite para determinar espécies em pesquisas com DNA barcoding (WARD, 2009; CARVALHO et al, 2011; MABRAGAÑA et al., 2011; PEREIRA et al., 2011).

Os espécimes *Cichla* sp. apresentaram similaridade consistente de 98,57% com *Cichla kelberi* (Kullander & Ferreira, 2006) (Tabela 3).

Morfológica	Molecular	Similaridade (%)
<i>Cichla</i> sp. Pindaré	<i>Cichla kelberi</i>	98,57%
<i>Cichla</i> sp. Pindaré	<i>Cichla kelberi</i>	98,57%
<i>Cichla</i> sp. Pindaré	<i>Cichla kelberi</i>	98,57%
<i>Cichla</i> sp. Pindaré	<i>Cichla kelberi</i>	98,57%
<i>Cichla</i> sp. Flores	<i>Cichla kelberi</i>	98,57%
<i>Cichla</i> sp. Flores	<i>Cichla kelberi</i>	98,57%

Tabela 3 - Comparações de fragmentos do gene COI dos táxons do rio Flores e Pindaré na plataforma BOLDSystems.

Fonte: Dados do autor (2020)

Com base em estudos anteriores sabe-se que não há registros da mesma em bacias Maranhenses (BARROS et al., 2011; RAMOS et al., 2014; MATAVELLI et al., 2015; MELO et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2016; BRITO et al., 2019; LIMA et al., 2019, TEIXEIRA et al., 2019; GUIMARÃES et al., 2020). Ocorrendo sua distribuição na América do Sul e bacias hidrográficas amazônicas (FISHBASE, 2020). Apontando a possibilidade da ocorrência dessa espécie para o rio Flores e Pindaré/MA que possui características amazônicas (PIORSKI, 2010), está espécie se constitui, como possível novo registro para o Maranhão.

Cogita-se que a introdução dessa espécie ocorreu acidentalmente em períodos chuvosos, quando os açudes aumentam o volume de suas águas e transbordam se comunicando com os canais do Rio Pindaré, pois é muito comum a construção de açudes para a criação de peixes nessa região. Por ser uma espécie predadora, seu desenvolvimento pode afetar diretamente as espécies endêmicas da região (CASTRO; DOURADO, 2011).

4. CONCLUSÃO

Foram obtidas e analisadas cinco sequências para o gene COI pertencente ao rio Pindaré e Flores. Os exemplares identificados como coespecíficos foram agrupados em conjuntos coerentes confirmando *status* específico conforme identificação morfológica.

As médias de divergência intraespecíficas foram baixas, onde permitiram estabelecer o *status* específico para as espécies com base nessa divergência. Os espécimes *Cichla* sp. antes identificados morfológicamente em nível genérico foram confirmados através da técnica de DNA barcode como *Cichla kelberi* (Kullander & Ferreira, 2006), caracterizando-se como possível novo registro para o Maranhão.

Referências

- BARROS, M. C.; FRAGA, E. C.; BIRINDELLI, J. L. Fishes from the itapecuru river basin, state of Maranhão, Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology** (Impresso). v.71, n. 2, 2011.
- BRITO, P. S.; GUIMARÃES, E. C.; FERREIRA, B. R. A.; OTTONI, F. P.; PIORSKI, N. M. Freshwater fishes of the Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses and adjacent areas. *Biota Neotropica*. 19 (3): e20180660. 2019.
- CARVALHO, D. C.; OLIVEIRA, D. A. A.; SAMPAIO, I.; BEHEREGARAY, L. B. Analysis of propagule pressure and genetic diversity in the invasibility of a freshwater apex predator: the peacock bass (genus *Cichla*). **Neotropical Ichthyology**, 12, 105-116. 2014.
- CASTRO, A. C. L.; DOURADO, E. C. S. Ictiofauna da Amazônia Oriental Brasileira: um panorama das regiões maranhenses. In: Martins, M. B.; Oliveira, T. G. (Org.) **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém: MPEG, 328 p, 2011.
- CHELLAPPA, S.; CÂMARA, M. R.; CHELLAPPA, N. T.; BEVERIDGE, M. C. M.; HUNTINGFORD, F. A. Reproductive ecology of a neotropical coelid fish, *Cichla monoculus* (Osteichthyes: Cichlidae). **Brazilian Journal of Biology**, 63, 17-26. 2003.
- CLAVERO, M.; GARCÍA-BERTHO, E. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. **Trends in Ecology and Evolution**, 20, 110. 2005.
- COHEN, A. N. E.; CARLTON, J. T. Biological study: non-indigenous aquatic species in a United States estuary: a case study of the Biological invasions of the San Francisco Bay and Delta. **US Fisheries and Wildlife and National Sea Grant College**. USA. 1995.
- CRIVELLI, A. J. Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes at the Northern Mediterranean Region? **Biological Conservation**, 72, 311-319. 1995.
- ELLSTRAND, N. C.; ELAM, D. R. Population genetic consequences of small population size: Implications for Plant Conservation. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** 24, 217-242. 1993.
- FELSENSTEIN, J. Confidence limits on phylogenies: An approach using the *bootstrap*. **Evolution**, v. 39, p. 783-791, 1985.
- FISHBASE; FROESE, R.; PAULY, D. (eds.) 2020. World Wide Web electronic publication. Disponível em <http://www.fishbase.com>, Version (01/2019). Consulta em dezembro de 2020.
- GOMIERO, L. M.; CARMASSI, A. L.; RONDINELI, G. R.; VILLARES JR, G. A.; BRAGA, F. M. S. Growth and mortality of *Cichla* sp. (Perciformes, Cichlidae) introduced in Volta Grande Reservoir (Grande River) and in a small artificial lake in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 70, 1093-1101. 2010.
- GUIMARÃES, E. C.; BRITO, P. S.; GONÇALVES, C. S.; OTTONI, F. P. An inventory of Ichthyofauna of the Pindaré River drainage, Mearim River basin, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**. 20 (4): e 20201023. 2020.
- HALL, T. A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. **Nucleic Acids Symposium Series**, v. 41: 95-98, 1999.
- HEBERT, P. D. N.; CYWINSKA, A.; BALL, S. L.; de WARD, J. R. Biological identification through DNA barcoding. Proceedings of the Royal Society of London, **Biological sciences**, n.279, p. 313-322, 2003.
- HUBERT, N.; HANNER, R.; HOLM, E.; MANDRAK, N. E.; TAYLOR, E.; BURRIDGE, M.; WATKINSON, D.; DUMONT, P.; CURRY, A.; BENTZEN, P.; ZHANG, J.; APRIL, J.; BERNATCHEZ, L. Identifying canadian freshwater fishes through DNA barcodes. **PloS One** www.plosone.org. v. 3, p. 2490, 2008.
- INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. Perfil do Maranhão 2006/2007. v.1. São Luis: IMESC, 2008.
- KIMURA, M. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. **Journal of Molecular Evolution**, v. 16, p. 111- 120, 1980.
- KULLANDER, S. O.; FERREIRA, E. J. G. A review of the South American cichlid genus *Cichla*, with descriptions of nine new species (Teleostei: Cichlidae). **Ichthyological Exploration Freshwat**, 17, 289-398. 2006.



- KUMAR, S.; STECHER, G.; LI, M.; KNYAR, C.; TAMURA, K. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across Computing Platforms. **Molecular Biology and Evolution**. v. 35, p. 1547-1549, 2018.
- LIMA, R. C., ALMEIDA, M. S., BARROS, M. C.; FRAGA, E. Identificação e caracterização molecular de peixes da APA do Inhamum, Leste Maranhense, Brasil. In *Conceitos Básicos da Genética* (B.R. Silva Neto, Org.), Atena Editora, Ponta Grossa, p. 151-168. 2019.
- LOPES, F. J. B.; CORREIA FILHO, F. L.; GOMES, E. R.; NUNES, O. O. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: relatório diagnóstico do município de Josêlandia**. Teresina: Cprm – Serviço Geológico do Brasil, p. 39, 2011.
- MABRAGAÑA E; ASTARLOA J. M. D; HANNER R; ZHANG J; CASTRO MG. DNA Barcoding Identifies Argentine Fishes from Marine and Brackish Waters. **PLoS One**, 6: e 28655, 2011.
- MATAVELLI, R.; CAMPOS, A. M.; VALE, J.; PIORSKI, N. M.; POMPEU, P. S. Ichthyofauna sampled with tadpoles in northeastern Maranhão state, Brazil. **The journal of biodiversity data, Check List**, v. 14, p. 3 – 4, 2015.
- MELO, F. A. G.; BUCKUP, P. A.; RAMOS, T. P. A.; SOUZA, A. K. N.; SILVA, C. M. A.; COSTA, T. C.; TORRES, A. R. Fish fauna of the lower course of the Parnaíba river, northeastern Brazil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*. 38(4):363-400. 2016.
- NASCIMENTO, F. L.; CATELLA, A. C.; MORAES, A. E. Distribuição espacial do tucunaré, *Cichla* sp. (Pisces, Cichlidae), peixe amazônico introduzido no Pantanal, Brasil. Corumbá: Embrapa Pantanal. **Boletim de Pesca**, 24. 2001.
- NASCIMENTO, M. H. S.; ALMEIDA, M. S.; VEIRA, M. N. S.; LIMEIRA FILHO, D.; LIMA, R. C.; BARROS, M. C.; FRAGA, E. C. DNA barcoding reveals high levels of genetic diversity in the fishes of the Itaipécuru Basin in Maranhão, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 3, 2016.
- NELSON, JS Fishes of the world. 3edition. John Wiley & Sons. **New York**, 600pp. 1994.
- PANARARI-ANTUNES, R. S.; PRIOLI, A. J.; PRIOLI, S. M. A. P.; GOMES, V. N.; JÚLIO JR, H. F.; AGOSTINHO, C. S.; SILVA FILHO, J. P.; BONI, T. A.; PRIOLI, L. M. Genetic divergence among invasive and native populations of *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) in neotropical regions. **Journal of Fish Biology**, 80, 2434–2447. 2012.
- PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Fish Fauna destruction after the introduction of a non-native predator (*Cichla kelberi*) in a Neotropical reservoir. **Biology Invasions**. 11, 1789-1801. 2008.
- PEREIRA, L. H. G. **Identificação molecular de peixes da bacia do alto rio Paraná**. 2011. 180f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Área de Zoologia. - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2011.
- PINTO-COELHO, R. M., BEZERRA-NETO, J. F.; MIRANDA, F.; MOTA, T. G.; RESCK, R.; SANTOS, A. M.; MAIA-BARBOSA, P. M.; MELLO, N.; MARQUES, M. M.; CAMPOS, M. O.; BARBOSA, F. The inverted trophic cascade in tropical plankton communities: Impacts of exotic fish in the Middle Rio Doce lake district, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 68, 1025-1037. 2008.
- PIORSKI, N. M. **Diversidade Genética e Filogeografia das Espécies *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) e *Prochilodus lacustres* Steindachner, 1907 no Nordeste do Brasil**. 2010. 152F. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Área de concentração: Genética e Evolução – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.
- PIVELLO, V. R. The use of fire in the cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present. **Fire Ecology**. 7:24–39. 2011.
- POMPEU, P. S.; GODINHO, H. P. Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco, In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (org.) *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas. 2003.
- RAMOS, T. P. A. RAMOS, R. T. C. RAMOS S. A. Q. A. Ichthyofauna of the Parnaíba river Basin, Northeastern Brazil. **Biota Neotropical**, v. 14, p. 1-8. 2014.
- RATNASINGHAM, S.; HEBERT, P. D. N. BOLD: The Barcode of Life Data System. **Molecular Ecology Notes**, vol. 7, p. 355 – 364, 2007.



SIMBERLOFF, D. How much information on population biology is needed to manage introduced species? **Conservation Biology**, 17, 83-92. 2003.

STELLA, A. Síntese do diagnóstico, matriz do plano e contribuições do processo de consulta pública para elaboração do PPCD-MA. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente**. Brasília, Distrito Federal, 2011.

TEIXEIRA, B. R. S., BARROS, M. C.; FRAGA, E. C. DNA barcoding confirma a ocorrência de espécies amazônicas na ictiofauna do rio Turiçu, Maranhão/Brasil. In *Conceitos Básicos da Genética*. (B.R. Silva Neto, Org.). Atena Editora, Ponta Grossa, p. 98-110. 2019.

WARD, R. D.; COSTA, F. O.; HOLMES, B. H.; STEINKE, D. DNA barcoding of shared fish species from the North Atlantic and Australasia: minimal divergence for most taxa, but *Zeus faber* and *Lepidopus caudatus* each probably constitute two species. **Aquatic Biology**, v. 3, p. 71-78. 2008.

WARD, R. D.; ZEMLAK, T. S.; INNES, B. H.; LAST, P. R.; HEBERT, P. D. N. DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, v. 360, n. 1462, p. 1847-1857, 2005.

ZARET, T. M.; PAINE, R. T. Species introduction in a tropical lake. **Science**, 182, 449-455. 1973.



CAPÍTULO 7

ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UMA PLANTA DE GASEIFICAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO DE TRAMANDAÍ E REGIÃO

STUDY ON THE FEASIBILITY OF IMPLEMENTING A PLANT FOR THE
GASIFICATION OF URBAN SOLID WASTE IN TRAMANDAÍ AND REGION

Caio Alves Aimi

Gabriela Pereira da Silva Maciel

Resumo

O Litoral Norte do Rio Grande do Sul é constituído por pequenas e médias cidades, as quais apresentam dificuldades no gerenciamento do seu resíduo sólido urbano (RSU). Atualmente, doze municípios do Litoral Norte enviam primeiramente seus resíduos para a central de transbordo em Tramandaí, para disposição posterior no aterro sanitário em Minas do Leão. A partir da pesquisa bibliográfica, análise do cenário dos resíduos sólidos, entrevistas com técnicos da prefeitura e da empresa responsável pela gestão dos resíduos, o presente trabalho apresenta uma proposta de mudança do processo de gerenciamento dos resíduos, inserindo uma planta de gaseificação no município de Tramandaí. O trabalho teve como objetivos estudar a viabilidade da implantação industrial de uma tecnologia voltada à transformação, recuperação energética e valorização do RSU, baseando-se na pirólise/gaseificação como tecnologia, visando a conversão do resíduo sólido urbano em energia elétrica, além de apresentar tal tecnologia aos munícipes, prefeituras e empresas privadas da região. Com base nos dados fornecidos pela prefeitura e pela empresa responsável pelos resíduos, em relação a captação média mensal de 3546 toneladas de resíduo sólido urbano e o custo para deposição no aterro sanitário de 115 R\$/ton, pode-se averiguar, a partir da análise de artigos científicos, a possível viabilidade econômica. Além da questão econômica, foi possível vislumbrar a diminuição de aproximadamente 10 toneladas de dióxido de carbono equivalente por mês que seriam liberados para a atmosfera no transporte do resíduo somente pela diminuição do número de carretas que fazem o trajeto Tramandaí - Minas do Leão.

Palavras chave: Gaseificação, Tratamento de resíduos, Viabilidade, Energia elétrica.

Abstract

The North Coast of Rio Grande do Sul is made up of small and medium-sized cities, which have difficulties in managing their solid urban waste (MSW). Currently, twelve municipalities in the North Coast send their waste first to the transshipment center in Tramandaí, for later disposal in the sanitary landfill in Minas do Leão. company responsible for waste management, the present work presents a proposal to change the waste management process, inserting a gasification plant in the municipality of Tramandaí. The work had as objectives to study the viability of the industrial implantation of a technology aimed at the transformation, energy recovery and valorization of MSW, based on pyrolysis / gasification as technology, aiming at the conversion of urban solid waste into electric energy, besides presenting technology to residents, city halls and private companies in the region. Based on the data provided by the city hall and the company responsible for the waste, in relation to the average monthly collection of 3546 tons of solid urban waste and the cost for disposal in the landfill of 115 R \$ / ton, it can be ascertained, from the analysis of scientific articles, the possible economic viability. In addition to the economic issue, it was possible to envisage a decrease of approximately 10 tons of carbon dioxide equivalent per month that would be released into the atmosphere in the transportation of the waste just by decreasing the number of trucks that make the Tramandaí - Minas do Leão route.

Keywords: Gasification, Waste treatment, Feasibility, Electricity.



1. INTRODUÇÃO

Um dos desafios do desenvolvimento tecnológico e humano é o resíduo gerado pela sociedade. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), somente no ano de 2017 foram coletados 71,6 milhões de toneladas de RSU no Brasil, sendo que este montante representa 91,2% do total de RSU gerados no país, ou seja, aproximadamente 6,9 milhões de toneladas tiveram destino incerto. Além deste fato, algumas cidades ainda despejam seus resíduos em lixões e aterros controlados que são prejudiciais ao meio ambiente e a saúde pública.

Por outro lado, 59,1 % dos RSU coletados seguem para aterros sanitários. Segundo Infiesta (2015), a deposição do RSU em aterros sanitários traz problemáticas como, a falta de áreas licenciadas, emissões de poluentes, a percolação de resíduos líquidos no solo e a procriação de pragas e doenças ao redor destes aterros. Outra desvantagem ao aterro sanitário é a geração de gases fugitivos (CH_4 e CO_2), os quais podem chegar a 25% de todo gás gerado no aterro (LUZ, 2013). Vale ressaltar que o metano (CH_4) é um dos principais gases do efeito estufa, o qual possui um potencial de aquecimento global equivalente a 21 vezes o do dióxido de carbono (CO_2).

A lei nº 12.305, de dois de agosto de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que reúne princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Abaixo são ressaltados alguns objetivos da PNRS, que tratam sobre o avanço de novas tecnologias na destinação ambientalmente correta do RSU:

“[...]IV – adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

[...]XIV – incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético” (PNRS, 2012, p. 13 e 14).

O Litoral Norte do Rio Grande do Sul é constituído de pequenas e médias cidades que em sua grande maioria não apresentam recursos (áreas licenciadas e/ou capital) para construir aterros sanitários. Devido a este problema Tramandaí e mais 12 municípios próximos enviam os resíduos coletados para uma central de transbordo alocada na cidade de Tramandaí e posteriormente os resíduos são transportados para o aterro sanitário em Minas do Leão para a disposição final. Tal rota necessita de caminhões, tanto para a coleta do RSU quanto para levá-lo para Minas do Leão, o que acarreta grandes custos para as prefeituras. Além disto, faz-se necessário o pagamento para a disposição no aterro o que onera ainda mais

os municípios.

O tratamento termoquímico do resíduo sólido urbano, realizado em atmosfera livre de oxigênio, chamado pirólise/gaseificação vem com o intuito de diminuir este caminho percorrido pelo RSU para a disposição, amenizar a geração de gases de efeito estufa gerados pelos caminhões, diminuir impactos ambientais, gerar energia elétrica, diversificar a matriz energética, valorizar a região e potencialmente gerar lucros para Tramandaí e região.

O presente artigo tem como objetivo estudar a viabilidade da implantação industrial de uma tecnologia voltada à transformação, recuperação energética e valorização dos resíduos, baseando-se na pirólise/gaseificação como tecnologia e visando a conversão do RSU em energia elétrica, além de apresentar tal tecnologia aos municípios, prefeitura e empresas privadas da região.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Cenário Atual

Comparando, a gestão de resíduos atual a realizada a cinco anos atrás, por exemplo, podemos verificar que o processo de disposição do RSU no transbordo de Tramandaí e posterior disposição em aterro sanitário em Minas do Leão, diminui os danos ambientais causados a região de Tramandaí, quando comparado com o aterro sanitário que havia no município, pois apresenta menos impactos diretos a área, uma vez que o resíduo permanece pouco tempo no transbordo. No entanto, precisa percorrer longas distâncias para sua deposição final, tornando o processo insustentável. Desta forma, é de interesse socioambiental entendermos como um novo processo de destinação para o RSU pode ser empregado.

Estimasse que atualmente a coleta de resíduos nos municípios atenda 200 mil pessoas, captando em média 3546 toneladas por mês de RSU e com custo de disposição final para os municípios de 115,00 R\$/ton (dados obtidos a partir de reuniões com agentes da central de transbordo de Tramandaí).

O resíduo que chega na central de transbordo é levado na sua totalidade para o aterro sanitário em Minas do Leão, ou seja, as 3546 toneladas de resíduo devem ser levadas por carretas, com capacidade média de 65 m³ cada, pelos 192 km até o local de destinação final. Considerando que a densidade do RSU compactado, varia de 475 a 712 kg/m³ (DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2016), teremos mensalmente um máximo de 7465 m³ de RSU e um mínimo de 4980 m³ de RSU. Como não sabemos exatamente a densidade do RSU do Litoral, utilizaremos o máximo e o mínimo presente na literatura para realizar as análises de emissões, as quais podem ser vislumbradas na Tabela 1.



	Máximo	Mínimo
Qtd. RSU (kg/mês)	3.546.000	3.546.000
Distância Percorrida (km)	192	192
Densidade do RSU (kg/m³)	475	712
Capacidade da Carreta (m³)	65	65
Volume mensal (m³/mês)	7.465	4.980
Qtd. Carretas por mês	115	77
Emissões de tCO₂e/mês	17	11
Emissões de tCO₂e/mês considerando a ida e a volta	34	23

Tabela 1 - Análise de emissões de tCO₂e/mês no cenário atual do RSU no trajeto Tramandaí à Minas do Leão.

Fonte: AUTOR (2019)

Para a realização do cálculo de emissões de toneladas de dióxido de carbono equivalente, utilizou-se como base o “Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa” (Ministério do Desenvolvimento, 2009), abaixo é apresentada a fórmula utilizada para realizar a análise de emissões:

$$GEE = \frac{Cc * FE}{10^3}$$

Onde: GEE: Emissões de gases de efeito estufa decorrentes do transporte de carga [tCO₂e]; Cc: Distância Percorrida [km]; FE: Fator de emissão de GEE [kg-CO₂e/km].

O fator de emissão de GEE, é de 0,77 kgCO₂e/km para carretas a diesel segundo a literatura estudada (Ministério do Desenvolvimento, 2009). O cálculo de ida e volta é simplesmente duas vezes a quantidade calculada para 192 km, já que a carreta em algum momento deve retornar a Tramandaí. O cálculo efetuado neste estudo trata-se de uma aproximação, uma vez que o fator de emissão varia de acordo com a quantidade de carga na carreta, a qual tem influência na variação do consumo de combustível.

Um impacto socioeconômico que ocorre neste trajeto é a movimentação das carretas nas vias, que por serem veículos de grande porte, acabam por danificar rapidamente as estradas, gerando custos para a reforma destas, além de gerar custos de mão de obra para este transporte.

Os impactos ambientais que ocorrem na disposição em aterro sanitário podem ser variados, dependendo da empresa gestora. Porém, alguns impactos são inerentes ao processo, tais como a ocupação de grandes áreas e a demora ou a não decomposição do material não-biodegradável ou pouco degradável que acaba por inutilizar a área por anos. Frente as dificuldades apresentadas para a correta disposição do RSU isenta de impactos, este artigo propõe a inserção de uma planta de gaseificação no município de Tramandaí.

2.2 Cenário Proposto

O resíduo depois de coletado nos municípios, iria para a central de tratamento termoquímico, o qual passaria pela etapa de triagem, onde os metais, vidros, pedras e argilosos, materiais os quais não são gaseificados, e materiais recicláveis, que por sua vez são utilizados para gerar receita a cooperativas, são separados do resíduo. Esta etapa aumenta a participação da sociedade no processo de separação realizada posteriormente ao recolhimento. (LUZ et al., 2015, MIRANDA, 2014 e FEAM, 2012). Após a etapa de triagem ocorre a transformação do RSU em CDRU (combustível derivado de resíduo sólidos urbanos) (SMAS Nº38, 2017), o CDRU apresenta alto poder calorífico se comparado ao resíduo antes do tratamento. Durante o tratamento o resíduo passa por processos de secagem, moagem e se necessário, briquetagem. Uma das vantagens da briquetagem é a homogeneização das dimensões das partículas auxiliando no processo de gaseificação. (LUZ et al., 2015, FEAM, 2012). A decomposição do CDRU ocorre no processo de gaseificação, este processo é realizado nas seguintes etapas: secagem, pirólise, combustão e redução (RENDEIRO *et al.*, 2008). Na etapa de secagem e pirólise, ocorre a diminuição do teor de umidade do combustível, além da liberação de alguns gases inflamáveis contidos nos sólidos. Essa fase é de extrema importância para o processo, pois libera gases que posteriormente podem ser utilizados para aquecer o sólido, fazendo com que o mesmo reaja com o agente de gaseificação e libere mais gases (GODINHO, 2006, RENDEIRO *et al.*, 2008). A combustão e a redução acontecem posteriormente a pirólise e normalmente são realizadas entre 800 a 1100 °C (Luz, 2013). A reação de redução da matéria é um processo endotérmico, que gera o syngas (gás de síntese) a partir de reações que ocorrem entre a biomassa e o agente de gaseificação, ou seja, a energia é retirada do ambiente para gerar o gás de síntese (GODINHO, 2006, RENDEIRO *et al.*, 2008 e LUZ, 2013). Outra etapa importante é a limpeza dos gases, já que o gás produzido no sistema de gaseificação dos CDRU contém impurezas, tais como, os alcatrões e os materiais particulados, que podem causar danos ao sistema de geração de energia elétrica. Portanto, é indispensável a utilização de equipamentos de limpeza que tenham por finalidade remover ou transformar os alcatrões e o material particulado presente na mistura gasosa (LUZ, 2013). Após a limpeza, o gás é encaminhado para o sistema de geração de energia que consiste em um motor de combustão interna acoplado a um gerador (LUZ et al., 2015 e INFIESTA, 2015). No processo de gaseificação também é produzido um sólido carbonoso chamado de *biochar* ou biocarvão.

Como proposta de localização para o empreendimento sugere-se o local onde hoje está a central de transbordo. Esta área localiza-se no município de Tramandaí – Rio Grande do Sul, Estrada Parque Histórico nº 701, Bairro Estância Velha, próximo à RS-030 e pode ser visualizada na Imagem 1.





Imagem 1. Área da Central de Transbordo de Tramandaí. Fonte: GOOGLE MAPS, 2019.

O local tem 1350 m² de área construída e foi escolhido por se encontrar isolado do centro urbano, ter o caminho até ele conhecido pelos agentes que trabalham na coleta de resíduos dos municípios, apresentar uma base de construção no local, o que facilita novos empreendimentos, pois a área já é utilizada para armazenar temporariamente o resíduo sólido urbano.

A Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2012), traz algumas considerações para a escolha do local do empreendimento, um aspecto é o trânsito dos veículos e o menor impacto as vias em relação ao transporte do RSU, neste quesito o novo empreendimento diminuiria a quantidade de carretas necessárias para o transporte até Minas do Leão, logo diminuindo os impactos as estradas, além de como citado anteriormente, o local ser conhecido pelos agentes que trabalham com a coleta do RSU. Outros aspectos trazidos na FEAM (2012) são:

- a) Existência de subestação que atenda à energia elétrica a ser transmitida (para economia na implantação dos sistemas de transmissão);
- b) Facilidade de obtenção de mão de obra especializada;
- c) Existência de aterro sanitário e industrial em distância econômica (para destinação final de rejeitos e RSU em eventuais paradas das unidades).

Em relação a facilidade de obtenção de mão de obra especializada podemos citar a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como um dos possíveis fornecedores de mão de obra especializada para o empreendimento, pois apresenta o curso de Engenharia de Gestão de Energia, além do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, nos quais a tecnologia proposta neste artigo é abordada e dada a devida ênfase.

Sobre a existência de aterro sanitário, a ideia do empreendimento não descarta totalmente a destinação final no aterro de Minas do Leão, pois caso aconteça

alguma falha no sistema de tratamento ou uma sobrecarga, a destinação final em aterro pode ocorrer. Além dos fatores citados acima, a gaseificação diminui o volume do RSU em até 90%. Logo, os 10% do produto sólido resultantes da gaseificação devem ser destinados de forma correta. Caso o biocarvão não tenha uma utilização apropriada a destinação em aterro sanitário pode ser uma das opções. Entretanto, o número de carretas necessárias para disposição final do biocarvão é reduzida e, por tanto, a emissão de gases do efeito estufa consequentemente diminui, como pode ser observado na Tabela 2.

	Máximo	Mínimo
Qtd. CDRU (kg/mês)	2.836.800	2.836.800
Distância Percorrida (km)	192	192
Densidade do RSU (kg/m³)	475	712
Capacidade da Carreta (m³)	65	65
Volume mensal (m³/mês)	5.972	3.984
Volume após o tratamento termoquímico (m³/mês)	597	398
Qtd. Carretas por mês	9	6
Emissões de tCO₂e/mês	1	1
Emissões de tCO₂e/mês considerando a ida e a volta	3	2

Tabela 2 - Análise de emissões de tCO₂e/mês no Cenário Proposto para o RSU no trajeto Tramandaí à Minas do Leão para a disposição dos 10% de rejeito.
Fonte: AUTOR (2019)

Comparando os dados das Tabelas 1 e 2, para o volume máximo de resíduos, podemos verificar uma redução considerável no número de carretas (92%) e consequente redução nas emissões de tCO₂e/mês (94%). Esta redução gera diversos ganhos para o processo como um todo, pois diminui não somente as emissões de gases do efeito estufa, como diminui os gastos com as viagens e os danos as estradas. Outra vantagem é a inserção de uma nova fonte de geração de energia elétrica, a qual fortalece o sistema de energia elétrica da região, pois seria uma fonte de energia renovável constante, dependente somente da geração de RSU diferente das fontes de energias renováveis intermitentes. Portanto, a planta de gaseificação proposta seria uma fonte de geração distribuída de energia que pode contribuir para o sistema elétrico.

A análise econômica do empreendimento de pirólise/gaseificação em Tramandaí foi realizada com base nos dados fornecidos pela empresa responsável pela gestão de resíduos e dados empíricos da literatura. Além da falta de informações atualizadas sobre a caracterização do RSU, a quantidade de RSU captada ter alta variação, pois alguns municípios do Litoral Norte apresentam uma alta sazonalidade de habitantes, ou seja, durante o verão a quantidade de RSU captado pode chegar a 3 vezes a quantidade captada no inverno, o que pode acarretar em um mal dimensionamento da planta de gaseificação, tem-se a dificuldade de encontrar os custos de implementação, manutenção e operação desta tecnologia no Brasil. Apesar da gaseificação ser uma tecnologia promissora para o tratamento de resíduos ainda é muito pouco utilizada no país. Portanto, para que o aspecto economi-

co fosse contemplado neste estudo utilizou-se a base de dados da literatura (LUZ, 2013; CAIBRE, 2016).

Luz (2013) propõe a análise da viabilidade econômica de uma planta de gaseificação do resíduo sólido urbano dos municípios do Brasil, propondo três cenários:

“O cenário 1 com taxa de juros de 10,58% a.a. Esta taxa de juros foi a soma da TJLP (Taxa de Juros em Longo Prazo, out/2012) que foi de 5,5% a.a., mais 4,18% de taxa de risco de crédito e mais 0,9 de remuneração básica do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento) totalizando 10,58% a.a. O cenário 2 considerou a taxa Selic de 7,5% a.a. de setembro de 2012 (taxa básica de juros no Brasil) e o cenário 3 considerou o dobro da taxa Selic, sendo de 15% a.a. (Luz, 2013, p. 90)”

A partir dos resultados de Luz (2013), o grupo ao qual este trabalho se enquadra é o grupo J, visto que a soma dos habitantes dos 12 municípios apresentados neste artigo é de 196.960 habitantes. Podemos observar na Figura 1 um valor presente líquido (VPL) positivo no primeiro e no segundo cenário para o grupo J, porém no terceiro cenário o VPL é quase nulo.

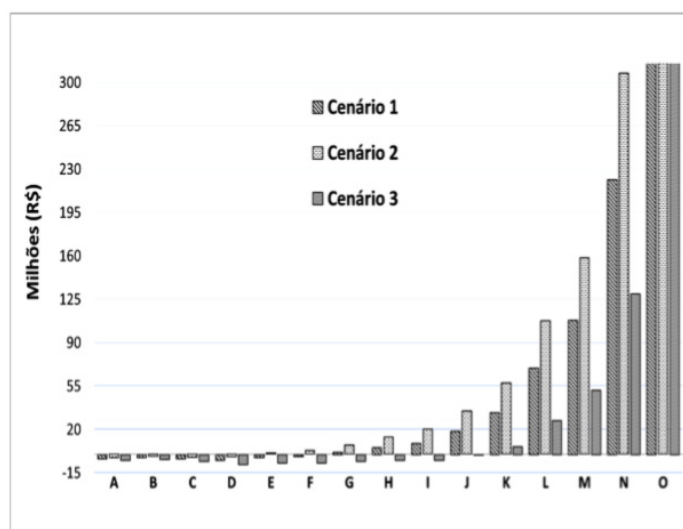


Figura 1 - Valor Presente Líquido para os diferentes grupos e cenários.
Fonte: LUZ, F. C. (2013)

A taxa interna de retorno (TIR) pode ser vista na Figura 2, ela é positiva nos três cenários demonstrando a viabilidade do empreendimento.

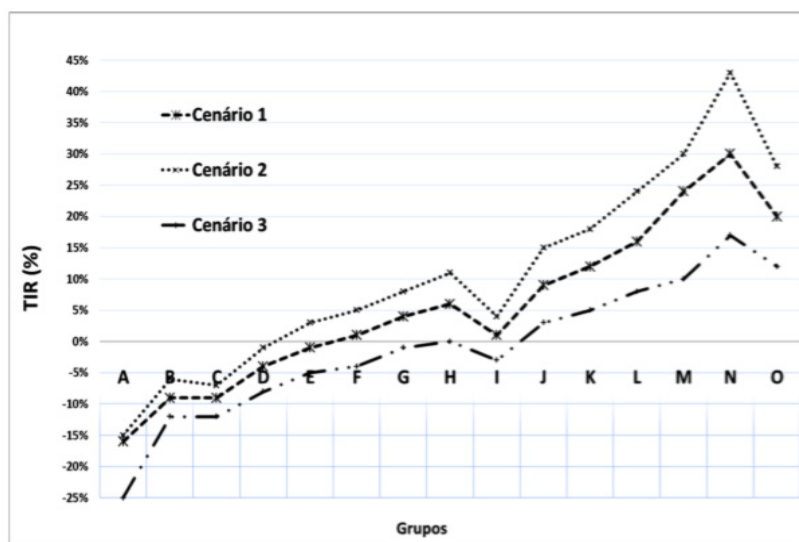


Figura 2 - Taxa Interna de Retorno para os diferentes grupos e cenários.
 Fonte: LUZ, F. C. (2013)

Desta forma, analisando os resultados obtidos por Luz (2013) observa-se que a gaseificação de resíduos sólidos urbanos dos municípios do Litoral Norte é uma tecnologia viável para o tratamento destes resíduos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forma de destinação final do RSU atualmente empregada no município de Tramandaí e região, pode e deve ser aperfeiçoada. Prefeituras, municípios, empresas privadas, universidades, faculdades e escolas da região devem atentarem-se para este tema, trabalhando de forma conjunta para o benefício de todos, tanto financeiro, ambiental como social. A dificuldade de se encontrar maneiras sustentáveis de destinação do RSU é uma problemática que abrange todos os cenários da sociedade, indo desde o potencial de geração de energia elétrica desperdiçado até problemas de saúde pública.

Entretanto, salienta-se que o artigo apresentado não se trata de uma crítica a atual destinação do RSU da região, apenas propõe novas tecnologias que podem ser adotadas no tratamento dos resíduos, podendo ser empregadas pelas empresas privadas ou até mesmo pelas prefeituras. O cenário proposto neste artigo tem apenas o intuito de expandir as oportunidades de tratamento do RSU no município de Tramandaí e região, trazendo assim alguns benefícios ao meio ambiente e diminuindo os gastos com estes resíduos.

Os dados apresentados neste trabalho devem ser aprofundados caso se queira implementar a tecnologia no local de estudo. Recomenda-se uma caracterização gravimétrica precisa do RSU recolhido, além de outros estudos como: as implicações da sazonalidade, análise econômica precisa, custos atualizados da implementação da planta de gaseificação, possibilidades de destinação final das escórias decorrentes da gaseificação, estudo mais aprofundado sobre os impactos ambien-

tais, abrangendo o processo como um todo. Portanto, aconselha-se uma parceria entre prefeituras, universidades e empresas privadas, para que se tenha um fluxo de informações mais rápido e preciso, incentivando novas ideias e oportunidades.

Contudo, a implantação de uma planta de gaseificação no panorama apresentado é viável, visto que trará benefícios sociais, ambientais e econômicos aos quais não implicarão em grandes mudanças no cenário atual da gestão de resíduos sólidos do Litoral Norte. Além de diminuir as necessidades de grandes viagens para a disposição final do RSU, o empreendimento contribuirá para a geração distribuída de energia elétrica, economia de despesas e geração de lucros para a região, criação de empregos, visibilidade para a região e redução de no mínimo 71 toneladas de dióxido de carbono por mês que deixam de ir para a atmosfera, fazendo-se assim uma alternativa promissora em todos os quesitos relacionados à sustentabilidade.

Referências

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2017**. São Paulo, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: Abnt, 1992.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara: p.73, 2012.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Nota Técnica DEN 06/08. **Avaliação Preliminar do Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos de Campo Grande, MS**. Rio de Janeiro, 2008.

FEAM/DPED/GEMUC - Fundação Estadual do Meio Ambiente, Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento, Gerência de Energia e Mudanças Climáticas. **Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos: Guia de Orientações Para Governos Municipais De Minas Gerais**. Belo Horizonte, p. 163, 2012.

GODINHO, M. **Gaseificação e Combustão de Resíduos Sólidos da Indústria Calçadista**. Tese (Doutorado) - Curso de pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

INFIESTA, L. R. **Gaseificação De Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) No Vale do Paranapanema – Projeto Civap**. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

LUZ, F. C. et al. Techno-economic analysis of municipal solid waste gasification for electricity generation in Brazil. **Energy Conversion and Management**, Roma, v. 103, p.321-337, 2015.

LUZ, F. C. **Avaliação Técnico-Econômica de Plantas de Gaseificação do Lixo Urbano para Geração Distribuída de Eletricidade**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR; Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA; Coordenação de Estudos Econômicos e Empresariais - COGEC. **INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - GEE**. Manaus, 2009.

MIRANDA, L. H. T. G. **Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Caso no Município de Itanhaém - SP**. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.



RENDEIRO, G. *et al.* **Combustão e Gasificação de Biomassa Sólida:** Soluções Energéticas para a Amazônia. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008.



CAPÍTULO 8

REMOÇÃO DE FÓSFORO DE EFLUENTE DOMÉSTICO, BRUTO E TRATADO, UTILIZANDO QUATRO DIFERENTES COAGULANTES: CLORETO FÉRRICO, POLICLORETO DE ALUMÍNIO, SULFATO DE ALUMÍNIO E TANFLOC SG

PHOSPHOROUS REMOVAL FROM RAW AND TREATED DOMESTIC WASTEWATER USING FOUR DIFFERENT COAGULANTS: FERRIC CHLORIDE, ALUMINUM POLYCHLORIDE, ALUMINUM SULFATE AND TANFLOC SG

Vinícius Duarte Soroka

Antônio Carlos De Oliveira Martins Júnior

José Carlos Alves Barroso Júnior

Maria Cristina de Almeida Silva

Resumo

As estações de tratamento de esgoto doméstico (ETEs) são a maior fonte emissora de fósforo, sendo responsáveis por 30 a 50% da poluição total em decorrência desse elemento. Apesar de indispensável para a manutenção da vida, o excesso de fósforo nos ecossistemas aquáticos promove eutrofização e outros desequilíbrios ecológicos e reduz a qualidade da água. Um dos métodos mais efetivos e amplamente empregados à remoção de fósforo de efluentes é o de coagulação-floculação. Contudo, apesar da variedade de estudos sobre o tema, no cotidiano das ETEs pouca atenção é dispensada a critérios analíticos na escolha do coagulante a ser utilizado e raramente a remoção de fósforo é um deles. Nesse contexto, o presente estudo buscou avaliar a remoção de fósforo, utilizando jar tests, com quatro diferentes coagulantes, cloreto férrico, policloreto de alumínio, sulfato de alumínio e Tanfloc SG, variando a dose de 10 a 125 mg/L, e utilizando efluente de uma ETE localizada em Porto Alegre-RS. Os coagulantes foram testados para tratamento do efluente bruto e final da ETE. Além da concentração de fósforo total, foram monitorados também os parâmetros pH, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO) e formação de lodo. Todos os coagulantes testados obtiveram boa remoção de DQO na dose de 10 mg/L, acima da qual o aumento na dosagem não gerou incremento proporcional na remoção de matéria orgânica. Os coagulantes inorgânicos foram capazes de reduzir a concentração de fósforo do efluente final da ETE a abaixo dos limites detectáveis, mas obtiveram resultados mistos no efluente bruto.

Palavras chave: Remoção de fósforo, Tratamento de efluente, Esgoto doméstico

Abstract

Domestic wastewater treatment plants are the biggest source of phosphorous emissions, being responsible from 30 to 50% of the total pollution because of this element. Although essential for life maintenance, excess phosphorous in aquatic ecosystems promotes eutrophication, ecological imbalance and water quality decrease. One of the most effective and widely used methods for phosphorus removal from wastewater is coagulation-flocculation, but despite the variety of studies regarding this subject, little attention is given to analytic criteria when choosing the proper coagulant in a daily operation of treatment plants, and rarely phosphorus levels are considered. In this context, the present study aimed to evaluate phosphorus removal using jar tests with four different coagulants, ferric chloride, aluminum polychloride, aluminum sulfate and Tanfloc SG, using 10 to 125 mg/L doses, and using an effluent from a domestic wastewater treatment plant located in Porto Alegre-RS. The coagulants were tested with initial (raw) and final effluents from the station. Besides total phosphorus concentration, the parameters pH, turbidity, chemical oxygen demand (COD) and sludge formation were also monitored. All coagulants tested showed a high COD removal at 10 mg/L dose, above which the increase in dosage did not generate a proportional increase in the removal of organic matter. The inorganic coagulants were capable to decrease the final effluent phosphorus concentrations to below detectable levels, but obtained mixed results with the raw effluent.

Keywords: Phosphorus removal, Effluent treatment, Domestic wastewater



1. INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, principalmente em consequência do aumento do uso de fertilizantes, mas também da intensificação de outras atividades agro-nômicas, industriais e urbanas, os níveis de nutrientes como nitrogênio e fósforo têm aumentado exacerbadamente em muitos corpos hídricos, mesmo naqueles afastados de áreas povoadas (MOURAD; VAN DER PERK, 2004). Apesar do fósforo ser um elemento atóxico e essencial à vida, em altas concentrações ele é capaz de induzir rápida reprodução algal (i.e, eutrofização), levando à diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido e, portanto, à deterioração da qualidade da água (DE QUEVEDO; PAGANINI, 2017).

As maiores fontes poluentes de fósforo são estações de tratamento de esgoto doméstico, representando de 30 a 50% do total de emissões desse elemento, de forma que o controle de suas liberações é essencial à prevenção da eutrofização de águas de superfície e manutenção das propriedades da água (YANG et al., 2010). Assim, há mais de 60 anos, processos químicos e biológicos vêm sendo prospectados para a remoção de fosfatos de efluentes (SAWYER; OWEN apud. LEA et al., 1954).

Entretanto, frente ao crescimento econômico exponencial associado ao uso indiscriminado de recursos (WARD et al., 2016), uma preocupação é emergente: a possibilidade da escassez de fósforo, devido à sua natureza finita, não renovável e de alta dissipação, e o conseqüente aumento do custo produtivo de alimentos (SCHOLZ et al., 2013). Nesse sentido, apesar de, em termos de tratamento, o interesse primário permanecer na remoção do fósforo, tornam-se especialmente atrativas operações que permitam também a sua recuperação e aproveitamento.

Alguns dos processos químicos mais eficientes e bem consolidados para tratamento de efluentes são os de coagulação-floculação. Apesar de geralmente constituírem operações sequenciais e dos termos frequentemente serem utilizados de forma intercambiável, há diferenças importantes: a coagulação diz respeito à redução das forças repulsivas entre as partículas, a partir da neutralização de cargas, o que permite que elas se aglomerem; já a floculação se refere à atração dos coágulos, combinando-os em agregados maiores, macroscópicos, o que facilita consideravelmente a separação desses sólidos (ZHANG; LEI apud. KRUMPELMAN et al., 2005), geralmente através de floculação ou, mais comumente para efluentes domésticos, sedimentação. Na execução desses procedimentos, há duas preocupações fundamentais: desempenho e eficiência. Por um lado, deseja-se atingir elevadas taxas de remoção e, por outro, realizar o processo o mais rapidamente o possível e utilizando a menor quantidade de insumo necessária.

A resolução CONSEMA nº 355/2017 dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes

em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. A mesma estabelece que a concentração de fósforo final para lançamento não pode ser superior a 4 mg/L, para vazões de descarga inferiores a 100 m³/dia, e 1 mg/L, para vazões até 10.000 m³/dia, ou, alternativamente, deve-se atingir eficiência de remoção de 75%.

Essas concentrações ficam muito aquém das habitualmente obtidas nas etapas adotadas convencionalmente no tratamento de efluentes, mais especificamente esgotos domésticos. O mesmo pode-se dizer da eficiência de 75%, dificilmente obtida nos processos corriqueiros. Isso se deve, em parte, à atualidade da resolução, que implementou os novos padrões há menos de cinco anos, de modo que ainda não foi transcorrido o tempo necessário para adequação universal. Também é necessário se atentar aos critérios semiempíricos geralmente adotados nas ETEs: cada estação, de acordo com as características do seu próprio efluente bruto, bem como das instalações e equipamentos especificamente disponíveis, define os procedimentos a serem empregados, coagulantes e doses utilizadas, tempo de retenção hidráulico e assim por diante.

Os métodos analíticos necessários para determinação da concentração de fósforo (STANDARD METHODS 4500-P PHOSPHORUS, 2017) são delicados, requerendo vidraria apropriadamente tratada em ácido sulfúrico, digestão das amostras e técnicas avançadas como cromatografia, eletroforese capilar ou espectrofotometria, dificultando que ETEs disponham *in situ* de técnicas de análise. Assim, a avaliação dos níveis de fósforo, tanto pré quanto pós-tratamento, muitas vezes não tem recebido a devida consideração.

A coagulação é uma das operações unitárias mais comumente utilizadas nos processos de tratamento de água e efluentes. Isto se deve fundamentalmente à sua elevada efetividade na remoção de matéria orgânica e atrativa relação custo-benefício, entre outras vantagens, que levaram à sua adoção como processo de tratamento de efluentes há mais de século (JIANG, 2015). Entretanto, a seleção do coagulante e dosagem adequada, a cada efluente e planta de tratamento específico, não é trivial: doses maiores podem atingir eficiências superiores, mas ao mesmo tempo elevar a condutividade do efluente ou a produção de lodo contendo substâncias tóxicas (ARAGONÉS-BELTRÁN et al., 2008).

Assim, o uso do teste de jarros (*jar test*) tem sido amplamente adotado em bancadas de testes, como alternativa a ensaios mais dispendiosos em escala piloto, para avaliação da operação de plantas de tratamento. Além de rápidos e econômicos, os dados obtidos através de jar tests possuem excelente poder de previsão, possibilitando intervenções no design e operação de estações de tratamento (HUDSON; WAGNER, 1981). Com esse método, é possível variar parâmetros na coagulação (e.g. diferentes coagulantes em diferentes dosagens) e identificar que tipo de impacto isso terá no tratamento. Pode-se, ainda, utilizá-lo como ferramenta no dimensionamento de estações e ajuste de métodos de tratamento.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo principal a avaliação,



empregando jar tests, do potencial de remoção de fósforo de quatro diferentes coagulantes, monitorando também os parâmetros pH, turbidez e demanda química de oxigênio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coagulantes utilizados, dosagem e ensaios preliminares

Foram utilizados três coagulantes inorgânicos, cloreto férrico, policloreto de alumínio e sulfato de alumínio, além do coagulante orgânico Tanfloc SG (Tanac), todos regularmente empregados em tratamentos convencionais de efluentes. A partir de ensaios preliminares com efluente sintético (fosfato a 5 mg/L em água deionizada, pH = 7), foram delimitadas as doses dos coagulantes: 10, 25, 50, 75, 100 e 125 miligramas de coagulante por litro de efluente.

2.2 Coleta e processamento do efluente

O efluente utilizado nos testes é oriundo de uma Estação de Tratamento de Esgoto, localizada em Porto Alegre-RS, e foi coletado em dois pontos de amostragem, na entrada da estação (denominado "bruto") e ao final do tratamento ("tratado"). As coletas foram realizadas em cinco diferentes dias, entre janeiro e fevereiro de 2020, e as amostras acondicionadas em bombonas plásticas para análises no mesmo dia. Como o esgoto doméstico é uma matriz complexa (QUEIROZ et al., 2014) cujas características são dinâmicas e variáveis ao longo tempo, as amostragens sempre foram efetuadas no início da manhã, para que as análises pudessem ser concluídas preferencialmente até o final do mesmo dia.

2.3 Teste de jarros

Três equipamentos agitadores foram utilizados para os jar tests: Velp modelo F.6/S, PoliControl modelo Floc Control e Alfa Tecnoquímica modelo AT – 700. Na etapa de mistura rápida, a velocidade empregada foi de 120 rotações por minuto durante dois minutos, seguido de 70, 50 e 30 rpm, durante 10 minutos em cada rotação. Ao término da agitação, aguardou-se aproximadamente duas horas, para que a mistura sedimentasse, antes de proceder às demais análises.



2.4 Parâmetros analisados

Os parâmetros avaliados antes e após o tratamento foram pH (Denver Instrument UB-10), turbidez (Turbidímetro Hach 2100N), demanda química de oxigênio (Standard Methods 5220 C.), fósforo total (Standard Methods 4500-P D.) e taxa de sedimentação (utilizando ensaio em cone Imhoff). As análises de DQO e fósforo foram ensaiadas em duplicata técnica. Devido ao número amostral limitado, os dados ainda não foram avaliados estatisticamente e gráficos de colunas foram utilizados para representação dos resultados parciais. A eficiência de remoção foi calculada como o valor inicial do parâmetro (fósforo, DQO ou turbidez) menos o valor final, após o tratamento, dividido pelo valor final vezes 100, expresso em porcentagem. Um gráfico de radar foi utilizado para comparação qualitativa dos diferentes coagulantes nos quatro parâmetros analisados: para o melhor desempenho, foi atribuída nota quatro e, para o pior, nota um; substâncias com desempenhos semelhantes receberam a mesma nota.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Turbidez e pH

Um dos fatores fundamentais na escolha do coagulante a ser empregado é a magnitude da interferência da sua adição no pH do efluente. A tendência geral é que haja acidificação do meio frente à adição da maioria dos coagulantes. Entretanto, o ponto ótimo de coagulação se dá próximo ao pH neutro, de forma que, caso haja perturbação excessiva do pH pela adição do coagulante, pode ser necessária a adição de bases e/ou tampões para manter a eficiência do processo, implicando em aumento de operações e custos do tratamento.

Além disso, com a diminuição do pH, a solubilidade de metais como ferro, cobre e níquel é aumentada (MUKHERJEE, 2004), o que pode favorecer a dispersão de contaminantes. Assim, é interessante a seleção de uma substância que, na faixa de concentração utilizada, altere suficientemente pouco o pH para que não haja a necessidade de correções. Os resultados de variação do pH e remoção da turbidez após diferentes doses dos coagulantes testados estão representados na Figura 1, para o tratamento feito no esgoto bruto, e na Figura 2, quando o efluente final da ETE que é tratado.



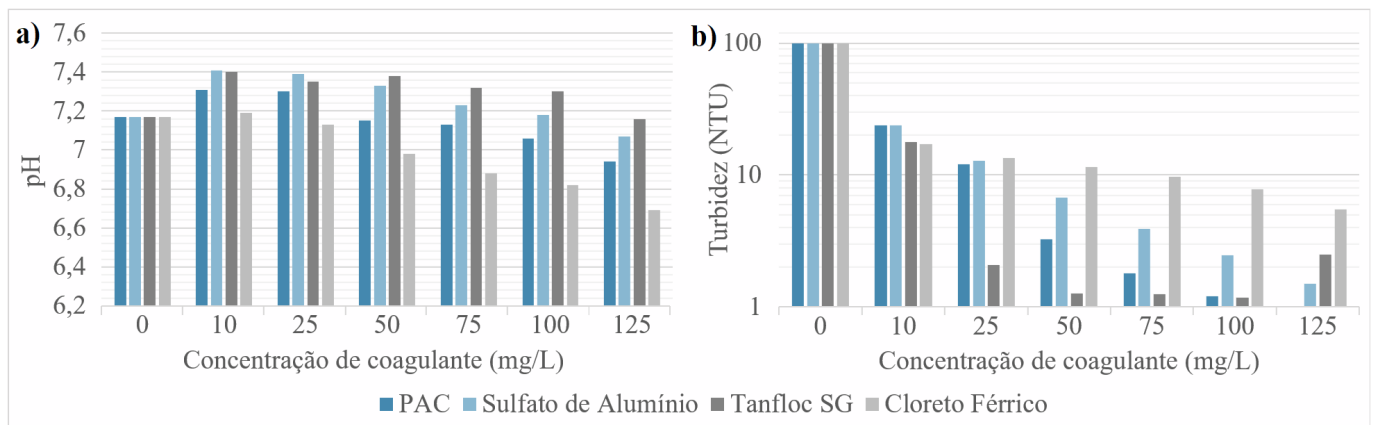


Figura 1 – Variação do pH (a) e redução da turbidez (b) do efluente bruto após ser tratado com 10 a 125 mg/L dos diferentes coagulantes testados. Em b), optou-se por representar a escala de turbidez como logarítmica, para facilitar a visualização

Conforme esperado, foi verificada uma tendência geral de acidificação com o aumento da dose dos coagulantes, observada especialmente com a adição de cloreto férrico. A exceção foi o coagulante orgânico, Tanfloc SG, que produziu uma pequena tendência de aumento no pH, sugerindo que, nos contextos em que a correção de pH é impraticável, ele pode ser uma alternativa viável em substituição ou complemento a outras substâncias com maior tendência de acidificação, como é por exemplo o caso do cloreto férrico. Diferente do que é muitas vezes anedoticamente relatado, o PAC não se mostrou superior ao sulfato de alumínio nesse quesito, tendo demonstrado inclusive desempenho um pouco inferior. É possível, entretanto, que o jar test falhe em reproduzir o cenário da ETE no qual tem se observado menor necessidade de correção do pH quando o PAC é utilizado em substituição ao sulfato de alumínio.

Em relação à turbidez, houve semelhante eficiência de remoção quando dosados até 10 mg/L de qualquer um dos coagulantes. Porém, a partir de 25 mg/L, há grande destaque para a ação do Tanfloc SG frente às demais substâncias. À exceção do Tanfloc na dose de 125 mg/L, para todos os produtos se observou redução da turbidez com o aumento da concentração. No caso do cloreto férrico, a dose de 10 mg/L obteve grande eficiência na diminuição da turbidez e, a partir daí, houve pouco ganho com o incremento da dose. Isso pode ser explicado, pelo menos parcialmente, pelo fato de que ambas as substâncias, cloreto férrico e Tanfloc SG, possuem coloração intensa, de forma que a partir de algum ponto a redução da turbidez no efluente passa a ser inferior ao efeito gerado pela impregnação de cor no mesmo.

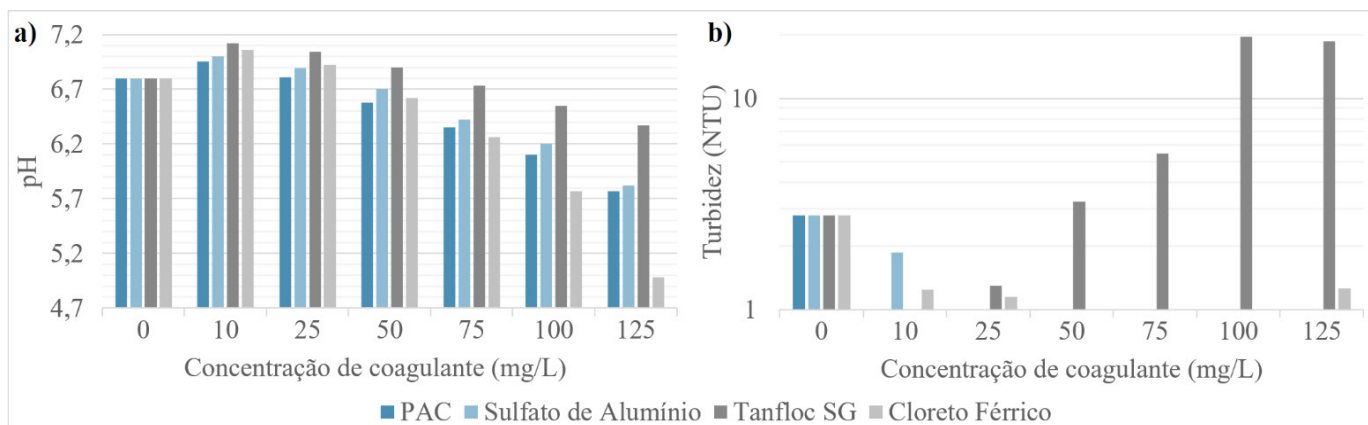


Figura 2 – Variação do pH (a) e redução da turbidez (b) do efluente final da ETE tratado com 10 a 125 mg/L dos diferentes coagulantes testados. Em b), optou-se por representar a escala de turbidez como logarítmica, para facilitar a visualização

Quando o tratamento é realizado no efluente final da ETE (Figura 2), notam-se algumas peculiaridades. O efeito de adição de turbidez do Tanfloc SG é pronunciado em doses acima de 75 mg/L, mas não se observa o mesmo para o cloreto férrico, possivelmente porque ele permanece solúvel nessa condição. Entretanto, vale notar que o efluente em questão se trata do efluente bruto após tratamento convencional na ETE, já atendendo o padrão de potabilidade de turbidez (inferior a 5 NTU). A variação observada no pH foi superior à do efluente bruto, o que já era esperado, uma vez que após o tratamento convencional grande parte da matéria orgânica é removida, reduzindo a capacidade tamponante do meio. Portanto, fica claro que técnicas de coagulação para remoção de fósforo voltadas ao efluente final devem resguardar atenção primordial ao efeito de alteração do pH promovidos pelos diversos coagulantes, cenário no qual o Tanfloc SG tem destaque, mas, considerando a adição de turbidez, apenas em doses de até 25-50 mg/L.

3.2 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A demanda química de oxigênio tem sido utilizada historicamente como critério fundamental em análises de avaliação da qualidade da água, assim como do nível de poluição em diversos corpos hídricos (LI; HE et al., 2018). Esse parâmetro tem significância para a remoção de fósforo, pois a matéria orgânica age como repositório desse elemento químico. Assim como não há matéria orgânica desprovida de fósforo, é difícil imaginar um método de tratamento que atinja alta remoção de fósforo, mas não de DQO. Neste trabalho, em relação à DQO, verificou-se que as doses mais vantajosas foram as de 10 a 25 mg/L, para todos os coagulantes testados, tanto no efluente bruto quanto no final da ETE (Figura 3.a e Figura 3.b, respectivamente).

Como o Tanfloc SG é uma substância orgânica, era de se esperar um aumento da carga orgânica em decorrência da sua adição, o que de fato foi observado, em especial no efluente final da ETE. Isso sugere que doses elevadas de Tanfloc podem ser pouco indicadas, principalmente nos casos em que a carga orgânica inicial do

efluente é baixa, pois sua adição é capaz de elevar consideravelmente o nível da demanda de oxigênio. Considerando que a legislação estadual estipula limites para DQO de 150 mg/L, em empreendimentos com elevado volume de descarga, fica evidente a dificuldade que uma grande estação de tratamento pode ter para atingir essa meta. De acordo com os resultados obtidos, nenhum coagulante foi capaz de reduzir a DQO do esgoto bruto a menos de 150 mg/L, o que só foi atingido no tratamento do efluente final, com Tanfloc SG a 10 ou 25 mg/L, ou os demais coagulantes inorgânicos em qualquer dose.

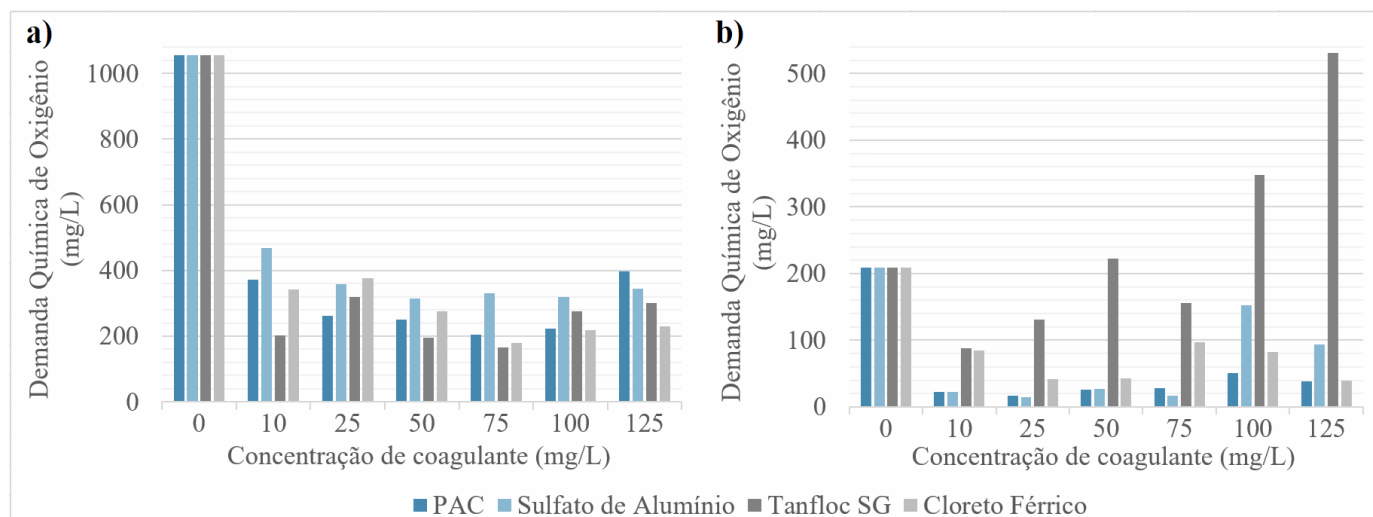


Figura 3 – alteração da DQO do efluente bruto (a) e final da ETE (b) tratados com 10 a 125 mg/L dos diferentes coagulantes testados

3.3 Remoção de fósforo

Para o efluente bruto (Figura 4.a), as maiores taxas de remoção de fósforo foram atingidas com 100 mg/L de PAC e 125 mg/L de sulfato de alumínio. O Tanfloc SG se demonstrou um dos menos eficazes na remoção do fósforo, tendo atingido em torno de 50 a 60% de remoção na sua melhor dose, de 50 mg/L. Não foi atribuída significância à altíssima remoção que o cloreto férrico obteve em 10 mg/L, pois a dose de 25 mg/L não pode ser determinada e, a partir de 50 mg/L, não se observou a mesma tendência. Além disso, no efluente final da ETE (Figura 4.b) e dose de 10 mg/L, o cloreto férrico obteve baixo desempenho, retirando do efluente menos de 50% do fósforo. Entretanto, a partir de 25 mg/L, todos os coagulantes inorgânicos atingiram remoção superior a 99%.

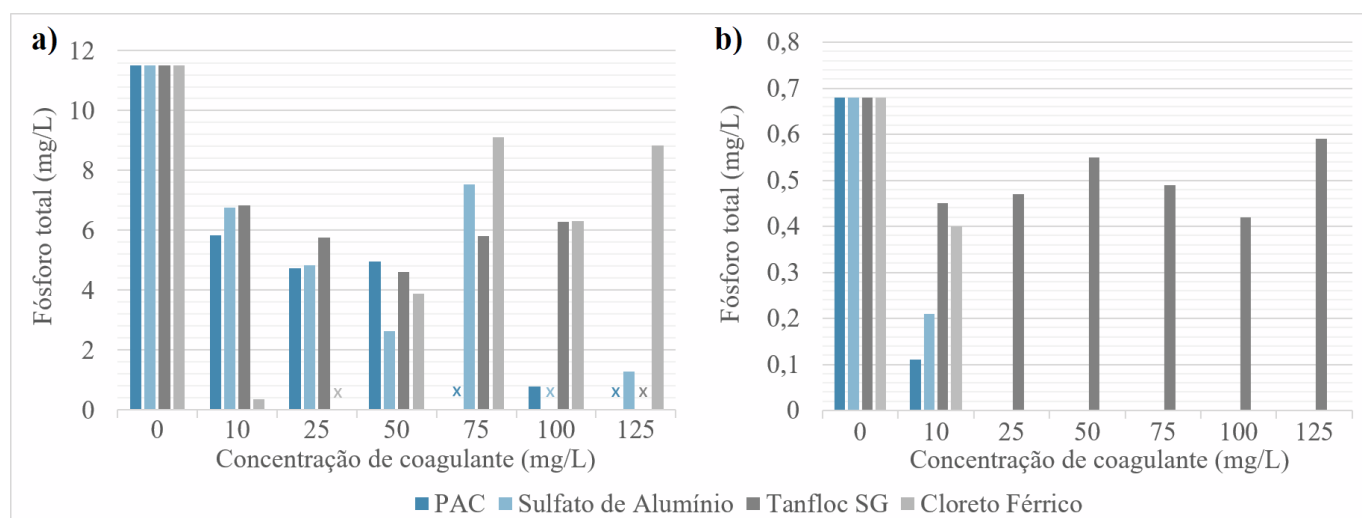


Figura 4 – Concentração de fósforo total do efluente bruto (a) e final da ETE (b) tratados com 10 a 125 mg/L dos diferentes coagulantes testados. Os resultados dos pontos assinalados com “x” não puderam ser determinados consistentemente até o momento

Cabe ressaltar que a legislação brasileira, que estipula limites de 1 a 4 mg/L, ainda é muito branda em relação à concentração máxima de fósforo permitida para descarga do efluente. Na China, o máximo tolerado é de 0,5 mg/L (ZOU; WANG, 2016), enquanto na Europa e nos Estados Unidos os limites podem chegar a 0,01 e 0,05 mg/L, respectivamente (KEELEY et al., 2016). Além disso, mais de 34 milhões de brasileiros não tem acesso à rede coletora de esgoto, sendo cerca de 6,3 milhões apenas na região sul do país (PNSB-IBGE, 2008). Portanto, não só há a tendência do limite de concentração de fósforo nos efluentes se tornar mais rigoroso nos próximos anos, como também o volume que precisará ser tratado pelas ETEs será superior, conforme os serviços de saneamento básico se tornam disponíveis às populações mais vulneráveis, atualmente sem acesso. Nesse contexto, apenas o tratamento do efluente final com coagulantes inorgânicos e em doses a partir de 25 mg/L foi plenamente satisfatório. Em menor grau, pode-se também destacar a atuação do PAC e do sulfato de alumínio, no efluente bruto, nas doses altas de 100 e 125 mg/L, respectivamente.

3.4 Diferenças entre o efluente bruto e o efluente final da ETE

Algumas diferenças fundamentais podem ser destacadas no tratamento do efluente bruto e final da ETE. Enquanto, no efluente final, altas taxas de remoção foram atingidas com todos os coagulantes inorgânicos em dose a partir de 25 mg/L, feito semelhante no esgoto bruto (remoção >90%) só foi observado aplicando PAC e sulfato de alumínio em doses elevadas. O Tanfloc SG foi o produto com menor eficiência global e performou melhor no efluente bruto, ao qual seu uso é realmente mais indicado. Na Figura 5, os quatro coagulantes foram classificados qualitativamente pelos seus desempenhos nos parâmetros avaliados; quanto maior a área do polígono, mais vantajoso é o coagulante, de forma geral. Entretanto, isso não significa que, em cenários específicos, alguma das substâncias com pior avaliação não possa se mostrar superior às demais.

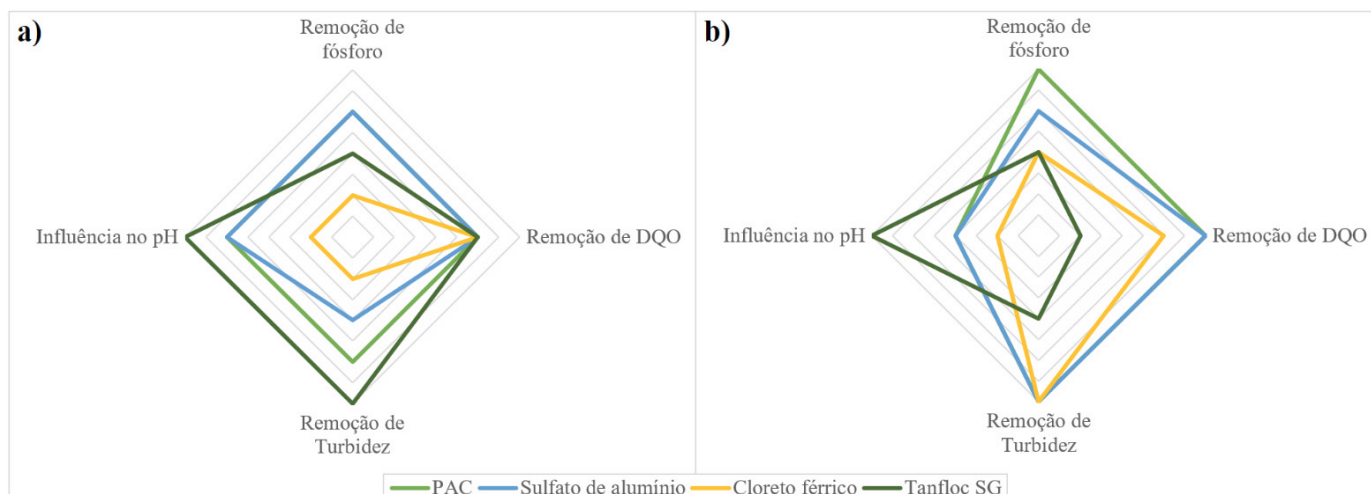


Figura 5 – Desempenho de cada coagulante no efluente bruto (a) e final da ETE (b) em cada um dos parâmetros avaliados. Nota maior representa melhor desempenho – no caso da influência no pH, quanto menor a alteração, maior a nota

É evidente o melhor desempenho global, em termos de remoção de fósforo, do tratamento no efluente final da ETE, quando comparado ao bruto, e o destaque geral do PAC e do sulfato de alumínio, ambos vastamente já empregados ao tratamento de efluentes. Entretanto, esses coagulantes adicionam alumínio ao lodo formado, dificultando seu tratamento e disposição final. Isso porque o cátion metálico $Al^{3+}_{(aq)}$ é muito reativo biologicamente, não essencial e tóxico e, apesar de raramente provocar danos de forma aguda, pouco se sabe sobre sua toxicidade crônica (EXLEY, 2016). Além disso, a segunda causa mais comum de toxicidade em plantas é devido ao excesso de alumínio, perdendo apenas para o excesso de salinidade (VITORELLO; CAPALDI; STEFANUTO, 2005). Como o alumínio se torna ainda mais tóxico em pH baixo (YANG et al., 2015), o Tanfloc SG pode ser uma interessante alternativa, por ser um polímero orgânico e o que menos influenciou no pH. Apesar de não se destacar na remoção de fósforo, é possível que possa ser utilizado em combinação com outros coagulantes inorgânicos a fim de reduzir o conteúdo metálico remanescente no lodo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Até o momento, em decorrência da quarentena de enfrentamento à epidemia de COVID-19, foi necessário suspender temporariamente as coletas, de forma que o número de amostras obtidas impossibilitou a realização de análise estatística apropriada. Entretanto, repetições e novos ensaios serão realizados assim que possível. Planeja-se dar sequência aos experimentos, aumentando o número amostral, para que se possa validar estatisticamente os resultados obtidos; estreitar o intervalo de dosagem nos pontos de maior interesse para cada substância; testar outros coagulantes e misturas de coagulantes; e elaborar planilhas, com o custo de cada composto químico, para auxiliar na escolha de cada tratamento também com base no custo-benefício.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos Departamentos Municipal de Água e Esgotos (DMAE) de Porto Alegre, pela colaboração para obtenção das amostras; à Tanac pelo envio, isento de custos, de uma amostra de Tanfloc SG; às agências de fomento, a Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), a Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FAURGS), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); e a todos os técnicos e funcionários do Laboratório de Desenvolvimento Tecnológico (LADETEC) e do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS, cujo trabalho foi essencial para viabilizar esta pesquisa.

Os autores declaram ausência de conflito de interesses.

Referências

- APHA, 1998. Standard Methods for the examination of water and waste water. **American Public Health Association**. 4500-P PHOSPHORUS, 2017.
- APHA, 1998. Standard Methods for the examination of water and waste water. **American Public Health Association**. 5220 CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD), 2017.
- ARAGONÉS-BELTRÁN, P.; MENDOZA-ROCA, J.A.; BES-PIÁ, A.; GARCÍA-MELÓN, M.; PARRA-RUIZ, E. Application of multicriteria decision analysis to jar-test results for chemicals selection in the physical-chemical treatment of textile wastewater. **Journal of Hazardous Materials**, v. 164, p.288-295, 2009.
- CONSEMA, Resolução nº 355/2017, de 13 de julho de 2017, do Conselho Estadual do Meio Ambiente-CONSEMA. "Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul". Publicada no **Diário Oficial Eletrônico do Estado do Rio Grande do Sul** em 19/07/2017, Porto Alegre, RS.
- Coordenação de População e Indicadores Sociais. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008 (PNSB). **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 1ª ed., p.29, 2010.
- DE QUEVEDO, C.M.G.; PAGANINI, W.S. Management of phosphorus in water: case study of the Tietê River, Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 6, p.902-917, 2017.
- EXLEY, C. The toxicity of aluminum in humans. **Morphologie**, v. 100, n. 329, p.51-55, 2016.
- HUDSON JR., H.E.; WAGNER, E.G.; 1981. Conduct and uses of jar tests. **Journal American Water Works Association**, v. 73, n. 4, p.218-223, 1981.
- JIANG, J. The role of coagulation in water treatment. **Current Opinion in Chemical Engineering**, v. 8, p.36-44, 2015.
- KEELEY, J.; SMITH, A.D.; JUDD, S.J.; JARVIS, P. Acidified and ultrafiltered recovered coagulants from water treatment works sludge for removal of phosphorus from wastewater. **Water Research**, v. 88, p.380-388, 2016.
- KRUMPELMAN, B.W.; DANIEL, T.C.; EDWARDS, R.W.; MCNEW, R.W.; MILLER, D.M. Optimum coagulant and flocculant concentrations for solids and phosphorus removal from pre-screened dairy manure. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 21, n. 1, p.127-135, 2005.
- LEA, W.L.; ROHLICH, G.A.; KATZ, W.J. Removal of phosphates from treated sewage. **Sewage and Indus-**



trial Wastes, v. 26, n. 3, p.261-275, 1954.

MOURAD, D.; VAN DER PERK, M. Modelling nutrient fluxes from diffuse and point emissions to river loads: the Estonian part of the transboundary Lake Peipsi/Chudskoe drainage basin (Russia/Estonia/Latvia). **Water Science and Technology**, v. 49, n.3, p.21-28, 2004.

MUKHERJEE, A.; RAICHUR, A.; MODAK, J.M.; NATARAJAN, K.A. Mechanisms for solubilization of cobalt, copper and nickel from Indian Ocean nodules at near neutral pH by a marine isolate. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 31, n. 10, p.462-468, 2004.

QUEIROZ, F.B.; SILVA, J.C.; AQUINO, S.F.; COUTRIM, M.X.; AFONSO, R.J.C.F. Determination of endocrine disrupters and pharmaceuticals in sewage samples by tandem solid phase clean up/extraction and high performance liquid chromatography-negative and positive electrospray high-resolution mass spectrometry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 25, n. 2, p.298-312, 2014.

SCHOLZ, R.W.; ULRICH, A.E.; ELITTÄ, M.; ROY, A. Sustainable use of phosphorus: A finite resource. **Science of the Total Environment**, v. 461-462, p.799-803, 2013.

VITORELLO, V.A.; CAPALDI, F.R.; STEFANUTO, V.A. Recent advances in aluminum toxicity and resistance in higher plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 1, p.129-143, 2005.

WARD, J.D.; SUTTON, P.C.; WERNER, A.D.; CONSTANZA, R.; MOHR, S.H.; SIMMONS, C.T. Is Decoupling GDP Growth from Environmental Impact Possible?. **PLoS One**, v. 11, n. 10, 2016.

YANG, K.; LI, Z.; ZHANG, H.; QIAN, J.; CHEN, G. Municipal wastewater phosphorus removal by coagulation. **Environmental Technology**, v. 31, n. 6, p.601-609, 2010.

YANG, M.; TAN, L.; XU, Y.; ZHAO, Y.; CHENG, F.; YE, S.; JIANG, W. Effect of low pH and aluminum toxicity on the photosynthetic characteristics of different fast-growing Eucalyptus vegetatively propagated clones. **PLoS One**, v. 10, n. 6, 2015.

ZOU, H.; WANG, Y. Phosphorus removal and recovery from domestic wastewater in a novel process of enhanced biological phosphorus removal coupled with crystallization. **Bioresource Technology**, v. 211, p.87-92, 2016.



CAPÍTULO 9

AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA O ROMPIMENTO DA UHE TUCURUÍ-PA

EVALUATION OF PROTECTIVE MEASURES AGAINST THE BREACH OF
HP TUCURUÍ-PA

Jaqueline Lima dos Santos

Elisbeth de Oliveira Pinto de Sousa

Juliene Cruz da Silva Araújo

Luiz Raí Coelho Vale

Raisa Rodrigues Neves

Resumo

O presente estudo aborda sobre as ações do plano de contingência que o município de Tucuruí possui em caso de rompimento da Usina Hidrelétrica (UHE) de Tucuruí. O objetivo do estudo consiste em pesquisar e apresentar o que há no plano de contingência municipal em caso de desastre do rompimento da barragem. A metodologia do estudo possui caráter qualitativo consiste em uma revisão de literatura. Através de coleta de dados buscou-se artigos, teses, dissertações e solicitação do plano de contingência junto a prefeitura municipal, em seguida os dados foram analisados através de leitura e interpretação das informações. Através da análise do Plano Diretor, informações da diretoria do Departamento de Defesa Civil do município e discussão da legislação vigente. Desta forma pode-se concluir que não são atendidas as legislações vigentes acerca do assunto, mais especificamente a Lei 12.983 de 2012.

Palavras chave: Barragem, Plano de Contingência, Plano Diretor.

Abstract

The present study addresses the actions of the contingency plan that the municipality of Tucuruí has in the event of a rupture of the Tucuruí Hydroelectric Plant (UHE). The aim of the study is to research and present what is in the municipal contingency plan in the event of a dam rupture disaster. The study methodology has a qualitative character and consists of a literature review. Through data collection, articles, theses, dissertations and request for the contingency plan were sought from the city hall, then the data were analyzed through reading and interpreting the information. Through the analysis of the Master Plan, information from the board of the Municipal Civil Defense Department and discussion of the current legislation. Thus, it can be concluded that the legislation in force on the subject is not met, more specifically Law 12,983 of 2012.

Key-words: Dam, Contingency Plan, Master plan.



1. INTRODUÇÃO

A construção de hidrelétricas é uma importante ação para geração de energia elétrica e auxílio ao desenvolvimento de uma região ou país. O Brasil por possuir grandes rios e bacias hidrográficas aproveita esse recurso natural para gerar energia através das usinas hidrelétricas, entretanto a construção desses empreendimentos gera inundação de áreas com diversidades em fauna, flora e cultural, acompanhado de riscos e possibilidades de rompimento do barramento podendo causar inundações e perigo para populações situadas a jusante da barragem (CASTRO, 2014; FEARNSSIDE, 2016; VALENCIO, 2010). Nesse sentido é necessário que haja planos de contingência e segurança de barragem afim de garantir medidas de proteção às comunidades mais vulneráveis no cenário de ruptura dessas grandes construções.

O presente estudo aborda sobre o plano de contingência que o município de Tucuruí possui em caso de rompimento da UHE Tucuruí, estado do Pará. Como o lago (a montante) possui um grande volume de água represada, as áreas a jusante possuem um risco considerável necessitando cuidados com a segurança das localidades. Desta forma um plano de contingência é fundamental para dar diretrizes que garantam a segurança da população da jusante, também chamado Baixo Tocantins.

Segundo Louzada (2018) na segurança de barragens há o dever de considerar a combinação de medidas estruturais e não estruturais para reduzir os riscos, pois não há a garantia de segurança absoluta. As medidas estruturais, segundo Fusaro e Melo (2015) são cuidados necessários para manter a estrutura estável, pois existem os riscos tecnológicos produzidos, como exemplo a abertura e fechamento das comportas, a integridade da estrutura de concreto, a produção de energia gerada pelos aparelhos eletromecânicos, infiltrações na estrutura de enrocamento, superação da cheia máxima de projeto. As medidas estruturais visam evitar esses problemas através de avaliações e inspeções permanentes, medições de instrumentos, manutenções e reparos na estrutura. (MEDEIROS, 2010).

As medidas não estruturais, segundo Medeiros (2010), consistem na segurança da população com a melhoria do sistema de informação sobre os riscos, sistemas de alertas, medidas sociais de amparo as famílias atingidas pelas enchentes, treinamento, planos de emergência e atualização dos destes.

Ainda segundo Brasil (2012) o poder público precisa planejar e adotar ações de proteção em eventos de ruptura de barragens. Cabe a União, Estados e Municípios atuar na prevenção de desastres, incluindo o rompimento de barragem. Diante disso, os gestores municipais devem estar preparados para atender a população em caso de rompimento dessas estruturas, minimizando perdas humanas e materiais. É necessário que haja uma gestão de riscos pela defesa civil municipal



através da elaboração do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON). Segundo o Ministério da Integração (MI, 2017) "A principal função de um plano de contingência é minimizar os danos materiais e humanos que um determinado evento pode provocar na região."

Neste plano é necessário formas de divulgação de protocolos de alerta e prevenção e especificar os cenários de risco, mapeamento das áreas susceptíveis ao desastre, previsão da população vulnerável e o plano de acionamento de autoridades e serviços de emergência. O plano precisa ser avaliado em audiência pública. (MI, 2017)

Diante da situação, o problema do estudo se faz pelo seguinte questionamento: Qual o plano de ação no município de Tucuruí em caso de rompimento da barragem? Para encontrar a resposta a essa questão é traçado o objetivo do estudo, que consiste em pesquisar e apresentar o que há no plano de contingência municipal em caso de desastre do rompimento da barragem.

O estudo se justifica, pois é necessário que haja um conhecimento sobre o plano de contingência no município, visto que este possui uma barragem que gera riscos a população conforme a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PN-PDEC). A relevância do estudo se dá pela análise da situação dos cuidados técnicos do município e além de buscar expor à toda a comunidade acadêmica e à sociedade a situação do plano de contingência de Tucuruí.

Desta forma serão analisados estudos, documentos para que haja um diagnóstico da realidade da segurança da barragem e das ações pertinentes ao poder público municipal quanto à prevenção da população. Com a análise será feita a discussão dos resultados para se chegar a uma conclusão da realidade local.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A metodologia do estudo possui caráter qualitativo e consiste em uma revisão de literatura. Segundo Gerhardt e Silveira (2009) a pesquisa qualitativa consiste no aprofundamento e compreensão sobre um determinado grupo social, de uma organização, de um assunto e outros. Este caráter de pesquisa busca analisar os fatos sem uma abordagem numérica, mas através da interpretação das informações de uma maneira subjetiva buscando o entendimento de fatores relacionados a uma determinada realidade.

O estudo em questão é referente ao PLANCON do município que possui uma das maiores usinas hidrelétricas do Brasil. Esta usina está localizada no sudeste do Pará, no Rio Tocantins, município de Tucuruí, estando à 300 km da capital Belém. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (2015), esta possui capacidade instalada de 8370 MW, produzindo 25,36% da energia entre as dez maiores usinas



hidrelétricas do país.

A UHE Tucuruí, de acordo com Araújo, Lopes e Pereira (2015 *apud* LOUZADA, 2018, p. 33), possui uma estrutura predominante de barragem de terra. O barramento é feito de concreto no centro do rio, que compõe casa de força, vertedouro e eclusas. Nas margens a estrutura é de terra e enrocamento, margem direita com 3,6 km e margem esquerda com 520 m de extensão. Próximo a UHE, na jusante do rio existem as áreas urbanas da Vila Permanente e a cidade de Tucuruí que fica a 6 km da usina. Além disso, há outros municípios à jusante que se localizam até a foz, próximo a cidade de Belém. A figura abaixo indica a localização da UHE Tucuruí.

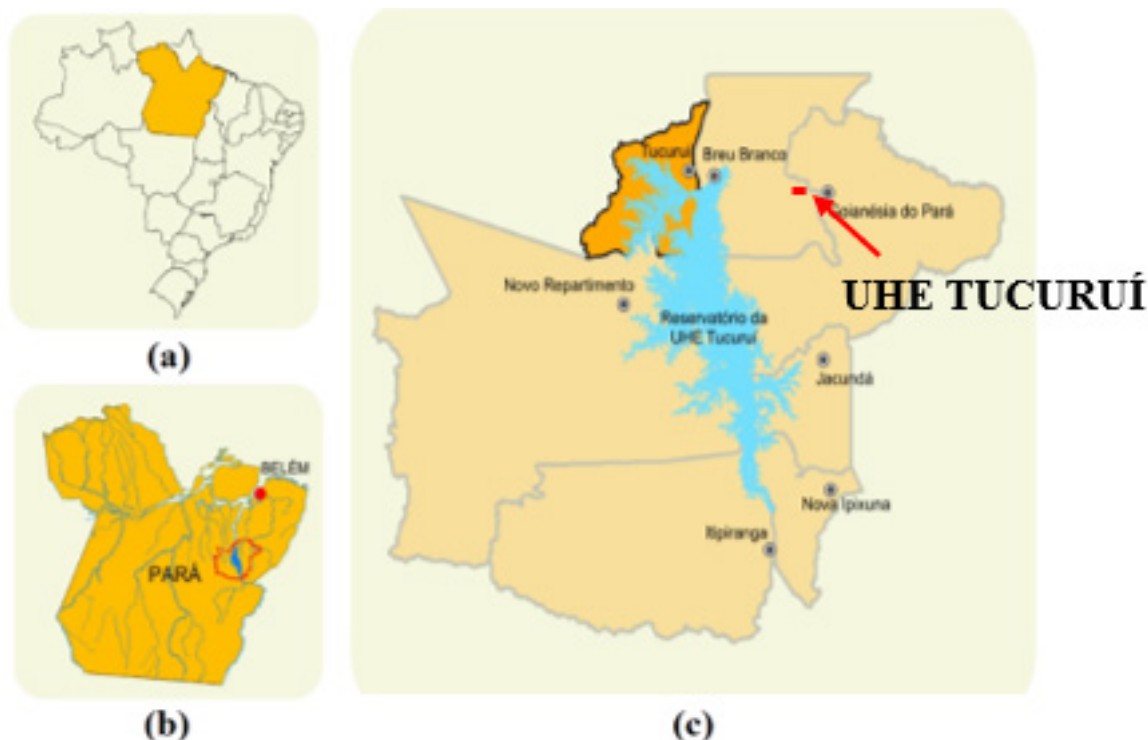


Figura 1 - Localização do município de Tucuruí. (a) Mapa do Brasil e a localização do estado do Pará, (b) Mapa do estado do Pará com a marcação da região do lago, (c) Municípios da região do entorno do lago do reservatório da UHE Tucuruí.

Fonte: (TUCURUÍ, 2006)

Através de coleta de dados realizada na internet buscou-se artigos, teses, dissertações para fazer o estudo de revisão bibliográfica sobre o assunto proposto. Para a verificação da situação do município foi feita uma solicitação formal através de ofício junto à prefeitura municipal, além da elaboração de questionário destinado ao diretor técnico da Defesa Civil. Em seguida os dados foram analisados através de leitura e interpretação das informações. O quadro a seguir sintetiza alguns dos estudos analisados.

Autor	Ano de publicação	Título do estudo	Tipo de Estudo
Brasil	2012	Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012	Lei Federal
Fearnside	2016	Tropical dams: To build or not to build?	Artigo
Louzada	2018	Segurança de barragens e governança de risco em hidrelétricas na Amazônia	Tese de Doutorado

Medeiros	2010	Os Desafios da Lei 168/2009 de Regulamentação de Segurança de Barragens – O Que Fazer para Mitigar os Riscos de Acidentes?	Artigo
Ministério da Intergração Nacional	2017	Noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos	Livro
Santos	2017	Análise Computacional do Rompimento Hipotético da Barragem de Tucuruí-PA com o auxílio do software MIKE FLOOD	Dissertação de Mestrado
Tucuruí	2006	Plano Diretor do Município de Tucuruí	Documento

Quadro 1 - Lista de alguns dos estudos coletados e analisados.
Fonte: dos autores

A análise dos documentos estudados foi organizada em quatro partes: 1) Referência internacional, 2) Legislação nacional – Estatuto das Cidades, 3) Plano de contingência de proteção e defesa civil, 4) O que o município apresenta como medidas de contingenciamento. Esses quatro itens compõe a organização das informações dos resultados e discussões apresentados no próximo tópico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Lei 12.608/2012 que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC determina que é dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios adotar às medidas necessárias à redução do risco de desastres (BRASIL, 2012). Desta forma, um dos empreendimentos que possui riscos de desastres são as barragens, por serem obras de grande porte e com vários fatores envolvidos, como é o caso da UHE de Tucuruí. A segurança da barragem afeta significativamente a segurança de vida, propriedade e ambiente ecológico ao redor da barragem (KANG e LI, 2020). No entanto, é dever do município de Tucuruí possuir medidas de segurança e ação emergencial caso um evento deste ocorra.

O rompimento de uma barragem ocasiona grandes inundações nas cidades ao redor, isso pode ser observado na simulação feita por Qi e Altinakar (2012) da barragem de Sinclair em Milledgeville, Georgia, através do Método Monte Claro de gerenciamento de inundações de barragens, no qual foi possível identificar que o número de mortes foi bastante alto quando feito uma suposição de falha repentina e completa de toda a barragem. No entanto, os autores afirmam que um estudo de caso mostrando a distribuição espacial de perda de vida, inundação e danos podem melhorar muito os processos de tomada de decisão para futuros planejamento de operações e gerenciamento de emergências. Da mesma forma, Li et al. (2020) também afirmam que os resultados da análise de simulação de ruptura de uma barragem fornecem uma referência importante para os projetistas projetarem as instalações de proteção em estruturas à jusante, bem como a posterior segurança, gestão, evacuação de acidentes e resgate de emergência.

Portanto, é de suma importância que o município de Tucuruí possua os dados de simulação da UHE Tucuruí, para que entendam a magnitude dos danos em casos de ruptura da barragem e elaborem ações emergenciais baseadas nessas informações. Resultados de uma simulação hipotética de ruptura da UHE Tucuruí são apresentados no estudo de Santos (2017), no qual se percebeu que em um período de uma hora e dez minutos após o início de ruptura atingiu grandes áreas de inundação (84,71 km²) afetando principalmente áreas à jusante do barramento. Nesse sentido, esses dados de simulação são importantes para que o município a partir das informações das possíveis áreas a serem inundadas, população atingida e grau do risco elabore o Plano de Contingência e Defesa Civil a fim de garantir a segurança da população, além da minimização dos impactos ambientais.

Porém, Wieland e Kirchen (2012) afirmam que para advertências e evacuação da população apenas um cenário de barragem é considerado em que se assume que a barragem falha instantaneamente, na qual o modo de falha crítica deve ser determinado pelo engenheiro da barragem, seguindo as diretrizes de segurança de barragens. No entanto, torna-se necessário que na elaboração das medidas de segurança do município em relação ao rompimento da barragem da UHE Tucuruí utilizem o pior cenário possível.

Vale ressaltar que um dos fatores que influenciam na segurança das barragens são as mudanças climáticas, que podem produzir condições fora dos critérios atuais de projeto de barragens (CHERNET, ALFREDSEN E MIDTTØMME, 2014). Desta forma, Louzada (2018) afirma que a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, além das incertezas climáticas, também apresenta outras particularidades como fatores de incremento aos riscos associados ao rompimento da barragem. Dentro destes aspectos, pode-se considerar a vulnerabilidade de acesso à própria hidrelétrica pela facilidade de circulação na crista da barragem, através da rodovia localizada em toda sua extensão (LOUZADA, 2018). Portanto, esses fatores são fontes de risco ao elemento estrutural, o que reforça a necessidade de adoção de medidas de segurança.

A utilização de ferramentas de tomada de decisão na avaliação de risco para segurança pública produz um resultado definitivo para a redução de risco de barragens, pois todas as barragens apresentam risco de falhas, porém esse risco é atenuado através de padrões de design de boas práticas durante a construção da barragem e também o monitoramento da barragem para estender sua vida e manter o risco o mais baixo possível. (CLOETE; RETIEFB; VILJOENC, 2016). No entanto é de suma importância que a empresa responsável pelo empreendimento realize as manutenções periódicas e que garantam a segurança pública do município onde a barragem está instalada através de uma avaliação e correções dos riscos de maneira eficaz.

A preocupação com a segurança em barragens também ocorre em vários outros países. Pisaniello e McKay (2007) apresentam modelos e diretrizes de política de segurança de barragens para evitar possíveis desastres devido à falha de barra-



gens privadas de pequeno porte na Austrália para alcançar sustentabilidade no armazenamento e uso seguro de água. Ainda segundo os autores, a garantia adequada só pode ser fornecida através da implementação de políticas apropriadas, que exigem o apoio dos legisladores. Portanto, todos os países, estados e municípios podem elaborar modelos e práticas de segurança para evitar desastres decorrentes de rompimentos de barragens, tanto no que tange às barragens de pequeno porte, barragens de terra, como as barragens hidráulicas de grande porte, pois apesar das barragens de grande porte serem projetadas com alto grau de especificidades e segurança, ainda existem riscos de falhas, ainda que em baixo grau.

3.1 Legislação no Brasil

A lei nº 12.334 de 2010 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens trata a respeito de quais medidas devem ser tomadas pelo empreendedor da barragem - segundo esta lei, o responsável legal pela segurança da barragem e quem deve atuar para garanti-la - ações que vão desde a fase de projeto até a desativação no sentido de promover sua segurança. De acordo com essa lei, na prefeitura de cada município impactado pela presença da barragem deve conter uma cópia do PAE – Plano de Segurança de Barragem, devendo este ser elaborado pelo empreendedor. Este mesmo fato é reiterado na Resolução Aneel 696/2015 que estabelece recomendações a partir da lei nº 12.334 de 2010 considerando empreendimentos de preponderância na geração de energia hidrelétrica.

A lei nº 10.257 de 2001, denominada de Estatuto da Cidade estabelece, em seu artigo 42-A, determinados parâmetros que o Plano Diretor dos municípios “com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos devem ter”, sendo eles:

I - parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a promover a diversidade de usos e a contribuir para a geração de emprego e renda; (...)

II - mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; (...)

III - planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre; (...)

IV - medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres; e (...)

V - diretrizes para a regularização fundiária de assentamentos urbanos irregulares, se houver, observadas a Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009, e demais normas federais e estaduais pertinentes, e previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, onde o uso habitacional for permitido. (...)

VI - identificação e diretrizes para a preservação e ocupação das áreas verdes



municipais, quando for o caso, com vistas à redução da impermeabilização das cidades.

A lei nº 12.340 de 2010 (com dados inseridos pela lei nº 12.983 de 2012) dispõe a respeito da obrigatoriedade de o município elaborar o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil, devendo este conter:

- I - indicação das responsabilidades de cada órgão na gestão de desastres, especialmente quanto às ações de preparação, resposta e recuperação;
- II - definição dos sistemas de alerta a desastres, em articulação com o sistema de monitoramento, com especial atenção dos radioamadores;
- III - organização dos exercícios simulados, a serem realizados com a participação da população;
- IV - organização do sistema de atendimento emergencial à população, incluindo-se a localização das rotas de deslocamento e dos pontos seguros no momento do desastre, bem como dos pontos de abrigo após a ocorrência de desastre;
- V - definição das ações de atendimento médico-hospitalar e psicológico aos atingidos por desastre;
- VI - cadastramento das equipes técnicas e de voluntários para atuarem em circunstâncias de desastres;
- VII - localização dos centros de recebimento e organização da estratégia de distribuição de doações e suprimentos

3.2 Plano de Contingência de proteção e Defesa Civil

Frente aos cenários de riscos produzidos por barragens, é responsabilidade do poder público municipal preparar um Plano de Contingência - PLANCON que é um mecanismo de planejamento de ações necessárias para diminuir ou mitigar os danos humanos e ambientais, facilitando as atividades de preparação para emergências e desastres, buscando otimizar as atividades de resposta aos desastres (MI, 2016).

Dentre os elementos básicos para a construção do PLANCON está a identificação do cenário do risco onde serão apresentadas as áreas de impacto potencial, visando a delimitação territorial do plano, e as populações vulneráveis, pretendo o dimensionamento de recursos para o seu atendimento. Considerando ainda como elementos básicos para elaboração do plano estão a definição do sistema de monitoramento e alarme, para que a população possa ser alertada a contento, e direcionada para as rotas de fugas e pontos de encontros também pré-estabelecidos no plano (MI, 2017). Segundo o Caderno de Orientações de para Apoio à Elaboração de Planos de Contingências Municipais para Barragens (MI, 2016), para as ações de contingenciamento deverão ser expostos no plano:

- Definição e dimensionamento dos meios de transporte e das rotas para



resgate da população nos pontos de encontro;

- Definição e dimensionamento dos locais de abrigo, atendimento médico-hospitalar e psicológico;
- Definição do plano de acionamento de autoridades e serviços de emergência municipais e/ou estaduais;
- Definição de responsáveis por cada fase do Plano, com a identificação clara dos recursos disponíveis, instituições envolvidas bem como de seus representantes.

Tendo o PLANCON concluído, faz-se necessário que o planejamento seja testado com a realização de simulados, alinhando a teoria com a prática, realizando-se a avaliação das ações planejadas e revisando o plano caso necessário. Não apenas na realização do simulado, mas em todo o processo de construção do plano é fundamental a participação da comunidade, que deverá aprovar o plano em Audiências Públicas, assim como em cada mudança que se fizer necessária no Plano de Contingência, como por exemplo em caso de mudança do cenário, novo simulado e nova Audiência Pública para validação do plano deverão ser convocados (MI, 2016).

É importante ressaltar a importância da elaboração de um plano de contingência municipal, como por exemplo, como o município pode atuar na ocorrência de inundações em decorrência da barragem, ou até atuar de forma preventiva. Qi e Altinakar (2012) cita que a proteção contra inundações pode ser alcançada através de várias estruturas medidas como diques, canais de desvio, reservatórios e medidas não estruturais, além do alerta de enchentes e evacuação em massa.

Louzada (2018) afirma que os gestores municipais precisam estar atentos aos efeitos adversos que podem ser ocasionados em sua localidade em função dos riscos associados às barragens de Hidrelétricas. Nesse sentido, a gestão de riscos e desastres realizada através da elaboração de um Plano de Contingência. Segundo Louzada (2018) neste Plano a principal função deste Plano é minimizar os danos materiais e humanos que determinado evento pode provocar, no qual devem possuir métodos de prevenção, alertas e ações emergenciais. As inundações são atividades que devem está previstas no Plano de Contingência Municipal relativos ao rompimento de uma barragem. No caso de Tucuruí, por possui populações ribeirinhas às margens do lado de Tucuruí e algumas regiões que já sofrem com esse problema de inundação nas cheias, são regiões que devem ser mapeadas para verificar como essas áreas serão atendidas, afim de minimizar os impactos do rompimento.

3.3 O que o município apresenta como medidas de contingenciamento?

Para averiguar quais medidas o município possui em caso de rompimento da UHE foram analisados o Plano Diretor Municipal e foi solicitado a prefeitura municipal o Plano de Contingência para rompimento de barragem.

O Plano Diretor do Município de Tucuruí é do ano de 2006, e não passou por atualização desde então. Nele constam várias informações do município como o histórico local, localização, acessibilidade e transporte, aspectos físicos e ambientais, território municipal, estrutura urbana, aspectos sociais, aspectos institucionais, dinâmica econômica, além de propostas para o desenvolvimento econômico, social, urbanístico, ocupação do solo, sistema de informação, e mecanismos de monitoramento e avaliação das medidas presentes no Plano Diretor. (TUCURUÍ, 2006)

No que tange a medidas de segurança da população em caso de rompimento da barragem não há no Plano Diretor do município um capítulo referente a essas medidas. O que existe no Plano Diretor relacionado aos efeitos causadas pela operação da barragem é o apoio a população que reside em bairros as margens do Rio Tocantins que nas épocas das cheias, dezembro a maio, é afetada pela elevação do nível do rio, devido a abertura das comportas do vertedouro da UHE.

Praticamente toda a orla do rio Tocantins está sujeita às enchentes sazonais deste curso d'água. Nesta faixa, conforme registros da Eletronorte, de 1985 a 2006, as águas atingiram as cotas 12m, 14m e 16m acima do nível do mar. As águas atingem o centro histórico de Tucuruí – Matinha e os bairros da Jaqueira, Mangal e Beira Rio, áreas que devem ser objeto de estudos posteriores, visando minimizar o impacto das cheias. (TUCURUÍ, 2006)

Como medidas para minimizar os impactos das cheias o Plano Diretor Municipal propõe no tópico 5) Ordenamento Territorial, sub-tópico 5.3.3) Projetos Especiais, página 148, estudos especiais para a orla do rio Tocantins. Nesse sentido o documento propõe "Área destinada a estudo, projeto e implementação de solução para evitar o impacto das cheias do rio Tocantins sobre as comunidades que ali habitam, bem como, para ordenar a ocupação urbana de modo a garantir segurança e infra-estrutura urbana." (TUCURUÍ, 2006, p. 148)

A área que compreende desde os bairros da Matinha até o Beira Rio, é atingida por periódicas inundações causadas pela elevação da cota do Rio Tocantins desde às margens até a cota 16, e elevação dos igarapés Santos e Santana. Para essas áreas são estabelecidas as diretrizes: 1) avaliação da ocupação existente por intermedio de estudos de riscos para permanência de áreas residenciais nos locais afetados por enchentes; 2) Análise do comportamento do rio para avaliar a intensidade e a periodicidade das cheias. (TUCURUÍ, 2006)

Os estudos sobre o comportamento do rio e a avaliação da ocupação residen-



cial nesses bairros dá base às medidas do poder público municipal:

Com base no estudo realizado, deve ser elaborada proposta de modo participativo, envolvendo a comunidade local, para propor soluções de remoção ou manutenção das habitações, considerando a segurança e a salubridade do ambiente como condicionantes, de modo a atender a comunidade que subsiste da atividade extrativista ribeirinha. O projeto urbanístico a ser realizado e implantado para a orla do rio Tocantins, além ter como objetivo minimizar a ação das cheias, deve valorizar paisagisticamente os diversos bairros situados ao longo da orla, respeitando as suas tradições socioculturais e econômicas. (TUCURUÍ, 2006)

De acordo com Tucuruí (2006), as medidas propostas no Plano Diretor, também abrangem ao cuidado do patrimônio histórico da cidade, visto que os prédios e residências antigas estão na área de risco de enchentes, pois foram os bairros pioneiros na cidade, para isso são adotadas diretrizes de projetos que minimizem os impactos das enchentes, além de revitalizar prédios e espaços públicos para manutenção da memória histórica. A figura 2, exibe as cotas de risco de enchentes nas épocas de cheias do Rio Tocantins.



Figura 2 - Áreas de risco de enchentes nos bairros do cais de Tucuruí destinadas a estudos para medidas de proteção a população e de sua memória histórica.

Fonte: adaptado de Tucuruí (2006, p. 149)

Diante da análise do Plano Diretor Municipal e constatando que o mesmo não apresenta um Plano de Contingência em caso de rompimento da barragem, foi solicitado a Defesa Civil o referido documento, através de ofício. Ao dialogar o Diretor Técnico do setor, foi verificado que o município não possui um Plano de Contingência, porém o documento está em fase de elaboração. Devido a isso, foi feito um questionário sobre o que o Plano deverá contemplar.

Corroborando com essa informação o estudo de Louzada (2018, p. 20), em que se afirma que o município não possui Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil em caso de colapso da barragem. Além disso, é evidenciado que há ausência de canais de comunicação e falta de espaço para o envolvimento da população no processo de governança de risco, além disso há uma limitação da contribuição social e fragilidade nas tomadas de decisão, aos moldes da governança de risco.

(LOUZADA, 2018, p.7)

O questionário foi composto por 19 perguntas abrangendo as informações pertinentes ao PLANCON, como etapa de elaboração do documento, medidas utilizadas, apoio à população, simulação de cenários e outros. Após o protocolo formal da solicitação na prefeitura, o Diretor Técnico da defesa civil do município respondeu ao questionário, no mês de maio de 2020, sobre o que está sendo desenvolvido quanto ao contingenciamento. As questões e as respostas estão abaixo.

1. Em que etapa está a elaboração do Plano de Contingência de Tucuruí?

R: *"No momento estamos na etapa de estudo técnicos do P.A.E juntos com as equipes da Eletronorte, Defesa Civil Estadual/Municipal e Corpo de Bombeiro Militar."*

2. Quais as principais medidas que o Plano de Contingência de Tucuruí deverá conter?

R: *"A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) estabelece que a proteção e defesa civil em todo o território nacional abrange as ações de:*

Prevenção – Medidas e atividades prioritárias, anteriores à ocorrência do desastre, destinadas a evitar ou reduzir a instalação de novos riscos de desastres;

Preparação – Medidas e atividades, anteriores à ocorrência do desastre destinadas a otimizar as ações de resposta e minimizar os danos e as perdas decorrentes do desastre;

Mitigação – Medidas e atividades imediatamente adotadas para reduzir ou evitar as consequências do risco de desastre;

Resposta – Medidas emergenciais, realizadas durante ou após o desastre, que visam ao socorro e à assistência da população atingida e ao retorno dos serviços essenciais;

Recuperação – Medidas desenvolvidas após o desastre para retornar à situação de normalidade, que abrangem a reconstrução de infraestrutura danificada ou destruída, e a reabilitação do meio ambiente e da economia, visando ao bem-estar social."

3. Qual a previsão para o término da elaboração do Plano de Contingência de Tucuruí?

R: *"Devido o momento que vivemos devido a pandemia pelo no corona vírus*



Covid19 não temos uma data específica para o término do PLACOM, visto que muitos dos integrantes das equipes técnicas estão afastado por motivo de contaminação do vírus, mas dentre em breve teremos uma data específica."

4. O que existe hoje em Tucuruí de prevenção em caso de rompimento da Barragem?

R: *"No momento não existe nenhum plano de contingência referente a este desastre, pois a Defesa Civil está trabalhando este plano deste do ano da sua reestruturação."*

5. Existe algum plano de ação preliminar neste sentido?

R: *"Não."*

6. Quais as possíveis áreas de alagamento em Tucuruí?

R: *"Bairros Matinha, Mangal, Beira Rio, Getat (Sapolanidas), são afetados diretamente e indiretamente pela enchente do rio Tocantins os Bairros Luz e Liberdade (Vila Peniel), Santa Isabel (Lagoa), Getat são afetados pelas enxurdas."*

7. Como será o sistema de alarme?

R: *"Segundo informado no PAE será através de sirenes estaladas em pontos estratégicos, mas também poderá se utilizar todos os meios de comunicação existente no município."*

8. Como será a informação à população no caso de rompimento da barragem?

R: *"Informado no PAE será através de sirenes estaladas em pontos estratégicos, mas também poderá se utilizar todos os meios de comunicação existente no município."*

9. O processo de simulação faz parte das medidas utilizadas para elaboração do plano?

R: *"Sim!"*

10. Uma possível ponte para tirar o tráfego da usina faz parte do Plano de Contingência de Tucuruí?

R: *"A resposta a essa pergunta se dará após a conclusão do PLACOM."*

11. Em caso de pós rompimento, quais serão as medidas presentes no Plano de Contingência de Tucuruí no sentido de atender à população?



R: *"A resposta a essa pergunta se dará após a conclusão do PLACOM."*

12. Como devem ser feitas as audiências públicas relacionadas ao Plano de Contingência de Tucuruí?

R: *"Assim que o PLACOM estiver concluído será apresentado as autoridades municipais e demais autoridades do município como também a toda população Tucuruense em um local que comporte todos os interessados no plano, será ouvido os representantes e a população em relação ao PLACOM."*

13. Já há um recurso orçamentário para a implementação do Plano de Contingência de Tucuruí?

R: *"A resposta a essa pergunta se dará após a conclusão do PLACOM."*

14. Quais seriam as medidas de comunicação em relação aos municípios à jusante da barragem, que também seriam atingidos pelo rompimento da barragem de Tucuruí?

R: *"Segundo informado no PAE será através de sirenes estaladas em pontos estratégicos, mas também poderá se utilizar todos os meios de comunicação existente no município."*

15. Qual a participação da população no processo de elaboração do Plano de Contingência de Tucuruí?

R: *"A participação da população é fundamental para auxiliar os técnicos nas informações necessárias, visto que a população mais (mais velhos) tem bastante informações para contribuir na elaboração do PLACOM."*

16. Porque o município de Tucuruí ainda não possui um Plano de Contingência?

R: *"1. Por falta de interesse dos gestores passados;*

2. Acreditamos que por falta de conhecimento técnico sobre o assunto de gestores passados;

3. E falta de cobrança mais intensa da população."

17. Quais os maiores entraves para a elaboração do Plano de Contingência de Tucuruí?

R: *"Por ser um plano de alta complexidade e por envolver todas as classes do município, o trabalho se torna mais árduo devido as múltiplas vias de pensamentos que todos apresentam em relação ao PLACOM."*



18. Quais as medidas de indenização são previstas para à população no caso do rompimento da barragem de Tucuruí?

R: *"A resposta a essa pergunta se dará após a conclusão do PLACOM."*

19. Como será feita a fiscalização para a aplicação das medidas previstas no plano, quando este estiver concluído?

R: *"A resposta a essa pergunta se dará após a conclusão do PLACOM."*

As respostas do Diretor Técnico mostram ainda uma indefinição em alguns aspectos do futuro PLANCON de Tucuruí, tais como a construção de uma ponte para retirar o tráfego de veículos que passa sobre a usina hidrelétrica, as medidas para atender a população em caso de rompimento da barragem, o orçamento para implementação do plano, as medidas de indenização em caso de desastre, e como será a fiscalização das medidas preventivas e de mitigação. Nas perguntas referentes a essas indefinições a resposta foi sempre *"A resposta a essa pergunta se dará após a conclusão do PLACOM"*.

Algumas informações preocupantes recolhidas no questionário é a ausência de qualquer plano de proteção e prevenção da população em caso de desastre, mesmo que em caráter preliminar ou provisório, não há o mínimo de planejamento para essa pauta. Além disso, conforme a resposta da questão número 16, segundo o profissional a falta de interesse dos gestores públicos e até mesmo de conhecimento técnico destes, são motivos para o município ainda não possuir um PLANCON. Agrava ainda mais o fato de a população não cobrar ou não se preocupar com um possível colapso da barragem.

Como a UHE Tucuruí existe desde 1974, quando iniciaram as obras, (FIOCRUZ, 2014), e desde então o município não possui um PLANCON, há indícios que as esferas federal e estadual não possui uma fiscalização ou apoio eficaz dos municípios quanto a elaboração e atualização periódica do documento.

"Aos Estados e União cabe a função de apoiar a execução local, a exemplo da criação, pelo governo federal, de um módulo específico de registro dos planos no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres" (MI, 2017). Como as esferas estaduais e federais devem apoiar a execução local (municipal) é necessário um rigor maior de cobrança para que os municípios desenvolvam esses Planos quando for o caso para promover a segurança.

Quanto ao andamento da elaboração do plano é relatado que estão sendo feitos estudos técnicos em parceria com equipes de bombeiros militares, Eletrobrás Eletronorte e Defesa Civil estadual e municipal. Não há previsão para o término do plano devido aos entraves citados devido a pandemia do SARS-CoV-2 (COVID-19). Nas respostas é previsto audiência pública envolvendo a sociedade e autoridades para apresentar e discutir o plano, conforme MI. Como estão sendo feitos estudos

técnicos e foi exposto anteriormente que existem indefinições em alguns aspectos há indícios da necessidade de mais estudos técnicos e a definição dessas questões.

Como áreas de risco são citados os bairros mais próximos ao Rio Tocantins, sendo os mesmos citados no Plano Diretor Municipal durante as enchentes sazonais devido a vazão periódica da UHE. Além disso, são citados bairros afetados de forma indireta como Santa Izabel, Getat, e Luz e Libertadade. Não foi citada alguma área de risco na Vila Permanente. Está previsto sistema de alertas através de sirenes em pontos estratégicos da cidade, bem como o uso de meios de comunicação local para informar a população, isso também se aplica aos demais municípios localizados a jusante da barragem, conforme citado.

4. CONCLUSÕES

Tendo em vista o objetivo de apresentar o Plano de Contingência, foi notado que o município de Tucuruí não o possui concluído e o Plano Diretor não apresenta medidas de contingenciamento para caso de rompimento do barramento da UHE Tucuruí, apresentando apenas medidas de apoio à população que são afetadas pelos períodos de cheia. Apesar da Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, instituir a obrigatoriedade da elaboração do Plano de Contingência com o prazo de conclusão de um ano após a promulgação desta, o plano não foi concluído devido às dificuldades encontradas principalmente no tocante a complexidade do plano e todos os atores envolvidos.

Sugere-se que para a elaboração do plano o Estado intensifique o apoio principalmente na conscientização dos gestores quanto a sua importância e a União com seus profissionais nas instituições acadêmicas sejam convidados a participar desta construção. Além disso, em relação ao plano diretor do município torna-se necessário a atualização do mesmo conteúdo os parâmetros impostos pela Lei 10.257 de 2001.

O apoio da população na construção deste plano é de suma importância, desta forma é viável instigar e fomentar a população na participação da elaboração do plano, com informações à cerca do atual cenário e sua responsabilidade de cobrança de atuação do poder público. Este esclarecimento à população poderá ser realizado com a participação do meio acadêmico através de palestras, eventos acadêmicos, workshops, entrevistas em meios televisivos e panfletos nas comunidades de áreas de risco.



Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2015. **Dez maiores hidrelétricas respondem por 28,9% da capacidade instalada brasileira**. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/> >. Acesso em: 04 abr 2020.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNP-DEC. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2012.

_____. Lei nº 12.340, de 01 de dezembro de 2010. Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010**.

CASTRO, E. M. R. de, ALONSO, S., NASCIMENTO, S.M., CARRERA, L., Corrêa, S. A. **Hidrelétricas na Amazônia e dilemas da sociedade**. Papers do NAEA, 14, p. 1-21, 2014.

CHERNET, Haregewoin H.; ALFREDSEN, Knut; MIDTTØMME, Grethe H. Safety of hydropower dams in a changing climate. **Journal of Hydrologic Engineering**, v. 19, n. 3, p. 569-582, 2014.

CLOETE, G. C.; RETIEF, J. V.; VILJOEN, C. A rational quantitative optimal approach to dam safety risk reduction. **Civil engineering and environmental systems**, v. 33, n. 2, p. 85-105, 2016.

FEARNSIDE, P. **Tropical dams: To build or not to build?** Science, 351, p.456-457, 2016.

FIOCRUZ. **Mapa de conflitos envolvendo injustiça ambiental e saúde no Brasil**. 2014. Disponível em: <

<http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/?conflito=pa-atingidos-por-barragens-indigenas-quilombolas-e-comunidades-tradicionais-de-tucurui-lutam-por-seus-direitos> >. Acesso em: 21 mai. 2020.

FUSARO, T. C.; MELO, A. V. **Avaliação de Métodos de Análise de Riscos aplicados a Barragens**. In: XXX Seminário Nacional de Grandes Barragens, 2015, Foz do Iguaçu. XXX Seminário Nacional de Grandes Barragens, 2015. Anais... Foz do Iguaçu, 2015.

ERHARDT, T. E.2009. **Métodos de pesquisa**. UFGRS Editora, pp. 31-32.

KANG, Fei; LI, Junjie. Displacement Model for Concrete Dam Safety Monitoring via Gaussian Process Regression Considering Extreme Air Temperature. **Journal of Structural Engineering**, v. 146, n. 1, p. 05019001, 2020.

LI, S., YUAN, L., YANG, H., AN, H., & WANG, G. **Tailings dam safety monitoring and early warning based on spatial evolution process of mud-sand flow**. Safety Science, v. 124, p. 104579, 2020.

MEDEIROS, C.H de A.C. **Os Desafios da Lei 168/2009 de Regulamentação de Segurança de Barragens – O Que Fazer para Mitigar os Riscos de Acidentes?** In: VII Simpósio sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, 2010, São Paulo. Anais..., São Paulo: CBDB, 2010.

MI - MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos**. Brasília: MI, 2017, 98p.

_____. **Módulo de Formação Elaboração de Plano de Contingência Livro Base**. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD/MI: Brasília, 2017. 64p.

_____. **Orientações para apoio à elaboração de planos de contingência municipais para barragens**. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD/MI: Brasília, 2016. 33p.

LOUZADA, Aline Furtado. **Segurança de barragens e governança de risco em hidrelétricas na Amazônia**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará, 2018.

PISANIELLO, John D.; MCKAY, Jennifer. A tool to aid emergency managers and communities in appraising private dam safety and policy. **Disasters**, v. 31, n. 2, p. 176-200, 2007.

QI, Honghai; ALTINAKAR, Mustafa S. GIS-based decision support system for dam break flood management



under uncertainty with two-dimensional numerical simulations. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 138, n. 4, p. 334-341, 2012.

SANTOS, M. B. dos. **Análise Computacional do Rompimento Hipotético da Barragem de Tucuruí-PA com o auxílio do software MIKE FLOOD**. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental) – Núcleo de Desenvolvimento Amazônia em Engenharia, Universidade Federal de Pará. Tucuruí, 2017.

TUCURUÍ. 2006. **Plano Diretor do Município de Tucuruí**. Tucuruí, p. 236.

VALENCIO, N., SIENA, M., MARCHESINI, V., GONÇALVES, J. C. (Orgs.). **Sociologia dos desastres - construção, interfaces e perspectivas no Brasil (vol. II.)**. São Carlos: Rima Editora, 2010.

WIELAND, M.; KIRCHEN, G. F. Long-term dam safety monitoring of Punt dal Gall arch dam in Switzerland. **Frontiers of Structural and Civil Engineering**, v. 6, n. 1, p. 76-83, 2012.



CAPÍTULO 10

CRESCIMENTO DO FEIJÃO-CAUPI COINOCULADO COM BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS E SUBMETIDO AO ESTRESSE SALINO

GROWTH OF COWPEA COINOCULATED WITH ENDOPHYTIC BACTERIA
AND SUBMITTED TO SALINE STRESS

Maria dos Remédios da Silva Andrade

João Pedro Alves Aquino

Francisco Barbosa de Macêdo Júnior

Jadson Emanuel Lopes Antunes

Sandra Mara Barbosa Rocha

Louise Melo de Souza Oliveira

Resumo

O feijão-caupi é uma cultura que apresenta importância social e econômica para a região Nordeste, porém a sua produtividade nessa região é baixa e um dos responsáveis por esse resultado é a salinização dos solos e da água. Atualmente, microrganismos vêm sendo utilizados para auxiliar o crescimento vegetal em ambientes adversos ao desenvolvimento vegetal, como nos ambientes salinos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de um isolado rizobiano, co-inoculado com bactérias endofíticas quanto ao seu potencial de promoção de crescimento e sua interação com feijão-caupi em condições de salinidade. Para este estudo, foi realizado um teste de tolerância a salinidade em placas de Petri, onde as bactérias foram submetidas a concentrações de 0; 2,5; 5,0; 10,0; 20,0; 40,0; 50,0 e 60,0g L⁻¹ de NaCl. Em seguida, as bactérias que cresceram normalmente passaram por um teste de antagonismo *in vitro*, para observar a ocorrência de sinergismo entre elas. Posteriormente o feijão-caupi foi inoculado com as bactérias sinérgicas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x3, onde o fator um corresponde ao rizóbio co-inoculado com as três promotoras, mais a uma testemunha absoluta (N-) e, uma testemunha nitrogenada (N+), o segundo fator corresponde aos três níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai0= 0,55; CEai1= 3,20; CEai2= 6,40, em dS m⁻¹). De forma geral os resultados evidenciaram que a salinidade afetou negativamente todas as variáveis estudadas, entretanto, o isolado 06 coinoculado com a bactéria IPA-CC 06, conseguiu mitigar alguns dos efeitos desse estresse.

Palavras chave: Coinoculação, Promoção de crescimento vegetal, Salinidade.

Abstract

Cowpea is a crop that has social and economic importance for the Northeast region, but its productivity in this region is low and one of those responsible for this result is the salinization of soils and water. Currently, microorganisms have been used to assist plant growth in environments adverse to plant development, such as saline environments. Thus, the present study aimed to evaluate the response of a rhizobian isolate, co-inoculated with endophytic bacteria as to its growth promotion potential and its interaction with cowpea under salinity conditions. For this study, a salinity tolerance test was performed in Petri dishes, where the bacteria were subjected to concentrations of 0; 2.5; 5.0; 10.0; 20.0; 40.0; 50.0 and 60.0g L⁻¹ of NaCl. Then, the bacteria that grew normally underwent an antagonism test *in vitro*, to observe the occurrence of synergism between them. Subsequently, cowpea was inoculated with synergistic bacteria. The experimental design used was completely randomized in a 5x3 factorial scheme, where factor one corresponds to the rhizobium co-inoculated with the three promoters, plus an absolute control (N-) and, a nitrogenous control (N +), the second factor corresponds at the three levels of electrical conductivity of irrigation water (CEai0 = 0.55; CEai1 = 3.20; CEai2 = 6.40, in dS m⁻¹). In general, the results showed that salinity negatively affected all the variables studied, however, isolate 06, coinoculated with the bacterium IPA-CC 06, managed to mitigate some of the effects of this stress.

Keywords: Coinoculation; Growth promotion vegetable; Salinity.



1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa que apresenta elevado valor proteico, boa capacidade de adaptação a diferentes tipos de solos, sendo cultivado principalmente, nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil (SILVA et al., 2006). A região Nordeste abriga mais de 80% da área cultivada dessa cultura sendo, entretanto, a região Centro-Oeste a mais produtiva, com uma produtividade média de 1.098 kg ha⁻¹ (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018).

A baixa produtividade da região Nordeste, 390 kg ha⁻¹, diante dos demais centros produtores é ocasionada por fatores como seca prolongada, baixo nível tecnológico empregado e salinidade do solo e da água, sendo estes últimos a problemática mais frequente, principalmente nas regiões semiáridas nordestinas (LIMA JR; SILVA, 2010).

A salinização do solo é um processo caracterizado pelo aumento gradual dos níveis de concentração de sais, como os cloretos, sulfatos e carbonatos de Na⁺, Ca⁺, Mg⁺ e K⁺. Ela pode ocorrer de forma primária, sem interferência antrópica, através da insuficiência ou irregularidade de chuvas, das temperaturas elevadas e da evaporação intensa, ou secundária por meio do uso incorreto de fertilizantes químicos, baixa eficiência da irrigação ou seu uso recorrente de forma inadequada, tal como água salina (LIMA JR; SILVA, 2010; SARMENTO, 2011).

Os solos salinos caracterizam-se por apresentar condutividade elétrica, no extrato do solo, a partir de 4 dS m⁻¹, ocasionando uma alteração na capacidade da planta de absorver água e provocando alterações metabólicas semelhantes às ocasionadas pelo déficit hídrico (MUNNS; TESTER, 2008; COELHO et al., 2014). Dentre as alterações metabólicas observadas pode-se destacar: problemas na pressão de turgor, diferenças entre o potencial extra e intracelular de todos os solutos osmoticamente ativos, deformação da membrana, pressão hidrostática interna, osmolaridade interna, volume citoplasmático e concentração de moléculas (VISENTINI, 2013).

Diante dos efeitos negativos provocados pelo estresse salino, novas tecnologias, como o uso de microrganismos promotores de crescimento vêm sendo adotados na agricultura, com o objetivo de auxiliar as plantas a conviverem em condições ambientais estressantes e desfavoráveis. Dentre esses microrganismos destacam-se as bactérias diazotróficas, que atuam na fixação biológica de nitrogênio (FBN), na promoção do crescimento vegetal pelo aumento do sistema radicular e foliar, a partir da solubilização de nutrientes e liberação de fitohormônios (auxinas, giberelinas, citocininas) e agem no antagonismo de agentes patogênicos (KLEINGESINDS, 2010; MOREIRA et al., 2010). O fitohormônios auxiliam no desenvolvimento e produtividade da planta (FIGUEIREDO et al., 2010).

Algumas bactérias, quando submetidas ao estresse salino podem apresentar grandes concentrações de osmoprotetores, que são responsáveis por restabelecer o balanço hídrico, manter a turgescência e proteger os componentes da célula contra os efeitos da alta concentração de sal, devido ao acúmulo de grandes quantidades dos mesmos (BOCH et al., 1996).

Devido a importância do cultivo de feijão-caupi para a região Nordeste, no entanto com limitações de produção decorrentes dentre outros fatores pela salinização dos solos, e pela capacidade de alguns microrganismos simbióticos de conseguirem produzir compostos que reduzem os efeitos do estresse salino, faz-se necessário a realização de estudos que abordem a interação planta-microrganismo em situações estressantes. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo identificar quais isolados bacterianos (ANTUNES et al., 2011; ARAÚJO et al., 2015; ANTUNES et al., 2017), apresentam tolerância a salinidade, bem como avaliar o desenvolvimento do feijão-caupi, coinoculado com bactérias diazotróficas, em condições de estresse salino.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Experimento 1 – Seleção de bactérias resistentes a salinidade

O teste de salinidade foi realizado no Laboratório de Análises do Solo-LASO, do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Para realização do mesmo foram selecionados sete isolados rizobianos (ANTUNES et al., 2011; ARAÚJO et al., 2015) e 24 promotores de crescimento (ANTUNES et al., 2017) (Tabela 1), com características bioquímicas capazes de promover o crescimento vegetal.

Isolados	Nome científico	Isolados	Nome científico
IPA-CC33	<i>Pseudomonas</i> sp.	IPA-CC7	<i>Herbaspirillum seropedicae</i>
IPA-CC26	<i>Bacillus subtilis</i>	IPA-CC34	<i>Bacillus pumilus</i>
IPA-CC35	<i>Bacillus</i> sp.	IPA-CC36	<i>Bacillus pumilus</i>
IPA-CF42	<i>Bacillus methylotrophicus</i>	IPA-CF42	<i>Bacillus methylotrophicus</i>
IPA-CC 53	Sem identificação	IPA-CF45A	<i>Bacillus methylotrophicus</i>
IPA-CC 59	Sem identificação	IPA-CF48	<i>Brevibacillus</i> sp.
IPA-CF62	<i>Paenibacillus</i> sp.	IPA-CC55	<i>Paenibacillus</i> sp.
IPA-CF65	<i>Bacillus megaterium</i>	IPA-CC56	<i>Pseudomonas</i> sp.
IPA-CC06	<i>Paenibacillus</i> sp.	ISO- 3	<i>Rhizobium</i> sp.
IPA-CC10	<i>Burkholderia</i> sp.	ISO- 6	<i>Bradyrhizobium</i>
IPA-CC14	<i>Paenibacillus</i> sp.	ISO-15	<i>Rhizobium</i> sp.
IPA-CF16	<i>Bacillus</i> sp.	ISO- 16	<i>Bradyrhizobium</i> sp.
IPA-CF20	<i>Bacillus megaterium</i>	ISO- 26	<i>Bradyrhizobium</i>
IPA-CC23	<i>Paenibacillus</i> sp.	ISO- 55A	<i>Rhizobium</i>



Tabela 1: Isolados promotores de crescimento e rizobianos submetidos ao teste de salinidade in vitro. Teresina-PI, 2019

Para a realização do teste, foi seguida a metodologia descrita por Cavalcante et al., 2015, com algumas modificações, onde primeiramente, as bactérias selecionadas foram repicadas em placas de Petri contendo meio TSA (Água Triptona de Soja) a 25%, para as bactérias promotoras de crescimento vegetal e, YMA para os isolados rizobianos, acrescido das concentrações de 0; 2,5; 5,0; 10; 20; 40; 50 e 60 g L⁻¹ de NaCl, com o auxílio de uma alça de platina, com três repetições para cada tratamento, posteriormente foram colocadas para crescer em estufa bacteriológica a 28 °C por até 72 h. Foi avaliada a intensidade do crescimento dos isolados em cada tratamento e comparados com a intensidade de crescimento dos isolados cultivados no meio sem a adição de NaCl.

2.2 Experimento 2 - Teste de Antagonismo

O teste de antagonismo foi realizado com o objetivo de identificar o sinergismo entre os microrganismos. Para esta avaliação, as 12 bactérias que apresentaram crescimento satisfatório no nível de 60 g L⁻¹ de NaCl, ou seja, aquelas mais tolerantes ao efeito da salinidade em seu metabolismo, identificadas no experimento 1, foram submetidas a esse teste. Para a realização do mesmo foram repicadas as bactérias promotoras de crescimento em plantas em metade das placas de Petri, contendo meio de cultura YMA (Extrato de levedura, Manitol e Ágar), em seguida foram colocadas para crescer em estufa bacteriológica a 28°C, por três dias. Paralelamente, o isolado rizobiano foi repicado em frascos Erlenmeyers contendo 50 mL de meio líquido (Yeast Malt) e incubados em agitador rotatório tipo shake (200 rpm; 31 °C) por três dias.

Após as 72 h, o isolado rizobiano foi colocado nas placas de Petri, que continha as bactérias, a uma distância de aproximadamente 1cm. Foi traçada uma linha no centro da placa, na parte externa, e outra 1cm após essa, onde foi pipetado 1µL do meio líquido contendo o rizóbio. Em seguida essas placas foram colocadas novamente na estufa bacteriológica, onde foi acompanhado diariamente o crescimento rizobiano, por até 20 dias (CATTELAN, 1999).

2.3 Experimento 3 – Eficiência das bactérias na promoção de crescimento de plantas em condições salinas

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento no laboratório de Melhoramento Clássico, localizado no prédio do Programa de Melhoramento Ge-

nético de Cana-de-Açúcar (PMGCA-UFPI/RIDESA) do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias – CCA, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), no município de Teresina-PI. Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 0,7 dm⁻³ de solo, os quais foram preenchidos com solo não autoclavado, a sua caracterização química pode ser visualizada na tabela 2.

pH	P	K	Na	Mg	Ca	Al	H+Al	Ca+Mg	SB	CTC	V
H ₂ O	mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³						%
5,88	0,48	0,04	0,01	0,78	1,33	0,15	1,03	2,10	2,14	3,17	67,51

Tabela 2: Análise química do solo utilizado nos vasos. Teresina-PI, 2019

Inicialmente os isolados rizobianos foram repicados em placa de Petri contendo YMA e os promotores de crescimento em meio TSA (caldo triptona de soja ágar), em seguida os isolados foram repicados novamente, porém em frascos Erlenmeyers contendo 50 mL de meio líquido correspondente (YM e TSB) e incubados em agitador rotatório (200 rpm; 31 °C) por até três dias, e seu crescimento foi verificado em espectrofotômetro por absorvância em comprimento de onda de 600nm estando na concentração em cerca de 10⁸ UFC mL⁻¹.

As sementes de feijão-caupi da cultivar IPA-206 foram cedidas pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA passaram por um processo de desinfestação superficial com hipoclorito de sódio a 2,0% e álcool etílico a 70% (ARAÚJO; HUGRIA,1994), seguido de lavagem com água destilada. A inoculação foi realizada diretamente na semente, com 1 mL de cada inoculo produzido. Foram semeadas cinco sementes por vaso, aos dez dias após a emergência foi realizado o desbaste, deixando uma planta por vaso.

O experimento consistiu no uso de um isolado rizobiano e três promotores de crescimento que ficaram entre os que apresentaram melhor resposta nos testes bioquímicos, de salinidade e de antagonismo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x3, onde os tratamentos foram compostos da inoculação de um isolado rizobiano e três promotores de crescimento em coinoculação, onde o fator um corresponde ao rizobio co-inoculado com as três promotoras, mais a uma testemunha absoluta (N-) e, uma testemunha nitrogenada (N+), o segundo fator corresponde aos três níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai0= 0,55; CEai1= 3,20; CEai2= 6,40, em dS m⁻¹), segundo a curva descrita por Aquino et al., 2017. Assim tivemos 15 tratamentos e três repetições, perfazendo um total de 45 parcelas. O tratamento que recebeu nitrogênio, foi adubado com 44 kg/ha de ureia, seguindo a recomendação para a cultura sugerida pela Embrapa Meio-Norte. Os demais tratamentos não receberam adubação nitrogenada e, os outros nutrientes foram fornecidos por meio de solução nutritiva.

Para a irrigação, a evapotranspiração foi mensurada ao longo do ciclo em alguns vasos, escolhidos aleatoriamente, com o objetivo de quantificar a necessidade hídrica das plantas na condição do experimento. Primeiramente foi realizada uma



irrigação inicial até o momento em que o vaso atingiu a sua capacidade de campo e começou a drenar a água pelos orifícios localizados no fundo do recipiente plástico, isso em todos os vasos. Após o processo de drenagem total da água presente nos vasos, os mesmos foram pesados em balança de precisão e, depois de decorridas 24 horas, foram pesados novamente. A diferença obtida entre essas duas pesagens foi a lâmina de água inicial aplicada em todos os vasos. Após esse procedimento, os mesmos foram pesados novamente, tanto depois da irrigação quanto após as 24 horas, para a obtenção da nova lâmina a ser aplicada, esse processo foi repetido todos os dias até o fim do experimento. A irrigação com água salina foi iniciada a partir do décimo quinto dia após a emergência e permaneceu até a coleta das plantas aos 45 dias após a emergência (DAE).

2.4 Avaliações

As variáveis de crescimento relacionadas à morfologia da parte aérea foram realizadas aos 45 DAE, onde foram determinados o diâmetro do caule (DC): medida realizada com paquímetro digital, imediatamente acima do nó cotiledonar, em mm; altura da planta (AP): medida entre o nó cotiledonar e o ápice do ramo principal, em cm. Ao término do experimento, aos 45 DAE, foram também avaliados a área foliar (AF): com o leitor de área foliar Lincoln LI-3100C; comprimento da raiz (CR), em cm, mensurada com régua de 50 cm.

Os resíduos obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, quando verificada normalidade dos erros ($p > 0,05$) foi realizada a análise de variância (ANOVA) utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6, com níveis de significância de 5% pelo teste F e quando houve interação significativa, realizou-se o desdobramento da interação e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teste de salinidade

Foram submetidas ao teste de tolerância a salinidade 24 isolados de bactérias promotoras de crescimento e sete isolados rizobianos, perfazendo um total de 31 isolados (Tabela 3).

Isolados	----- g L ⁻¹ de NaCl -----							
	0	2,5	5	10	20	40	50	60
IPA-CC33	+	+	+	+	+	-	-	-
IPA-CC26	+	+	+	+	+	-	-	-
IPA-CC35	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CF42	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CF 53	-	-	-	-	-	-	-	-
IPA-CC 59	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CF62	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CF65	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CC06	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CC10	+	+	+	+	+	+	+	/
IPA-CC14	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CF16	+	+	+	+	+	-	/	/
IPA-CF20	+	+	+	+	+	-	-	-
IPA-CC23	+	+	+	+	+	/	/	/
IPA-CC25	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CC29	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CC7	+	+	+	+	/	/	/	-
IPA-CC34	+	+	+	+	/	-	-	-
IPA-CC36	+	+	+	+	/	/	/	-
IPA-CF42	+	+	+	+	/	/	/	-
IPA-CF45A	+	+	+	+	+	+	+	-
IPA-CF48	+	+	+	+	/	/	/	-
IPA-CC55	+	+	+	+	+	+	+	+
IPA-CC56	+	+	+	+	+	+	+	+
ISO- 3	+	+	+	+	+	+	+	-
ISO- 6	+	+	+	+	+	+	+	+
ISO- 15	+	+	+	+	+	/	/	-
ISO- 16	-	-	-	-	-	-	-	-
ISO- 26	+	/	/	/	/	-	-	-
ISO- 55A	+	+	+	+	+	+	+	-
ISO- 59	+	+	+	/	/	-	-	-

Tabela 3: Crescimento das estirpes bacterianas em diferentes concentrações de NaCl, onde + representa crescimento normal, / representa pouco crescimento e, - representa não crescimento. Teresina-PI, 2019

Dos 31 isolados estudados, apenas o IPA-CC53 e o ISO-16 não apresentaram crescimento em nenhuma das concentrações de NaCl. A maioria dos isolados, 87,1%, apresentaram crescimento normal até a concentração de 10g L⁻¹ de NaCl,



não sendo com isso afetadas pelas concentrações inferiores a essa. Esse crescimento foi observado por meio do aparecimento de colônias bacterianas nas placas com o meio de cultura, após o processo de repicagem. Para as concentrações de 20, 40 e 50 g L⁻¹ de NaCl ocorreu, respectivamente, crescimento normal de aproximadamente 71, 52 e 52% dos isolados utilizados. (Tabela 3).

Na concentração 60g L⁻¹ de NaCl , os isolados IPA-CC35 (*Bacillus* sp.), IPA-CF42 (*Bacillus methylotrophicus*), IPA-CF62 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CF65 (*Bacillus megaterium*), IPA-CC06 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CC14 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CC25 (*Bacillus subtilis*), IPA-CC29 (*Bacillus subtilis*); IPA-CC55 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CC56 (*Pseudomonas* sp.), IPA-CC 59 e o isolado rizobiano Iso 6 (*Bradyrhizobium* sp.) apresentaram bom crescimento. Os isolados IPA-CC10 (*Burkholderia* sp.), IPA-CF16 (*Bacillus* sp.) e IPA-CC23 (*Paenibacillus* sp.) tiveram um crescimento reduzido, nas placas que continham 60g L⁻¹ de NaCl. Os demais isolados não apresentaram crescimento em níveis mais elevado de salinidade, como nas concentrações de 50 e 60g L⁻¹ de NaCl.

Os resultados obtidos foram semelhantes ao encontrado por Freitas et al., (2007), que ao estudarem estirpes de rizóbios, provenientes de solos salinizados observaram crescimento normal dos mesmos até os níveis de 12 g L⁻¹ de NaCl. Cavalcante et al., (2015), por outro lado, ao estudarem estirpes de rizóbio oriundas do semiárido quanto a sua tolerância a salinidade, constatou que houve uma redução do crescimento das mesmas, quando submetidas ao nível de 10 g L⁻¹ de NaCl , ou seja, as mesmas não apresentaram crescimento normal nessa concentração, sendo com isso, mais sensíveis a ambientes salinos.

A variação do crescimento entre as espécies de rizóbios, quando submetidos a concentrações iguais ou próximas de NaCl, pode estar relacionada com a velocidade de crescimento dos mesmos pois, normalmente espécies com crescimento rápido apresentam uma maior tolerância a altas taxas salinas em meio de cultura, quando comparadas com as de crescimento lento, isso devido a maior produção de polissacarídeos extracelulares, que envolvem as células bacterianas, reduzindo o contato das mesmas com o sal, proporcionando maior resistência ao efeito osmótico (ELSHEIKH, 1998). A origem da espécie também é importante, uma vez que a pressão de seleção em ambientes com estresse pode influenciar a tolerância desses indivíduos a vários fatores abióticos, como a salinidade (FERNANDES JÚNIOR et al., 2012).

O aumento da colônia, em níveis mais elevados já foi observado por Nóbrega et al. (2004), em que foi observado expansão desses microrganismos até o nível de 50 g L⁻¹ de NaCl, igualando-se aos resultados obtidos. O crescimento, entretanto, com o aumento do nível de salinidade, apresentou uma significativa redução (CAVALCANTE et al., 2015), devido a ação negativa desse composto sobre o organismo desses microrganismos, inibindo muitas vezes o seu desenvolvimento e sua multiplicação (CUNHA et al., 2016). Nóbrega et al., 2004, estudando a ampliação de bactérias diazotróficas em meio de cultura contendo NaCl, observaram que não



houve crescimento das mesmas quando o nível de sal era de 50g L⁻¹ de NaCl, demonstrando com isso a sensibilidade desses microrganismos de sobreviverem nessas condições.

O desenvolvimento dessas bactérias em níveis mais elevados de sal, 50 e 60 g L⁻¹ de NaCl, pode ser explicado pelo fato de que muitos microrganismos, apresentam estratégias de osmo adaptação flexíveis, que lhes proporcionam responder de forma rápida as variações de salinidade no meio externo, um exemplo dessas estratégias é acumulação de íons inorgânicos em concentrações altas, mantendo dessa forma a integridade celular desse organismo e, possibilitando com isso a sua sobrevivência em solos salinos e sódicos (STAMFORD et al., 2005). Essa tolerância é uma característica intrínseca desses microrganismos, podendo ter sido adquirida devido a adaptação dos mesmos ao ambiente em que se estabelecem (CUNHA et al., 2016).

3.2 Teste de antagonismo

Dos 31 isolados estudados, apenas 12 (IPA-CC35, IPA-CF42, IPA-CF62, IPA-CF65, IPA-CC06, IPA-CC14, IPA-CC25, IPA-CC29, IPA-CC55, IPA-CC56, IPA-CC59 e o isolado ISO-6) apresentaram crescimento satisfatório até a concentração de 60g L⁻¹ de NaCl, sendo, portanto, os mais tolerantes a essa condição de estresse e, apresentando potencial para melhorar o desenvolvimento das plantas em condições salinas. Destes isolados, 11 são promotores de crescimento em plantas (BPCP) e um rizóbio, foram submetidos ao teste de antagonismo, para verificar se quando co-inoculados um inibiria o crescimento do outro.

No ensaio em placas, para o teste de antagonismo, o isolado IPA-CC06 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CC25 (*Bacillus subtilis*) e IPA-CC55 (*Paenibacillus* sp.), não apresentaram ação antagonista ao ISO-6 (*Bradyrhizobium*), ou seja, não houve inibição do crescimento do rizóbio devido a ação das promotoras. No antagonismo, um dos microrganismos envolvidos reduz o crescimento do outro, geralmente devido produção de substâncias tóxicas ao outro indivíduo (SOTTERO et al., 2006).

Os demais isolados IPA-CC35 (*Bacillus* sp.), IPA-CF42 (*Bacillus methylotrophicus*), IPA-CF62 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CF65 (*Bacillus megaterium*), IPA-CC14 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CC29 (*Bacillus subtilis*), IPA-CC56 (*Pseudomonas* sp.) e IPA-CC59, apresentaram ação antagonista ao ISO-6 (*Bradyrhizobium*), inibindo o crescimento do mesmo no sentido em que se encontrava a bactéria promotora e, até mesmo impossibilitando completamente a sobrevivência do mesmo.

A realização de estudos sobre as relações antagônicas e sinérgicas entre os microrganismos benéficos, vem mostrando-se bastante importante atualmente, devido ao seu potencial de indicar se existe interação positiva entre dois organismos de interesse ao homem (BASTOS, 2016). A ausência de inibição indica que é



possível utilizar os dois microrganismos desejados, de forma conjunta, utilizando as vantagens que ambos apresentam.

Dos isolados submetidos ao teste, foram selecionadas três promotoras de crescimento e um rizóbio para serem testados no próximo experimento, que foram o IPA-CC06, IPA-CC25, IPA-CC55 e ISO-6 uma vez que, esses não apresentaram ação antagonista.

3.3. Eficiência das bactérias na promoção de crescimento de plantas em condições salinas

Em relação as variáveis altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR), foi observado que houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre os tratamentos e os níveis de salinidade testados, e também para a interação entre ambos (Tabela 4).

** Significativo ($p < 0,01$) pelo teste Tukey.

FV	GL	AP	DC	AF	CR
		----- Quadrados Médios -----			
Fator 1	4	559,12**	0,517**	38150,13**	72,90**
Fator 2	2	7377,04**	0,314**	227387,97**	426,26**
F1 x F2	8	179,70**	0,087**	6362,65**	20,21**
Erro	30	29,42	0,006	74,69	3,77
CV %		3,68	2,80	2,05	6,93

Tabela 4: Resumo da análise de variância do experimento 3 para as variáveis que apresentaram significância nos tratamentos e na interação entre os fatores. Altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF) e comprimento de raiz (CR). Teresina-PI, 2

Foi observado a redução na altura das plantas à medida em que houve o aumento dos níveis de salinidade (Tabela 5), demonstrando os efeitos deletérios dos sais para as plantas, no entanto, o tratamento inoculado com ISO-6 + IPA-CC25, seguido do ISO-6 + IPA-CC06 proporcionaram melhor crescimento em altura para a planta, no maior nível de salinidade, quando comparada com os demais tratamentos e em especial com o N+. Silva et al., (2011), estudando o feijão-caupi irrigado com água salina, observou a redução da altura das plantas, quando submetidas a esse tipo de estresse. Aquino et al., (2017), estudando variedades diferentes de feijão-caupi submetidas a irrigação com água salina, observou a redução dessa variável a medida que se aumentou a condutividade elétrica da água, corroborando com os resultados desse estudo.

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas, para o mesmo nível de salinidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey e seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,01% de significância.

Fator 2 (dS m ⁻¹)	----- Fator 1 -----									
	ISO-6 + IPA- -CC06		ISO-6 + IPA- -CC25		ISO-6 + IPA-CC55		N-		N+	
----- Altura de Plantas (cm) -----										
0,0	175,07	abA	163,87	bcA	169,50	abA	153,03	cA	181,00	aA
3,2	159,40	aB	151,90	aB	148,50	abB	138,60	bB	148,00	abB
6,4	129,33	abC	141,77	aC	120,07	bcB	111,93	cC	118,23	bcC
----- Diâmetro do caule (mm) -----										
0,0	2,90	bA	3,12	aA	2,86	bB	3,01	abA	2,96	abAB
3,2	2,80	bA	2,61	bB	3,20	aA	2,79	bB	3,01	bA
6,4	2,75	aA	2,52	bB	2,68	abC	2,66	abB	2,83	aB
----- Área Foliar (cm ²) -----										
0,0	652,91	aA	621,95	bA	543,88	bA	386,52	cA	563,79	bA
3,2	454,21	aB	407,74	bB	442,60	aB	284,72	cB	396,96	bB
6,4	307,15	bcC	321,02	bC	372,59	aC	255,93	dC	297,95	cC
----- Comprimento de Raiz (cm) -----										
0,0	28,57	cA	33,30	bA	34,17	bA	33,33	bA	39,00	aA
3,2	22,33	bB	23,33	bB	30,67	aA	31,33	aA	29,50	aB
6,4	19,33	aB	26,00	aB	23,00	abB	23,00	abB	24,00	aC

Tabela 5: Médias da altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF) e comprimento de raiz (CR), de feijão-caupi, inoculados com bactérias diazotróficas submetidas a diferentes níveis de salinidade. Teresina-PI, 2019

A redução de parâmetros de crescimento são considerados efeitos indiretos provocados pela dificuldade das plantas em absorver água bem como, pela toxicidade de íons específicos e interferência dos mesmos nos processos fisiológicos, íons esses resultantes do acúmulo excessivo de sais advindos da água, que com o passar do tempo se fixaram nas camadas mais superficiais do solo (DIAS et al., 2010).

Por outro lado, esse maior crescimento, quando as plantas foram coinoculadas, pode estar associado ao fato de que o uso de bactérias promotoras de crescimento em plantas (BPCP's) possibilita uma melhoria na nutrição das mesmas, uma vez que essas bactérias disponibilizam uma maior quantidade de fósforo e potássio, que são elementos essenciais para o crescimento vegetal (FIGUEIREDO et al., 2016).

Foi observado que a salinidade provocou uma redução gradativa do diâmetro do caule na maioria das plantas estudadas, afetando negativamente o desenvolvimento das mesmas (Tabela 5), entretanto com o uso do ISO-6 + IPA-CC06, não houve redução dessa variável, demonstrando a eficiência desses isolados na simbiose com a planta. Essa mesma combinação proporcionou um maior diâmetro do caule no último nível de 6,4 dS m⁻¹, não diferindo da testemunha nitrogenada, do ISO-6 +

IPA-CC55 e do N-, mostrando que o uso de microrganismos em condições de estresse salino proporciona um bom desenvolvimento das plantas.

Gomes et al. (2017) estudando os efeitos dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sobre a morfologia do feijão-caupi, constataram que o diâmetro do caule das plantas apresentou redução, à medida que se aumentou os níveis de sais. A redução do diâmetro do caule de feijão-caupi, provocada pela ação da salinidade via água de irrigação, também já foi constatada por Sousa et al., (2014).

A redução do diâmetro afeta negativamente o desenvolvimento e o estabelecimento das plantas em campo, uma vez que pode aumentar a porcentagem de acamamento e, também provocar a inibição do crescimento das mesmas (AQUINO, 2016). O uso de microrganismos, por outro lado, proporciona um melhor desenvolvimento dessa variável, mesmo em estresse e, isso ocorre possivelmente, devido a melhoria na nutrição da planta ou por alterações fisiológicas, enzimáticas e bioquímicas induzidas pelas bactérias promotoras de crescimento (UPADHYAY et al., 2011).

A maior área foliar foi observada com o uso da coinoculação, na condição sem estresse e, à medida que se aumentou a condutividade elétrica esses valores foram reduzindo gradativamente onde, o ISO-6 + IPA-CC06 (Tabela 5) foi o que proporcionou maior desenvolvimento foliar em condições normais, sem adição de sais. No nível de 6,4 dS m⁻¹, a maior área foliar foi observada nas plantas que foram coinoculadas com o ISO-6 + IPA-CC55, demonstrando com isso, uma maior tolerância a essas condições estressantes. Resultados como esse foi observado por Santos, (2017), ao estudar o sinergismo da coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. e BPCP's como alternativa para melhorar o desenvolvimento do feijão-caupi tanto com a presença, quanto com a ausência de NaCl.

A diminuição da área foliar em plantas sob condição de estresse provocado pela salinidade, observada nesse estudo, ocorre como um mecanismo de defesa contra a perda de água, pois uma menor área foliar reduz a transpiração, minimizando os efeitos da deficiência hídrica dos solos salinizados (DANTAS et al., 2002). Essa redução é um parâmetro importante a ser considerando, uma vez que a mesma está intimamente ligada ao processo de fotossíntese, já que a interceptação luminosa para esse processo é realizada pelas folhas, e quanto menor a folha menos interceptação ocorrerá, reduzindo também a produção de biomassa (SEVERINO et al., 2004). Desta forma, meios como a inoculação de BPCP's que promovam à manutenção de área foliar adequada a planta, é de grande importância na convivência das plantas com o estresse.

A variável comprimento da raiz também apresentou aumento com a redução dos níveis de sais, sendo intensamente afetada por essa condição (Tabela 5). Com o aumento dos níveis de salinidade, as plantas que receberam adubação nitrogenada, o ISO-6 + IPA-CC55, o ISO-6 + IPA-CC25 e o ISO-6 + IPA-CC06 foram os que apresentaram maiores comprimento de raiz, podendo com isso explorar mais



o solo e absorver mais nutrientes.

No último nível de salinidade o maior comprimento radicular ocorreu quando se utilizou o ISO-6 + IPA-CC25, ISO-6 + IPA-CC06 e a adubação nitrogenada, seguida do ISO-6 + IPA-CC55 e da testemunha absoluta, demonstrando a eficácia dos microrganismos diante de uma situação de estresse salino. Esse maior crescimento radicular, proporcionado por essas bactérias, está diretamente relacionado com a sua capacidade de produzir AIA, fitormônio esse que estimula crescimento do vegetal (GIRIO et al., 2015). Outro fator que pode estar relacionado, é o fato de que a IPA-CC25, IPA-CC06 e a IPA-CC55 são positivas ao teste de catalase, sendo com isso, capazes de produzir substâncias antioxidantes, que quebram as moléculas de peróxidos de hidrogênio liberando oxigênio e, reduzindo os efeitos provocados por uma situação de estresse (IGHODARO; AKINLOYE, 2018).

Essa redução significativa do sistema radicular, já foi também constatada por Almeida et al., (2011), estudando genótipos de feijão-caupi submetidos ao estresse salino, provocado pela solução de NaCl e pela mistura de NaCl, CaCl₂ e MgCl₂ na água de irrigação, nos estágios iniciais de desenvolvimento da planta. Saraiva et al., (2017) observaram esse mesmo efeito negativo, provocado por esse estresse, ao submeter o feijão-caupi a irrigação com água salinizada, apresentando níveis crescente de sais.

A diminuição tanto do sistema radicular quanto da parte aérea, devido a irrigação com água salina, pode ser provocado devido ao acúmulo de sais na zona radicular da planta, que ocasionam a redução da permeabilidade do sistema radicular à água, induzindo ao déficit hídrico, que por sua vez, provoca a diminuição na taxa de fotossíntese e do crescimento (PRISCO, 1980). Por outro lado, a menor redução do sistema radicular, proporcionada pela simbiose entre plantas e microrganismos, pode ter sido provocada devido a produção de compostos que estimulam o alongamento das raízes e auxiliam na diferenciação celular, produzidos por esse tipo de microrganismos (TAIZ; ZEIGER, 2002).

4. CONCLUSÃO

Os isolados IPA-CC35 (*Bacillus* sp.), IPA-CF42 (*Bacillus methylotrophicus*), IPA-CF62 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CF65 (*Bacillus megaterium*), IPA-CC06 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CC14 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CC25 (*Bacillus subtilis*), IPA-CC29 (*Bacillus subtilis*); IPA-CC55 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CC56 (*Pseudomonas* sp.), IPA-CC 59 e o isolado rizobiano ISO-6 (*Bradyrhizobium*) mostraram-se tolerantes a salinidade, sob condições *in vitro*.

As bactérias promotoras de crescimento IPA-CC06 (*Paenibacillus* sp.), IPA-CC25 (*Bacillus subtilis*) e IPA-CC55 (*Paenibacillus* sp.) não apresentaram ação antagonista sob o isolado rizobiano ISO-6 (*Bradyrhizobium* sp.), podendo serem



realizadas o coinoculação entre os mesmos.

O ISO-6 + IPA-CC06 destacou-se por proporcionar uma maior altura de plantas e área foliar em condições sem estresse e, ainda proporcionou a estabilidade do diâmetro de caule, comprimento de raiz, em condições de estresse salino. Portanto é possível constatar que o uso de microrganismos promotores de crescimento vegetal, promove melhor desenvolvimento das plantas tanto em condições normais, quanto em condições de estresses abióticos, reduzindo os efeitos negativos provocados por essa condição.

Referências

ALMEIDA, W. S. de; BELÉM, F. R. F.; BERTINI, C. H. C. M.; PINHEIRO, M. S.; TEÓFILO, E. M. Identificação de genótipos de feijão-caupi tolerantes a salinidade avaliada por meio de método multivariado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.11, p.1884-1889, novembro, 2011.

ANTUNES, J. E. L. **Bactérias diazotróficas endofíticas em cana de açúcar: Estratégia para uma agricultura sustentável**. 2016. 154p. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração: Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRP), Recife-PE, 2016.

ANTUNES, J. E. L.; LYRA, M. C. C. P.; OLLERO, F. J.; FREITAS, A. D. S.; OLIVEIRA, L. M. S.; ARAÚJO, A. S. F.; FIGUEIREDO, M. V. B. Diversity of plant growth-promoting bacteria associated with sugarcane. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, p. gmr16029662, 2017.

ANTUNES, J. E. L.; GOMES, R. L. F.; ALMEIDA LOPES, Â. C.; ARAUJO, A. S. F.; FIGUEIREDO, M. D. V. B. Eficiência simbiótica de isolados de rizóbio noduladores de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n.3, p. 751-757, 2011.

ARAÚJO, A. S. F.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; BESERRA JUNIOR, J. E. A.; ANTUNES, J. E. L.; LYRA, M. C. C. P.; FIGUEIREDO, M. V. B. Diversity of native rhizobia-nodulating *Phaseolus lunatus* in Brazil. **Legume Research**, v. 38, n. 5, p. 653-657, 2015.

ARAÚJO, R. S., HUNGRIA, M. **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa SPI, 1994. (Embrapa, Documentos, 44).

AQUINO, J. P. A. D.; BEZERRA, A. A. D. C.; ALCÂNTARA NETO, F. D.; LIMA, C. J. G. D. S.; SOUSA, R. R. D. Morphophysiological responses of cowpea genotypes to irrigation water salinity. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 1001-1008, 2017.

AQUINO, J. P. A. **Morfofisiologia de linhagens promissoras de feijão-caupi submetidas ao estresse salino**. 2016. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal) - Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI, 2016.

BASTOS, R. A. **Coinoculação de Rizóbio e Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal em Feijoeiro Comum**. 2016. 116p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração: Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica- RJ, 2016.

BOCH, J.; KEMPF, B.; SCHMID, R. AND BREMER, E. Synthesis of the Osmoprotectant Glycine Betaine in *Bacillus subtilis*: Characterization of the gbsAB Genes. **Journal of Bacteriol.** 178: 5121-5129, 1996.

CATTELAN, A. J. Métodos quantitativos para determinação de características bioquímicas e fisiológicas associadas com bactérias promotoras do crescimento vegetal. **Embrapa Soja**-Documentos,139. Londrina, 1999.

CAVALCANTE, F.G.; SOUSA, J. B.; BERTINI, C. H. C. M.; MARTINS, S. C. S.; MARTINS, C. M. Tolerância à salinidade e uso de fontes de carbono de estirpes de rizóbio oriundas de Pentecoste-CE. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 2384, 2015.



COELHO, J. B.; BARROS, M. D. F.; BEZERRA NETO, E.; SOUZA, E. D. Ponto de murcha permanente fisiológico e potencial osmótico de feijão-caupi cultivado em solos salinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 18, n. 7, p. 708-713, 2014.

CUNHA, M. G.; PINHEIRO M. S.; MARTINS, S. C. S.; MARTINS, C. M. **Seleção de estirpes de rizóbios tolerantes à salinidade provenientes do baixo acaraú no ceará**. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido (CONIDIS), 11, 2016, Paraíba. Anais... Campina Grande-PB: V. 1, 2016, ISSN 2526-186X.

DANTAS, J. P. et al. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, V. 6, n. 3, p. 425-430, 2002.

ELSHEIKH, E. A. E. Effects of salt on rhizobia and bradyrhizobia: a review. **Annals of Applied Biology**, Lannham, v. 132, n. 3, p. 507-524, June 1998.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de feijão-comum (Phaseolus vulgaris L.) e caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) no Brasil (1985 a 2016): área, produção e rendimento**. Santo Antônio, de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 23/12/18.

FERNANDES JUNIOR, P. I.; LIMA, A.A.; PASSOS, S.R.; GAVA, C. A. T.; OLIVEIRA, P. J.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R. Phenotypic diversity and amyolytic activity of fast growing rhizobia from pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 43, n. 4, p. 1604-1612, 2012.

FIGUEIREDO, M.V. B.; BONIFACIO, A.; RODRIGUES, A. C.; ARAIJO, F.F. Plant Growth-promoting Rhizobacteria: Key Mechanisms of action. In: CHOUDHARY, D. K.; VARMA, A. (Ed.). **Microbial-mediated Induced Systemic Resistance in Plants**. Springer, 2016. Cap. 3, p. 23-37.

FIGUEIREDO, M.V.B.; BURITY, H.A.; MARTINEZ, C.R.; CHANWAY, C.P. Alleviation of drought stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by co-inoculation with *Paenibacillus polymyxa* and *Rhizobium tropici*. **Applied Soil Ecology**, v.40, p.182-188, 2008.

FIGUEIREDO, M. V. B., SELDIN, L.; ARAUJO, F. F. Plant growth promoting rhizobacteria: Fundamentals and applications. pp. 21-43. In: D. K. Maheshwari (ed.). **Plant growth and health promoting bacteria**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin, 2010.

FIGUEIREDO, M.V.B.; SOBRAL, J.K.; STAMFORD, T.L.M.; ARAÚJO, J.M. Bactérias promotoras do crescimento de plantas: estratégia para uma agricultura sustentável. In: FIGUEIREDO, M.V.B.; BURITY, H.A.; OLIVEIRA, J.P.O.; SANTOS, C.E.R.S.; STAMFORD, N.P. **Biотecnologia aplicada à agricultura: textos de apoio e protocolos experimentais**. Brasília: EMBRAPA Agrobiologia. Parte 4, cap.1, p.387-414, 2010.

FREITAS, A. D. S.; VIEIRA, C. L.; SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P.; DE LYRA, M. C. C. P. Caracterização de rizóbios isolados de Jacatupé cultivado em solo salino do estado de Pernambuco, Brasil. **Bragantia**, v. 66, n. 3, p. 497-504, 2007.

GIRIO, L. A. S.; DIAS, F. L. F.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; SCHULT, N.; BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 1, p. 33-43, 2015.

GOMES, M. O.; SILVA, T. C.; SOUSA, G. de; SARAIVA, K. R.; SOUZA, M. V. P. Crescimento e solutos orgânicos do feijão-caupi submetido a níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 11, nº 7, Fortaleza, p. 1934 - 1944, Nov - Dez, 2017.

IGHODARO, O. M.; AKINLOYE, O. A. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. **Alexandria Journal of Medicine**, v. 54, n. 4, p. 287-293, 2018.

KLEINGESINDS, C. K. **Efeito da inoculação de uma bactéria endofítica fixadora de nitrogênio (Acinetobacter sp. IC117) no desenvolvimento da cana-de-açúcar (Saccharum sp. variedade SP791011)**. 2010, 78 p. Dissertação (Mestrado - Ciências Biomédicas), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

LIMA JUNIOR, J. A. L.; SILVA, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11, 2010.

MOREIRA, F.M.S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R.S.A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diver-



- sidade ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v.1, n. 2, p. 74 – 99, 2010.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.
- MUNNS, R. **The impact of salinity stress. Plantstress. Virtual article**. Disponível em: http://www.plantstress.com/Articles/salinity_i/salinity_i.htm. Acesso em: 26/12/2018.
- NOBREGA, R. S. A.; MOTTA, J. S.; LACERDA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. Tolerância de bactérias diazotróficas simbióticas à salinidade in vitro. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 899-905, jul./ago., 2004.
- PRISCO, J.T. Alguns aspectos da fisiologia do "stress" salino. **Revista Brasileira de Botânica**, v.3, n.1/2, p.85-94, 1980.
- SANTOS, A. A. de. **Otimização da FBN e resposta antioxidativa do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* Walp.) com e sem estresse salino**. 2017. 140p. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração: Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRP), Recife-PE, 2017.
- SARAIVA, S. E. L.; FIRMINO, R. A.; FREIRE, M. He. da C.; CEITA, E. D'A. R. de; FIUSA, J. N.; SOUSA, G. G. de. Estresse salino em cultivares de feijão caupi. In: Simpósio de manejo de solo e água (SMSA), 2., 2017, Mossoró. **Anais...** Mossoró-RN, dezembro de 2017.
- SARMENTO, D. H. A.; **Produção e evapotranspiração do girassol submetidos a diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água**. 2011. 61f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2011.
- SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J.W. Método para determinação da área foliar em mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, V. 8, p. 753-762, 2004.
- SILVA, E. S. **Tolerância a salinidade em plantas de *Phaseolus vulgaris* L. inoculadas com bactérias promotoras de crescimento oriundas do semiárido baiano**. 2015. 59P. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas-BA, 2015.
- SILVA, J. L. A.; ALVES, S. S. V.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. V. T.; MEDEIROS, J. F. Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.7, n.4, p.26-31, 2011.
- SILVA, N. V.; SILVA, L. E. S. F.; FIGUEIREDO, M. V. B. Coinoculação de sementes de caupi com *Bradyrhizobium* e *Paenibacillus* e sua eficiência na absorção de cálcio, ferro e fósforo pela planta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, V. 36, pag. 95-99, 2006.
- SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; LACERDA, C. F.; AZEVEDO, B. M.; SILVA, G. L.; COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Agro@ambiente On-Line**, v.8, n.3, p.359-367, 2014.
- STAMFORD, N. P.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, D. E. G. T.; MICHEREFF, S. J. **Microbiota dos Solos Tropicais**. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T. & MENEZES, M., eds. Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais, Recife - PE. p. 399, 2005.
- SOTTERO, A. N.; FREITAS, S. S.; MELO, A. M. T. & TRANI, P. E. Rizobactérias e alface: colonização rizosférica, promoção de crescimento e controle biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.225-234, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, 792p. 2002.
- UPADHYAY, S. K.; SINGH, J. S.; SAXENA, A. K.; SINGH, D. P. Impact of PGPR inoculation on growth and antioxidant status of wheat under saline conditions. **Revista Plant Biology**, v.14, 2011.
- VISENTINI, E. O. S. **Tolerância de *Aeromonas* spp. ao estresse salino**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, 2013.

CAPÍTULO 11

IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CASCAVEL/PR: ESTUDOS DE CASO

IMPLEMENTATION OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT PLANS IN THE MUNICIPALITY OF CASCAVEL / PR: CASE STUDIES

Calil Abumanssur

Silvana da Silva Ramme

Gladis Cristina Furlan

Regina de Oliveira Araújo

Resumo

A indústria da Construção Civil é uma grande consumidora dos recursos naturais que, após processados, são aplicados na execução de seus projetos e serviços, gerando grande quantidade de resíduos. O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) visa direcionar a gestão de resíduos, em especial dos grandes geradores, estabelecendo diretrizes para o manejo e destinação final ambientalmente adequados. Tais diretrizes buscam incentivar a reutilização, reciclagem e inibir o descarte incorreto dos resíduos, prevendo a segregação, transporte e destinação final adequada. Desde a publicação da Resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, a indústria da construção civil busca cumpri-la mediante as cobranças feitas pelos gestores municipais, responsáveis em primeira instância pela regulamentação, implementação e fiscalização da Resolução 307/2002 no município. O presente trabalho objetivou analisar a implementação dos PGRCCs, por meio de estudos de caso, em obras enquadradas como grandes geradoras de resíduos no município de Cascavel-PR. Em cada obra selecionada, foram aplicados questionários aos gestores responsáveis e efetuada uma verificação visual, de modo a identificar o processo de gerenciamento de resíduos. Analisando os dados coletados constatou-se, principalmente, que o PGRCC é implantado como um meio para obtenção dos documentos formais exigidos pela municipalidade, tais como o Certificado de Conclusão de Obra e o Alvará de Habite-se. Assim, pode-se afirmar que o PGRCC não está sendo utilizado para sua função de minimização dos impactos ambientais gerados pelo setor, embora seja perceptível que tais exigências auxiliaram as empresas de construção na melhoria da organização de seu processo produtivo.

Palavras chave: Resíduos, indústria da construção civil, gerenciamento dos resíduos da construção.

Abstract

The construction industry is a major consumer of natural resources that are applied in the execution of its projects and services after being processed, generating a large amount of waste. The Civil Construction Waste Management Plan (PGRCC) aims to direct waste management, especially for large generators, establishing guidelines for environmentally appropriate handling and disposal. Such guidelines seek to encourage reuse, recycling and inhibit the incorrect disposal of waste, providing for segregation, transportation and proper final destination. Since the publication of Resolution 307/2002 of the National Environment Council - CONAMA, the civil construction industry has sought to comply with it through charges made by city managers, responsible in the first instance for the regulation, implementation and inspection of Resolution 307/2002 in the municipality. This study aimed to analyze the implementation of PGRCCs, through case studies, in works classified as major waste generators in the municipality of Cascavel-PR. In each selected project, questionnaires used to interview the responsible managers and a visual inspection was carried out, to identify the waste management process. Analyzing the collected data, it was found mainly that the PGRCC is implemented as a means to obtain the formal documents required by the municipality, such as the Work Completion Certificate and the "Habite-se" permit. Thus, it can be said that the PGRCC is not being used for its purpose of minimizing the environmental impacts generated by the sector, although it's noticeable that such requirements have helped construction companies to improve the organization of their production process.

Keywords: Construction industry, construction waste management plan, construction waste.



1. INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil é grande consumidora de recursos naturais. John (2000) defende que o consumo desses recursos depende de alguns fatores, sendo eles: taxa de resíduos gerados, vida útil ou taxa de reprodução das construções, necessidade de manutenções e correções de falhas, perdas incorporadas nos edifícios e a tecnologia utilizada.

Atrelado ao alto consumo de matéria prima, a Construção Civil também é responsável por gerar significativo volume de resíduos sólidos. Conforme pesquisa da Abrelpe (2014), o Brasil apresenta um índice médio de coleta de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) de 0,603 Kg/hab/dia. Este valor não representa a quantidade total de RCD gerado no país, contabiliza somente a quantidade coletadas nos municípios e os lançados em logradouros públicos.

A alta quantidade de resíduos gerados é fator preocupante do ponto de vista ambiental, social e econômico. A deposição dos resíduos em locais inapropriados da malha urbana está relacionada a ocorrência de enchentes, prejuízos à paisagem, obstrução de vias de tráfego e proliferação de doenças, além de atrair a deposição de outros resíduos sólidos, onerando os gastos públicos com limpeza, visto que, mais resíduos passarão a ser dispostos nesse local (JOHN, 2000); (OLIVEIRA e MENDES, 2008).

A produção dos RCDs está ligada a diversos fatores. Alguns destes estão diretamente relacionados ao projeto, tais como falta de definições e/ou detalhamentos satisfatórios; falta de precisão nos memoriais descritivos; baixa qualidade dos materiais adotados; baixa qualificação da mão-de-obra; manejo, transporte ou armazenamento inadequado dos materiais; falta ou ineficiência dos mecanismos de controle durante a execução da obra; tipo de técnica escolhida para a construção ou demolição e a falta de processos de reutilização e reciclagem no canteiro (LIMA, 2012).

Considerando a gama de problemas causados pela geração e incorreto descarte de RCD, os quais geram a degradação da qualidade ambiental, e que sua quantidade está ligada principalmente ao gerenciamento ineficiente das obras civis, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) instituiu no ano de 2002, a Resolução Conama nº 307 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Das medidas instituídas por essa Resolução 307/02 (posteriormente com nova redação dada pela Resolução 448/12) tem-se a proibição dos descartes de RCD em aterros domiciliares, tornando necessária a criação de um aterro próprio, e a exigência da elaboração e implementação de um Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal,



em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), idealizado pela Resolução Conama nº 307/02, tem como objetivo principal a redução dos impactos ambientais causados pelo incorreto descarte de RCDs. O meio utilizado para obtenção deste fim são: a obrigatoriedade de um correto gerenciamento dos resíduos nos canteiros de obra, o incentivo à reciclagem e reuso, e a responsabilização do gerador pelos resíduos até o momento de descarte final em local correto.

A responsabilização dos geradores de RCD é dividida de acordo com a quantidade da produção e identificados como pequenos ou grandes geradores. Os grandes geradores de RCD, sejam pessoas físicas ou jurídicas, possuem responsabilidades maiores, fazendo-se necessário, para a obtenção do Alvará de Construção, a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), que contemplará identificação, previsão da quantidade, triagem, acondicionamento, transporte e disposição final do RCD (CONAMA, 2002).

O PGRCC trouxe medidas de controle que, se corretamente aplicadas, são eficientes para a redução da geração de resíduos, facilitando o reuso, a reciclagem e evitando o descarte em locais inapropriados. Contudo, por se tratar de uma exigência razoavelmente recente (o último prazo foi agosto de 2012, pela nova redação da Resolução nº 448/12), torna-se imperativo a verificação de sua implementação.

2. OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo realizar verificação (in loco) da conformidade e aplicabilidade do PGRCC em obras de construção civil enquadradas como grandes geradoras de acordo com o estabelecido pelo Plano do Município de Cascavel-Paraná para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil, como um meio de diagnosticar quais as melhorias ocasionadas por esta medida na gestão ambiental e possíveis dificuldades encontradas por parte dos gestores.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Visando analisar a aplicabilidade, melhorias e diagnosticar possíveis dificuldades na implantação dos PGRCC nas obras, foram desenvolvidos estudos de caso em edificações localizadas no Município de Cascavel, Oeste paranaense. As obras foram definidas aleatoriamente, conquanto que possuíssem processos técnico-constructivos semelhantes e que estivessem enquadradas como grandes geradoras de RCDs, portanto, sujeitas a elaboração e implementação de um PGRCC.

A classificação como grandes geradoras de RCD, áreas edificáveis maiores



de 600 m², foi definida em conformidade com as orientações constantes no Termo de Referência para Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, elaborado pela Secretaria do Meio Ambiente de Cascavel e instituído pelo Decreto 9.775/2011, artigo 14 (CASCAVEL, 2018).

Inicialmente fez-se um levantamento bibliográfico a fim de compreender os mecanismos de um PGRCC, os motivos para sua criação e obrigatoriedade em obras com grande geração de resíduos, as diretrizes para sua elaboração, quais as metas e os benefícios buscados pelo município com a sua implementação e como deve ser operacionalizado nas obras.

A partir dessa etapa, aplicou-se um questionário (Figura 1) para verificar a implementação do PGRCC e compreensão do gerenciamento dos RCD, desde sua geração, acondicionamento, triagem, possibilidades de reuso e reciclagem, até o transporte para destinação final.

1. Há uma cópia do PGRCC em obra? () SIM () NÃO () NÃO SABE			
2. Existe uma pessoa responsável pela gestão de resíduos dentro da obra? () SIM () NÃO () NÃO SABE Se sim, qual a função dessa pessoa responsável? () Engenheiro () Técnico () Estagiário () Mestre () Encarregado () outro			
3. Este funcionário é o responsável técnico pela implementação do PGRCC na obra? () SIM () NÃO			
4. Os funcionários sabem o que é o PGRCC? () SIM () NÃO			
5. Os funcionários receberam treinamento sobre o PGRCC? () SIM () NÃO			
6. Qual o intervalo de tempo em que o treinamento é realizado? () mensal () semestral () outro: _			
7. No caso de funcionário novato, ele recebe treinamento: () imediatamente após contratação () no próximo treinamento			
8. Os resíduos são separados na fonte?			
Escritório	() SIM	() NÃO	() PARCIALMENTE
Área de vivência	() SIM	() NÃO	() PARCIALMENTE
Canteiro de obra	() SIM	() NÃO	() PARCIALMENTE
Por pavimento	() SIM	() NÃO	() PARCIALMENTE
9. Como é acondicionado os RCDs?			
CLASSE A	() Caçamba	() Baia	() Bombona plástica () Outro: _____
CLASSE B	() Caçamba	() Baia	() Bombona plástica () Outro: _____
CLASSE B (gesso)*	() Caçamba	() Baia	() Bombona plástica () Outro: _____
CLASSE C	() Caçamba	() Baia	() Bombona plástica () Outro: _____
CLASSE D	() Caçamba	() Baia	() Bombona plástica () Outro: _____
10. Os locais de acondicionamento estão devidamente identificados?			
CLASSE A	() SIM	() NÃO	() PARCIALMENTE
CLASSE B	() SIM	() NÃO	() PARCIALMENTE
CLASSE B (gesso)*	() SIM	() NÃO	() PARCIALMENTE
CLASSE C	() SIM	() NÃO	() PARCIALMENTE
CLASSE D	() SIM	() NÃO	() PARCIALMENTE

11. Os locais de acondicionamento estão protegidos de intempéries (chuva, sol, ventos fortes)?			
CLASSE A	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> PARCIALMENTE
CLASSE B	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> PARCIALMENTE
CLASSE B (gesso)*	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> PARCIALMENTE
CLASSE C	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> PARCIALMENTE
CLASSE D	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> PARCIALMENTE
12. Os locais de acondicionamento estão dispostos de modo a facilitar a coleta final sem prejudicar outras atividades do canteiro de obras? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO			
13. Algum material foi reutilizado na obra? Qual? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO SABE			
() madeira () papel () plástico () isopor () solo () metal () gesso () outro _____			
14. Algum material foi reciclado na obra? Qual? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO SABE			
() madeira () papel () plástico () isopor () solo () metal () gesso () outro _____			
15. O transporte interno é realizado por funcionários com conhecimento da classificação dos RCDs segundo as normas técnicas? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO SABE			
16. Durante o transporte interno pode ocorrer mistura de resíduos de classes distintas?			
<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO Se sim, quais?			
17. Como é realizado o transporte final dos resíduos? <input type="checkbox"/> Transportadora licenciada <input type="checkbox"/> Outro:			
18. Durante transporte final pode ocorrer mistura de resíduos de classes distintas?			
<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO Se sim, quais?			
19. As empresas que recebem os resíduos são licenciadas? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO SABE			
20. Maior parte destinada aterros ou pontos de reciclagem? <input type="checkbox"/> ATERRO <input type="checkbox"/> RECICLAGEM			
<input type="checkbox"/> NÃO SABE			

Figura 1 – Questionário aplicado nos estudos de caso
Fonte: Autor

O questionário foi aplicado ao funcionário responsável pelo gerenciamento de resíduos na obra que estivesse presente no momento da visita, podendo ser o engenheiro civil, mestre de obras, estagiário e demais cargos contando que desempenhassem a função de gestor. Essa estratégia de aplicação de questionário objetivou também verificar a comunicação e conhecimento do plano em cada uma dessas obras de estudos de caso. A aplicação desta metodologia segue o cronograma das atividades previstas na realização de uma auditoria ambiental (PHILIPPI et al., 2004).

Juntamente com a aplicação do questionário, elaborou-se um relatório de visita para cada obra, contando com registros fotográficos dos pontos verificados. Os aspectos verificados nas obras foram os seguintes:

- Observação da organização do canteiro de obras.
- Verificação da conformidade dos locais de acondicionamento dos resíduos.
- Verificação da existência de resíduos dispostos incorretamente.
- Evidências de mistura entre classe distintas de resíduos.
- Verificação da existência de práticas de reutilização e/ou reciclagem.

Após a coleta de dados de cada obra em estudo, esses foram analisados separadamente e na sequência ser traçado o perfil geral da situação. Para tal análise foram utilizadas as diretrizes propostas pela Resolução Conama 307/02, e suas demais redações, além do Termo de Referência para Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil Completo, elaborado pela Sema (Secretaria de Meio Ambiente) do Município de Cascavel, PR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que, conforme Lima (2012), nos PGRCCs estão contidos detalhadamente os dados de todos os responsáveis pela geração de resíduos na obra e a caracterização do empreendimento. Que nele são previstos os quantitativos e caracterização dos resíduos, procedimentos que minimizem essa geração, segregação, acondicionamento, transporte interno, reuso e reciclagem, transporte externo, transbordo e destinação, fixando a responsabilidade dos geradores desde a produção até o descarte final de acordo com as normas técnicas, a primeira verificação foi se todas as edificações estudadas possuíam PGRCC completo aprovado pelo órgão municipal competente. Medida necessária para obtenção do alvará de construção.

Em relação ao tipo de empreendimento e suas particularidades em relação ao PGRCC, a tabela 1 mostra um resumo dos estudos de caso amostrais.

Obra	Finalidade	Área construída	Fase obra	Cargo do entrevistado e tempo na empresa	Há responsável pela gestão de resíduos na obra/empresa? Qual função ocupa?	Cópia do PGRCC na obra?	Funcionários conhecem o PPGRCC da obra	Funcionários recebem treinamento sobre o PPGRS
1	Residencial/comercial	6099,68 m ²	Super-estrutura pronta; alvenaria a finalizar	- Apontador - 6 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Sim • Apontador 	Não sabe	Não	Não
2	Residencial	7630,59 m ²	Superestrutura pronta; Alvenaria sendo finalizada	- Mestre de obras - 7 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Sim • Funcionário 	Não	Sim	Sim, semestralmente

3	Residen- -cial	12096,36 m ²	Levanta- -mento su- peres-trutu- ra; Parte alvena- ria concluída	- Eng. de execução - 1ª obra empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Não • Quando precisa, o engenheiro resolve 	Sim	Sim	Sim, se- mestral- -mente
4	Residen- -cial	4241,84 m ²	Superes-tru- tura pronta; Alvenaria sendo finali- zada	- Estagiário - 7 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Não 	Não sabe	Não	Não sabe

Tabela 1 - Resumo dos Estudos de Caso em relação às suas particularidades
Fonte: Autor

O Termo de Referência para Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, exige um responsável técnico pela implementação do PGRCC presente todos os dias no canteiro de obras. Como pode ser observado na tabela 1, apenas duas das obras visitadas possuía um funcionário encarregado pelo gerenciamento dos resíduos, e em nenhuma delas era o responsável pela implementação do Plano. Este fato demonstra que essa responsabilidade técnica existiu, nas obras em estudo, apenas como uma medida burocrática necessária para a aprovação do PGRCC e obtenção do Alvará de Construção, não sendo uma prática aplicada diariamente na gestão dos Resíduos de Construção e Demolição-RCD. Talvez a falta de conscientização sobre o papel do responsável técnico pela gestão de resíduos na construção civil, seja a causa das não conformidades encontradas.

Outra exigência requerida pelo PGRCC do município, é o plano de treinamento dos funcionários. Em apenas duas das obras o treinamento foi efetivamente realizado e é reaplicado periodicamente. Nas outras o processo de treinamento não existiu ou não pôde ser efetivamente comprovado. Observado o encontrado no Estudo de Caso 4, não havia um responsável técnico pela gestão de resíduos na obra, e naquela obra em especial viu-se a necessidade de treinamento. Isto foi comprovado ao se encontrar material não triado e parte dele acondicionado em local descoberto (Figura 2), totalmente em desacordo com o Termo de Referência do Município.



Figura 2 – (a) Resíduos não identificados e sem triagem; (b) Resíduos dispostos sobre o solo, sem proteção e a céu aberto

Fonte: Autor

Apesar de no Estudo de Caso 1, os funcionários não terem recebido treinamento, havia um encarregado pela gestão dos resíduos, de modo que os demais funcionários eram cobrados e induzidos a realizar a correta triagem, segundo parâmetros pré-estabelecidos pelo implementador do PGRCC. Contudo havia uma informação do responsável pela gestão dos resíduos de que os funcionários não recebiam treinamento, o que talvez o responsável tenha interpretado equivocadamente do que seria considerado treinamento.

A triagem dos materiais em suas fontes geradoras é uma atividade que facilita o transporte do resíduo até seu local de acondicionamento adequado, porém não era rotina em 50% das obras visitadas. Por conseguinte deduz-se que em todo o processo de gestão, poderia se evitar no local onde os resíduos são gerados, a participação de um segundo funcionário exclusivamente para se fazer a triagem antes do transporte. Outro fator percebido foi que os resíduos gerados nas áreas de vivência e escritório eram destinados ao aterro domiciliar, sem nenhuma triagem anterior. Os resíduos de classe B ali presentes ficavam sem uma destinação ambientalmente adequada. Exceção foi do Estudo de Caso 1, que promovia a triagem dos resíduos do escritório.

O transporte interno de resíduos, tal qual a triagem in loco, mostrou-se ser um procedimento no qual se dava pouca atenção por parte dos funcionários. Estes transportavam juntamente RCD de classes distintas com resíduos de uma mesma classe, mesmo que estivessem acondicionados separadamente. O descuido nesta etapa causa problemas de atraso do transporte, visto que o funcionário que realiza este serviço vai precisar dispensar tempo para a separação dos materiais que poderia ser já triado na fonte. Este detalhe transforma um serviço rápido em ônus para a empresa, visto que ao invés de ser realizado por apenas um funcionário, será realizado em equipe e tomará tempo de outras atividades.

Os locais de acondicionamento eram similares nas obras estudadas, compostos principalmente por baias. Comparando com as diretrizes requeridas no Termo de Referência para PGRCC do município, o acondicionamento não era realizado adequadamente em nenhuma das obras. Os resíduos de classe A estavam corretamente acondicionados em caçambas, porém nenhuma das obras possuía a identificação desses resíduos (Figura 2). Essa identificação tem que ocorrer com todos os avisos de alerta possíveis, para que todos os trabalhadores saibam que determinada caçamba, era específica para os resíduos classe A, e assim não ocorrer um eventual lançamento de resíduos classe C que podem também ser lançados em caçambas.

Nos Estudos de Caso realizados os resíduos de classe C deveriam ser armazenados em caçambas estacionárias ou bombonas plásticas, mas nas obras eram dispostos em baias. Consequentemente, no momento de fazer a retirada das baias desses resíduos, haveria um aumento de horas de funcionários necessários para embalar os mesmos. Os resíduos de classe B, compostos por plásticos, metais, papéis e vidros, foram os únicos encontrados que cumpriam as determinações do Termo de Referência, sendo dispostos em baias com cobertura e identificação, com



exceção do Estudo de Caso 4, em que os resíduos não eram triados.

Os resíduos de classe D e o gesso não tinham locais de acondicionamento em nenhuma das obras. A justificativa é de que seriam acondicionados conforme a necessidade, não podendo ser comprovado ou não o atendimento deste acondicionamento como o determinado pelo Termo de Referência. De qualquer modo, essa estratégia causa em alguns casos, a possibilidade dessa classe de resíduo aumentar a poluição interna nas obras, principalmente se no local da fonte geradora não ocorrer a triagem e acondicionamento como uma atividade simultânea.

Relacionando-se o treinamento ministrado aos funcionários com os resultados práticos de gestão correta dos resíduos nas obras, observou-se que o resíduo de classe B é o com melhor conformidade no acondicionamento (Figura 3). Outro fator observado foi que as obras com treinamento semestral não apresentaram resultados diferenciados em relação à obra onde não houve treinamento. Possíveis causas para esse fato podem ser a qualidade dos treinamentos ou do próprio plano, e até talvez a implementação do plano que não recebe devida atenção.

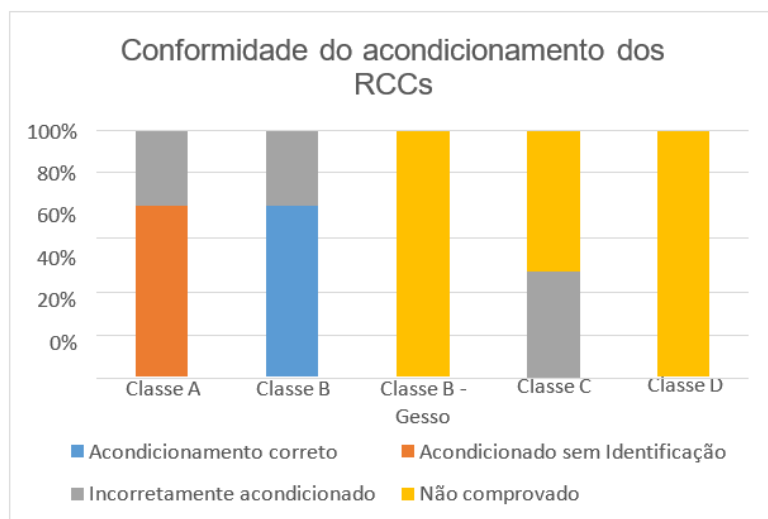


Figura 3 - Relação da conformidade do acondicionamento dos RCD nas obras com o Termo de Referência para Plano de Gerenciamento da Construção Civil
Fonte: Autor

Em relação à reutilização e a reciclagem de RCD, ambas não eram práticas comuns nas obras analisadas. Com exceção da madeira, reutilizada para escoras, fôrmas e montagem de bancos, nenhum outro resíduo observado foi reutilizado. Apenas uma das obras realizava a reciclagem de determinado material, triturando resíduos de classe A e utilizando-os como material de aterro na etapa inicial da construção. Pode-se então inferir que a prática de reutilização e reciclagem ao longo de todas as obras, é uma possibilidade prevista no PGRCC dos estudos de caso, mas não implementadas.

O transporte externo e a destinação final dos RCD, em todos os casos estudados, era realizado apenas por transportadoras e empresas licenciadas, que coletavam o material previamente triado a partir de sua destinação final (reciclagem ou destinação final de acordo com as normas técnicas). Aqui nesse quesito é impor-

tante destacar a importância da fiscalização do gestor municipal quanto ao destino correto ou descarte. Todas as empresas licenciadas para coletas de resíduos no município, obrigatoriamente tem que apresentar a indicação de onde foi coletado o material a ser descartado. Caso haja alguma mistura entre classe de resíduos não compatíveis com o PGRCC e em desacordo com o Termo de Referência, o órgão público notifica e faz autuação direta contra a empresa que coletou, e não contra o gerador. Deste modo, isto faz com que as empresas coletoras e transportadoras exijam dos geradores o devido cuidado com a triagem, para não arcarem com o prejuízo.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

O PGRCC tem como objetivo proporcionar um correto gerenciamento dos resíduos da construção civil, incentivar a reutilização e reciclagem, inibir o descarte incorreto de RCD, potenciais poluidores da zona urbana, e garantir a segregação, transporte e destinação final adequada (CONAMA, 2002; CASCAVEL, 2011).

Atendendo ao objetivo principal de verificar a real implementação do PGRCC nas obras, de modo a analisar sua aplicabilidade, melhorias e diagnosticar possíveis dificuldades, conclui-se que, apesar da existência de documentos oficiais do município oferecerem detalhadamente as diretrizes e metodologia que devem ser utilizadas para elaboração do PGRCC, seja ele em sua versão simplificada ou completa, as empresas aparentam estar negligenciando a sua efetiva implementação.

Observou-se que entre as principais falhas vinculadas aos gestores, são devidas à falta ou ineficiência do treinamento destinado aos funcionários, medida de extrema importância para a conscientização e aprendizado das diretrizes exigidas no gerenciamento dos resíduos. Como são os funcionários os reais responsáveis por todas as etapas dos RCD na obra, desde sua geração até a coleta final, o entendimento e engajamento desses no processo torna-se o ponto chave para o sucesso no correto manuseio dos resíduos da construção civil, resultando em potenciais ganhos para a construtora e principalmente para o meio ambiente.

Outra consideração é em relação à reutilização e reciclagem dos materiais. Para as empresas, não parece ser vantajoso a reutilização e reciclagem de boa parte dos materiais, por causa disso a grande maioria dos resíduos continua sendo descartada. A reutilização poderia ser melhor promovida e previamente prevista em projetos. Já a reciclagem é fator mais complexo visto que depende de equipamentos adequados e investimentos por parte das construtoras, e que estas não estão tendo capacidade de avaliar o quanto de ganho econômico e ambiental estariam obtendo com essa prática. Reitera-se que a reutilização e reciclagem é uma possibilidade prevista no PGRCC dos Estudos de Caso, mas não implementadas.

Porém, apesar de parecer ser um instrumento seguido apenas como uma me-



dida burocrática, os resíduos são transportados separadamente (entre classes e tipos de resíduos) e recebem destinação final de acordo com as normas. Cabe ressaltar que um ponto positivo para a gestão ambiental do município é o fato da Prefeitura exigir a comprovação de que os RCD estão sendo corretamente transportados como condicionante para a emissão do Certificado de Conclusão de Obra (CCO) e do Alvará de Habite-se, evitando assim que esse tipo de resíduo seja manuseado por empresas clandestinas. Desse modo, a eficiência do PGRCC não está apenas ligada à sua implementação em obra, mas também à regulamentação e fiscalização promovida pela Prefeitura Municipal.

De modo geral, dir-se-ia que a elaboração do PGRCC garante mais melhorias para o município na questão ambiental e gestão dos resíduos sólidos urbanos do que para a obra propriamente dita. Pôde-se observar nos estudos que as obras realizam as medidas relatadas no PGRCC apenas para cumprimento legal e não como uma medida de redução na geração de RCD, proporcionada através da conscientização e adoção de métodos para reutilização e reciclagem. Do ponto de vista da gestão ambiental a avaliação de impactos ambientais de modo correto dentro de uma obra, seria o procedimento mais objetivo para ajudar a esclarecer os executores que uma efetiva aplicação de medidas previstas no PGRCC, trariam ganhos econômicos e ambientais para os executores da mesma,

Seria um trabalho interessante caso houvesse possibilidade de estudar uma obra do porte das analisadas pelos estudos de caso, onde fosse aplicado ao longo de todo o período de execução da obra as práticas de reutilização e reciclagem, medindo-se o volume de RCD, ou peso, daquilo que é descartado ou transportado pelas empresa licenciadas. Isto ajudaria a demonstrar para os executores ou construtores, que um ganho na minoração dos resíduos, significa aumento na eficiência de seu processo executivo e uma redução de desperdícios. Para esse estudo, pode-se pensar num método adequado a ser aplicado em uma obra específica, para se avaliar os impactos ambientais evitados com o PGRCC com relação à diminuição de quantidades de resíduos geradas. Sugere-se por exemplo usar o Métodos das Redes de Interação, onde identificar-se-ia os impactos indiretos, ou de ordem inferior, em separado dos impactos primários ou diretos (Braga,2002). Com este conhecimento, pode-se fazer um adequado gerenciamento de riscos de modo que haja a possibilidade de analisar a aceitabilidade social dos riscos, no interior de obra (PHILIPPI et al., 2004).



Referências

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2014.

BRAGA, BENEDITO ET AL. Introdução à Engenharia Ambiental. **Prentice Hall**, São Paulo, 2002.

BRASIL. Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2 ago. 2010. Seção 1, p. 3-7.

CASCVEL. Decreto nº 9.775, de 7 de janeiro de 2011. Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC no Município de Cascavel, e dá outras providências. Órgão Oficial Eletrônico. Cascavel, PR, 10 fev. 2011. nº 249.

CASCVEL. Termo De Referência Para Plano De Gerenciamento De Resíduos Da Construção Civil Completo (PGRCC). Cascavel, PR, 25 abril 2015. Disponível em <http://www.cascavel.pr.gov.br/secretarias/sema/sub_pagina.php?id=907> Acesso em 10 de fevereiro 2018.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 17 jul. 2002. Seção 1, p. 95-96.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os Arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 19 jan. 2012. Seção 1, p. 76.

JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 113 p. **Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2000.

PHILIPPI, A.J.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri, SP: Editora Manole, 2004.

LIMA, R. S., LIMA, R. R. R. Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. **CREA**, Paraná, 2012.

OLIVEIRA, E. G. DE; MENDES, O. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: Estudo de caso da resolução 307 do Conama**. Goiânia, 2008.



CAPÍTULO 12

INCIDÊNCIA E LOCALIZAÇÃO DE LESÕES CUTÂNEAS EM EQUÍDEOS DE TRAÇÃO DE PETROLINA - PE EM 2018

INCIDENCE AND LOCATION OF SKIN INJURIES IN TRACTION EQUIDAE
FROM PETROLINA - PE, IN 2018

Adriana Gradela

Yandra Suellen Santos Pesqueira da Silva

Lucas Souza da Silva

Danrley Silva Oliveira

Alan Patrick Andrade de Souza

Marcelo Domingues de Faria

Resumo

Em Petrolina - PE é comum a presença de lesões cutâneas em equídeos de tração, as quais tiveram a incidência e localização avaliadas, visando estabelecer correlações com a espécie e o sexo dos animais. Foram analisados quanto a espécie, sexo e localização das lesões cutâneas crônicas e agudas 127 equídeos de tração apreendidos pelo CCZ em 2018. Dados foram avaliados por análise descritiva com porcentagem simples. Dos animais 72% (91/127) eram equinos, 27% (34/127) asininos e 1% (2/127) muares e 57% (73/127) machos e 43% (54/127) fêmeas. Na espécie equina 56% (51/91) eram machos e 44% (40/91) fêmeas; na espécie asinina 53% (18/34) e 47% (16/34), respectivamente, e na mular 100% (2/2) machos. Lesões ocorreram em 41% (52/127) dos animais, sendo 63% (33/52) machos; 37% (19/52) fêmeas; 81% (42/52) equinos, 19% (10/52) asininos e 0% (0/52) muares. Quanto à localização 79% (41/52) eram únicas e 21% (11/52) em mais de um local do corpo, sendo 27% (14/52) no chanfro; 19% (10/52) no dorso; 15% (8/52) no membro pélvico; 15% (8/52) na cernelha; 13% (7/52) na anca; 13% (7/52) nos olhos; 6% (3/52) no pescoço; 4% (2/52) no membro torácico; 2% (1/52) na face, 2% (1/52) na orelha e 2% (1/52) na cauda. Conclui-se que as más condições de trabalho e os maus tratos são frequentes nos equídeos de tração do município de Petrolina (PE) e que intervenções que mitiguem o impacto destes na saúde e no desempenho dos animais são importantes.

Palavras-chave: Feridas, Equinos, Asininos, Muares, Maus tratos.

Abstract

In Petrolina - PE, skin lesions in traction horses are common, and their incidence and location have been evaluated, in order to establish correlations with the species and sex of the animals. 127 traction horses seized by CCZ in 2018 were analyzed for the species, sex and location of chronic and acute skin lesions in 2018. Data were assessed by descriptive analysis with simple percentage. Of the animals 72% (91/127) were equine, 27% (34/127) donkeys and 1% (2/127) mules and 57% (73/127) males and 43% (54/127) females. In the equine species 56% (51/91) were males and 44% (40/91) females; in the ass species 53% (18/34) and 47% (16/34), respectively, and in the mule 100% (2/2) males. Injuries occurred in 41% (52/127) of the animals, 63% (33/52) males and 81% (42/52) equines, 19% (10/52) donkeys and 0% (0/52) mules. As for the location, 79% (41/52) were unique and 21% (11/52) in more than one location on the body, with 27% (14/52) in the chamfer; 19% (10/52) on the back; 15% (8/52) in the pelvic limb; 15% (8/52) at the withers; 13% (7/52) in the hip; 13% (7/52) in the eyes; 6% (3/52) in the neck; 4% (2/52) in the thoracic limb; 2% (1/52) on the face, 2% (1/52) on the ear and 2% (1/52) on the tail. It is concluded that single lesions are more frequent and are located in horses mainly in the hip and withers in females and in the eyes, limbs, back, chamfer and face of males and in male asses in the ear and tail, indicating poor working conditions and mistreatment.

Keywords: Wounds, Horses, Donkeys, Muares, Mistreatment.



1. INTRODUÇÃO

Os equídeos têm sido usados como animais de tração desde a antiguidade, sendo comuns em centros urbanos como Petrolina – PE tracionando carroças que recolhem lixos, entulhos, material para reciclagem, entre outros ou fazendo pequenos fretes. Esta situação também ocorre em outras cidades brasileiras (MARANHÃO et al., 2006 *apud* REZENDE et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2007; SCHADE et al., 2013; PEDROSA et al., 2018; NUNES et al., 2020) sendo fundamental para obtenção de renda informal para muitas famílias (SEGAT et al., 2016; PEDROSA et al., 2018).

Em equídeos as lesões cutâneas são as de maior incidência (PAGANELA et al. 2009, PESSOA et al., 2014a) e se caracterizam por ocorrerem na pele e serem, geralmente, produzidas por ações traumáticas externas, cuja intensidade ultrapassa a resistência dos tecidos atingidos e causarem dor, estresse e comprometimento do desempenho. As feridas podem ser classificadas em superficiais ou profundas, de acordo com o grau de penetração na pele. As superficiais não atingem a espessura total da pele e são representadas por equimoses, contusões e hematomas, enquanto as profundas, penetram a derme e compreendem as incisões, lacerações e perfurações. Em equinos as feridas mais comuns são as lacerações, seguidas pelas perfurações, em geral causadas por arames, pedaços de madeira ou mordidas (THOMASSIAN, 2005) e podem ser decorrentes tanto do comportamento ativo e movimentos bruscos (DUQUE et al., 2007) como de instalações inadequadas (WHITE, 2009; POLLOCK, 2011); maus tratos; uso contínuo de sela, esporas, arreio, chicote, entre outros (SOUZA, 2006; VON PEINEN et al., 2010; SILVA et al., 2018).

Geralmente o processo cicatricial de equinos apresenta prognóstico favorável, exceto quando as lesões localizam-se nas extremidades distais, pois podem ser complicadas devido a falta de tecido de revestimento, problemas circulatórios, movimento articular, maior propensão à contaminação e, conseqüentemente, à infecção (NETO, 2003). Sem contar no desconforto para o animal, nas perdas econômicas devido ao aspecto desagradável e nos gastos com tratamentos (SILVA, 2016).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a incidência e a localização de lesões cutâneas em equídeos de tração da cidade de Petrolina, PE, visando estabelecer correlações entre a localização e incidência das lesões e a espécie e sexo dos animais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Nos meses de março a setembro e de novembro de 2018 o Projeto Carroceiro da Univasf realizou intervenções mensais nos equídeos de tração apreendidos pelo Centro de Controle de Zoonoses de Petrolina – PE (Figura 1).



Figura 1 – Intervenções do Projeto Carroceiro da Univasf realizadas nos equídeos de tração apreendidos pelo Centro de Controle de Zoonoses de Petrolina – PE em 2018.
Fonte: Arquivo do Projeto Carroceiro.

Nas intervenções os animais eram avaliados quanto a espécie, o sexo e a presença e localização de lesões cutâneas crônicas e agudas. Na sequência, após serem limpas com solução salina hipertônica, as lesões eram tratadas com unguento e repelente de moscas (Figura 2)



Figura 2 – Intervenções do Projeto Carroceiro da Univasf realizadas mensalmente nos equídeos de tração apreendidos pelo Centro de Controle de Zoonoses de Petrolina – PE em 2018.
Fonte: Arquivo do Projeto Carroceiro.

Dados foram tabulados para posterior análise descritiva (absoluta e relativa), realização de tabelas e gráficos no programa Microsoft Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram atendidos 127 animais dos quais 72% (91/127) eram equinos, 27% (34/127) asininos e 2% (2/127) muares, 57% (73/127) machos e 43% (54/127) fêmeas. Não houve diferença na proporção de machos e fêmeas nas espécies equina e asinina, enquanto que nos muares houve mais machos que fêmeas (Gráfico 1).



Gráfico 1 – Distribuição dos equídeos de tração atendidos pelo Projeto Carroceiro da Universidade Federal do Vale do São Francisco no Centro de Controle de Zoonoses de Petrolina - PE, nos meses de março a setembro e em novembro de 2018, de acordo com o sexo.

Fonte: Arquivo do Projeto Carroceiro.

A maior de frequência de equinos, seguidos por asininos e muares concordou (PESSOA et al., 2014a) divergindo de Pessoa et al. (2014b) e Leão (2019) que observaram maior frequência de asininos e muares e de equinos, muares e asininos, respectivamente. Em relação ao maior número de machos houve concordância com Pessoa et al. (2014b) e Fonseca et al. (2016) e discordância de Paz et al. (2013) e Barbosa et al. (2020). Embora Fonseca et al. (2016) tenham observado que o sexo não era um fator preponderante na escolha de animais de tração (carroças) na área urbana de Araguaína (TO), em Petrolina (PE) a maior incidência de machos deveu-se a sua maior força muscular em relação as fêmeas.

A incidência de lesões cutâneas foi de 41% (52/127), sendo 63% (33/52) em machos e 37% (19/52) em fêmeas; 81% (42/52) em equinos, 19% (10/52) em asininos e 0% (0/52) em muares. Na espécie equina a incidência de lesões não foi influenciada pelo sexo, enquanto que na asinina, o número de machos lesionados foi expressivamente maior (Gráfico 2).



Gráfico 2 – Ocorrência de lesões cutâneas nos equídeos de tração atendidos pelo Projeto Carroceiro da Universidade Federal do Vale do São Francisco no Centro de Controle de Zoonoses de Pestrolina - PE, nos meses de março a setembro e em novembro de 2018, de acordo com o sexo.

Fonte: Arquivo do Projeto Carroceiro.

A incidência de lesões cutâneas (41%) neste estudo foi superior aos 26,05% descritos por Pessoa et al. (2014a); 34% por Pessoa et al. (2014b); 29,8% por Silva et al. (2018) e inferior aos 96% observados por Reis et al. (2011) e 61% por Leão (2019). Diferente de Pessoa et al. (2014a) que observaram maior frequência de lesões em muares (47,06%) e asininos (30%) do que em equinos (23,04%), neste estudo os equinos foram os mais acometidos e, na sequência, os asininos. Leão (2019) observaram 40% em equinos, seguidos por 6% nos muares e 1% em asininos. Em comum com Pessoa et al. (2014b) não houve em equinos relação entre presença de lesões cutâneas e o sexo do animal, ao contrário do observado nos asininos em que houve acometimento bastante expressivo dos machos. Acredita-se que o temperamento mais voluntarioso e desobediente destes tenha sido o responsável por este resultado, como confirmado pela maior incidência de lesões decorrentes de maus tratos.

Considerando a localização das lesões no corpo do animal, elas ocorreram em maior número no chanfro, seguido pelo dorso; membro pélvico; cernelha; anca; olho e pescoço e, na mesma proporção, no membro torácico, cauda, face e orelha (Gráfico 3). A Figura 3 exhibe algumas lesões verificadas nos animais estudados.

Silva et al. (2018) observaram lesões no focinho (36,0%); membros (20,0%); dorso (12,0%); anca (12,0%); cernelha (8,0%); peito (8,0%) e pescoço (4,0%). Em 79% (41/52) dos animais deste estudo as lesões foram únicas e em 21% (11/52) observou-se mais de uma lesão no mesmo animal. Lesões múltiplas foram observadas em equinos (45%, 5/11) e asininos (55%, 6/11) e envolviam o chanfro e outro(s) local(is) em 36% (4/11) dos animais; os membros e outro(s) local(is) em 27% (3/11); o dorso e outro(s) local(is) em 27% (3/11) e o pescoço e outro(s) local(is) em 19% (2/11). Silva et al. (2018) observaram mais de uma lesão em 32,0% (8/25) dos animais e Reis et al. (2011) na maioria animais, sendo em 29% dos casos em membros, cabeça e cavidade oral e em 46% na cabeça e nos membros.

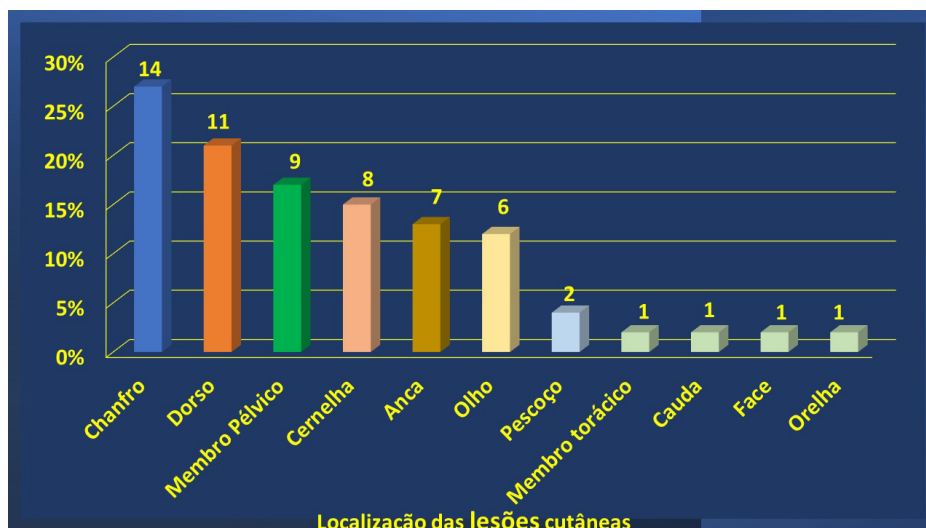


Gráfico 3 – Localização das lesões cutâneas (em número e porcentagem) em equídeos de tração atendidos pelo Projeto Carroceiro da Universidade Federal do Vale do São Francisco no Centro de Controle de Zoonoses de Pestrolina - PE, nos meses de março a setembro e em novembro de 2018.

Fonte: Arquivo do Projeto Carroceiro.



Figura 3 - Lesões cutâneas observadas em equídeos de tração atendidos pelo Projeto Carroceiro da Universidade Federal do Vale do São Francisco no Centro de Controle de Zoonoses de Pestrolina - PE, nos meses de março a setembro e em novembro de 2018.

Fonte: Arquivo do Projeto Carroceiro.

Ao se relacionar a localização das lesões com a espécie e o sexo, verificou-se que em éguas, por ordem de frequência de localização, as lesões ocorreram principalmente na cernelha, membro pélvico, dorso, anca e chanfro e olho; em garanhões no membro torácico e face, olho, chanfro, dorso, cernelha, membro pélvico e anca; em jumentas na anca e no chanfro e em jumentos cauda, pescoço e orelha, em seguida na anca, chanfro e membro pélvico e, por fim, no dorso (Gráfico 4).

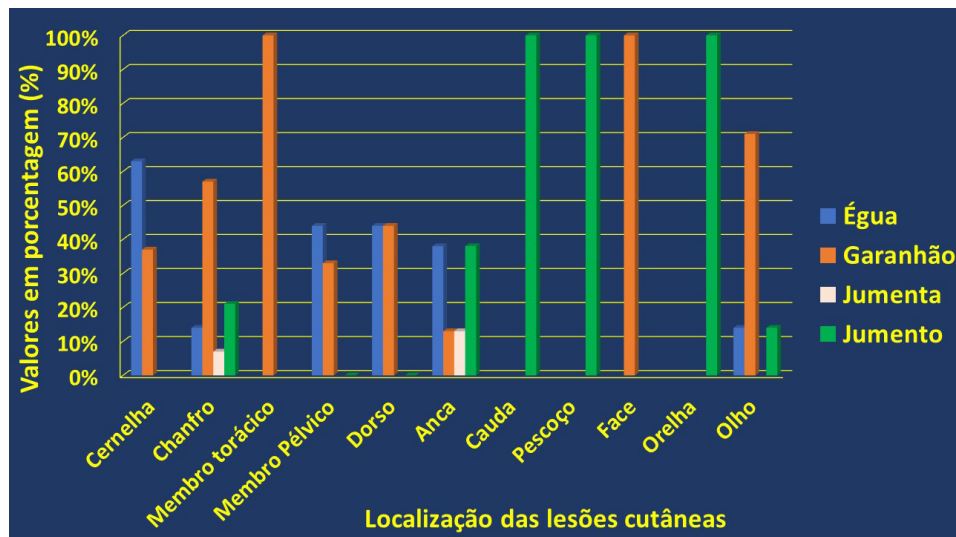


Gráfico 4 – Frequência das lesões cutâneas de acordo com a espécie e o sexo nos equídeos atendidos pelo Projeto Carroceiro da Universidade Federal do Vale do São Francisco no Centro de Controle de Zoonoses de Petrolina - PE, nos meses de março a setembro e em novembro de 2018.
Fonte: Arquivo do Projeto Carroceiro.

Lesões no olho de equinos e asininos foram causadas por habronemose (83%, 5/6) ou por maus tratos (16%, 1/6). A habronemose conjuntival consistia de tecido proliferativo e ulcerado presente comissura medial dos olhos, sendo causada pelo *Habronema muscae* e transmitida pela mosca dos estábulos (*Stomoxys calcitrans*) e pela mosca doméstica (*Musca domestica*), seus hospedeiros intermediários e vetores (SILVA et al., 2017), a qual quando não tratada corretamente pode evoluir para úlcera de córnea (THOMASSIAN, 2005). Pessoa et al. (2014a) observaram a ocorrência de habronemose apenas em equinos (7,38%) e muares (15%) e Leão (2019) diagnosticou afecções oculares em 6% dos atendimentos. Estes achados reforçaram a importância de orientações aos proprietários sobre as consequências e a profilaxia da habronemose, bem como do manejo dos animais sem uso de violência. As demais lesões foram semelhantes aquelas descritas em animais utilizados para a tração de carroças em cidades do semiárido nordestino (PESSOA et al., 2014b) e de Manaus (AM) (LEÃO, 2019).

As lesões no chanfro e no dorso e cernelha foram causadas, respectivamente, pelo uso inadequado e contínuo de cabrestos e de arreios e as lesões na orelha, pescoço, face, cauda e anca foram causadas por maus tratos ou punições e chicotes concordando com Souza (2006); Von Peinen et al. (2010) e Silva et al. (2018). Por sua vez, as lesões nos membros foram ocasionadas tanto por lascas de madeira quanto por cercas de arame farpado devido a instalações inadequadas (WHITE, 2009; POLLOCK, 2011). Portanto, o emprego de maus tratos e de técnicas de manejo e instalações inadequadas resultaram na alta incidência de lesões cutâneas nos equídeos de tração de Petrolina.

4. CONCLUSÃO

A maioria dos animais apreendidos e lesionados são equinos machos e a maior parte das lesões é única e localizada principalmente no chanfro, dorso e membro pélvico. Conclui-se que as más condições de trabalho e os maus tratos são frequentes nos equídeos de tração do município de Petrolina (PE) e que intervenções que mitiguem o impacto destes na saúde e no desempenho dos animais são importantes.

Referências

- BARBOSA, S.N. Caracterização do manejo e condutor de equídeos de carroça na área urbana de São Luís, Maranhão. **Pubvet**, v.14, n.7, a615, p.1-6, Jul., 2020
- DUQUE, D. et al. Avulsion en laregión metatarsiana dorsal en un equino. **CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v.2, n.2, p.38-46, 2007.
- FONSECA, R.S. et al. Padrão morfométrico de equinos de tração no município de Araguaína, Tocantins. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v.14, p.195-202, 2016.
- LEÃO, C.A. **Principais enfermidades em equídeos de tração atendidos pelo Projeto Carroceiro da UFRA em Belém - Pará, no período de 2013 a 2017**. 2019, 3f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Manaus, AM.
- NETO J.C.L. **Considerações sobre a cicatrização e o tratamento de feridas cutâneas em equinos em 2003**. Online. Disponível em: <http://br.merial.com/pdf/arquivo8.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2021.
- NUNES, A.K.R. et al. Equídeos de tração atendidos pelo Projeto Carroceiro da Univasf no município de Casa Nova – BA. p. 190-201. In: BARBOSA, F.C. **Medicina Veterinária: princípios fundamentais**. Piracanjuba-GO: Editora Conhecimento Livre, 2020.
- OLIVEIRA, L.M. et al. Carroceiros e equídeos de tração: um problema sócio-ambiental. **Caminhos de Geografia**, v.24, n.8, p.204-16, 2007.
- PAGANELA, J.C. et al. Abordagem clínica de feridas cutâneas em equinos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinária**, v.104, n.569/572, p.13-18, 2009.
- PAZ, C.R.F. et al. Padrão biométrico dos cavalos de tração da cidade de Pelotas no Rio Grande do Sul. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.2, p. 159-63, 2013.
- PEDROSA, P.N. et al. Tração do bem: construindo conhecimentos através do assistencialismo veterinário. **Revista Principia**, n.43, p.40-9, 2018.
- PESSOA, A.F.A. et al. Doenças de pele em equídeos no semiárido brasileiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, n.8, p.743-48, 2014a.
- PESSOA, A.F.A. et al. Doenças de asininos e muares no semiárido brasileiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, n.12, p.1210-14, 2014b.
- POLLOCK, P.J. An approach to wounds in horses. In: INTERNACIONAL CONGRESS OF THE WORLD EQUINE VETERINARY ASSOCIATION–WEVA, XII, 2011, Hyderabad, India. **Proceeding...** Hyderabad, India: IVIS-International Veterinary Information Service, 2011.
- REIS, A.S.B. Lesões traumáticas de pele causadas pelos espinhos de *Mimosa pudica* e *Mimosa debilis* em equídeos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.31, n.9, p.768-72, 2011.
- REZENDE, M.P.G.; RAMIRES, G.G., SOUZA, J.C. Equinos utilizados para tração de carroças em Aquidauana (MS) estão aptos para tal finalidade? **Revista Agrarian**, v.6, n.22, p.505-13, 2013.



SCHADE, J. et al. Biometria do equilíbrio podal em equinos de tração pertencentes ao Programa de Extensão "Amigo do Carroceiro" do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina no município de Lages/ SC, Brasil. **Ciência Rural**, v.43, p.456-61, 2013.

SEGAT, H.J. et al. Equinos urbanos de tração: interação social, sanidade e bem estar animal. **Revista Investigação**, v.15, n.4, p.71-6, 2016.

SILVA, J.S. et al. Ações do projeto carroceiro em 2016. **Extramuros: Revista de Extensão da UNIVASF**, v. 6, n. 1, p. 21-6, 2018.

SILVA, T.O. et al. Habronemose cutânea equina – relato de caso. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, Ano XIV - Número 29, 2017. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/wAcPE5kYUWzH2sG_2017-11-8-12-53-7.pdf. Acesso em 14 fev. 2021.

SILVA, M.B. **Prevalência e fatores associados à dermatofitose equina**. 2016. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais,

SOUZA, M.F.A. Implicações para o bemestar para eqüinos utilizados para tração de veículos. **Revista Brasileira de Direito Animal**, v.1, n.1, p.51-2, 2006.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos**. 4.ed. São Paulo: Varela, 2005. 573p.

VON PEINEN, K. et al. Relationship between saddle pressure measurements and clinical signs of saddle soreness at the withers. **Equine Veterinary Journal**, v.42, n.s38, p.650-53, 2010.

WHITE, N.A. Colic prevalence, risk factors and prevention. **Advances in Equine Nutrition IV**, p. 313, 2009.



CAPÍTULO 13

INFLUÊNCIA DE DOSES DE NITROGÊNIO NO VALOR NUTRITIVO DE FORRAGEIRA COMERCIAL COM E SEM IRRIGAÇÃO

INFLUENCE OF NITROGEN DOSES ON THE NUTRITIONAL VALUE OF
COMMERCIAL FORAGE WITH AND WITHOUT IRRIGATION

Arthur Carniato Sanches

Fernanda Lamede Ferreira de Jesus

Rodrigo Couto Santos

Eder Pereira Gomes

Luciano Oliveira Geisenhoff

Max Emerson Rickli

Fagner Lopes Theodoro

João Pedro Rodrigues da Silva

Bruno Machado Antunes

Stephany Lillian Silveira França

Claudeir de Souza Santana

Resumo

O trabalho foi conduzido em uma propriedade de atividade leiteira no município de Xambrê, região Noroeste do Paraná, no período de março de 2011 a fevereiro de 2013, com objetivo de avaliar o valor nutricional do capim Tifton 85 com e sem irrigação sob doses de nitrogênio. As parcelas experimentais foram implantadas com delineamento de blocos ao acaso com e sem irrigação e as subparcelas por meio de quatro doses de nitrogênio: 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ ciclo de corte⁻¹, com quatro repetições. O delineamento experimental foi um fatorial (2 x 2 x 4 x 8), sendo testados os fatores ano, irrigação, doses nitrogenadas e ciclo de corte, respectivamente. Foram avaliados os parâmetros bromatológicos: fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e o teor de proteína bruta. Os anos apresentaram efeitos nos teores de fibra em detergente neutro e proteína bruta da forragem. Com irrigação obteve acréscimos de proteína bruta de 13,0 para 13,9% e decréscimo de fibra em detergente neutro. Proteína bruta respondeu linearmente as doses de nitrogênio. Houve interação significativa entre doses de nitrogênio e irrigação. Ocorreram diferenças significativas entre os ciclos de corte durante os anos experimentais.

Palavras-chave: manejo de irrigação, produção vegetal, tênsiometria

Abstract

The work was conducted in a dairy business property in the municipality of Xambrê, the northwest of Paraná, from March 2012 to February 2013, to evaluate the nutritional value of Tifton 85 grass with and without irrigation under nitrogen levels. The experiment plots were implanted with completely randomized blocks with and without irrigation and the subplots four nitrogen levels: 0, 20, 40 and 60 kg ha⁻¹ cut cycle⁻¹, with four replications. The experimental design was a factorial (2 x 2 x 4 x 8), tested the factors year, irrigation, nitrogen levels and cutting cycle, respectively. Chemical parameters were evaluated: neutral detergent fiber, acid detergent fiber and crude protein content. The years had effects on fiber neutral detergent and crude protein forage. With irrigation obtained crude protein increases of 13.0 to 13.9% and decreased neutral fiber detergent. Crude protein linearly responded nitrogen rates. There was a significant interaction between nitrogen and irrigation. There were significant differences between the cutting cycles during the experimental years.

Keywords: irrigation management, vegetables production, tensiontrial



1. INTRODUÇÃO

Com a maior competitividade imprimida pela agricultura intensiva no país, a elevação dos insumos e dos preços das terras, os pecuaristas tiveram que buscar a verticalização do sistema produtivo (LOPES, 2017). Assim, compreender os aspectos de disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, temperatura e luminosidade é fundamental para o uso de estratégias de manejo racionais e eficientes nas forrageiras (SKONIESKI et al., 2011).

O crescimento e desenvolvimento da planta forrageira tropical é variável ao longo do ano e influenciado por vários fatores ambientais, além do que, em muitos sistemas de pastejo o valor nutritivo da forragem pode ser insuficiente para atender as necessidades animal (GURGEL, et al., 2020).

Normalmente o teor de proteína bruta do Tifton 85 encontrado está na faixa de 14 a 19% (LIU et al., 2011), sendo que a concentração é variável ao longo do ano e depende da temperatura e fotoperíodo (ESMAILI; SALEHI, 2012).

A baixa produtividade no inverno é reflexo das baixas temperaturas, baixos índices de radiação solar e baixa precipitação. Assim como o valor nutricional pode ser sensivelmente alterado, o menor crescimento de forragem pode ocorrer em função da concentração de proteína bruta da forragem influenciada pelo clima (SANCHES et al., 2016).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o valor nutricional do capim Tifton 85 na ausência e presença de irrigação, na região Noroeste do Paraná.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma propriedade de atividade leiteira, localizada em uma área de Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2006), textura arenosa, no município de Xambê/PR (23°44' de latitude sul, 53°28' de longitude oeste e 418 m de altitude), no período compreendido de março de 2011 a fevereiro de 2013. O solo da área experimental na camada de 0,0 - 0,20 m apresentava as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) de 5,3, P igual a 3,2 mg dm⁻³, H⁺+Al³⁺, Al³⁺, Ca²⁺+ Mg²⁺ e K⁺ iguais a 2,74, 0,00, 1,88 e 0,05 cmol_c dm⁻³. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Cfa (ALVARES et al., 2013).

Em 16 de outubro de 2010 foi aplicado na área a lanço 1160 kg ha⁻¹ de calcário calcítico (PRNT= 75%). Realizou-se o preparo do solo com aração profunda (0,0 - 0,40 m) com arado de 03 discos e gradagem (0,0 - 0,20 m) por meio de grade aradora de 16 discos. Posteriormente, foi realizada adubação de base com 120 kg ha⁻¹

de P_2O_5 na forma de superfosfato triplo, juntamente com o transplante das mudas de capim Tifton 85, com espaçamento de 0,50 m, distribuídas em sulcos abertos pelo sulcador de linha (tração animal) a 0,20 m de profundidade.

Após brotação das mudas foram realizadas adubações com 200 kg de N ha^{-1} na forma de ureia e 100 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio, parceladas em cinco vezes, sendo a primeira aos 21 dias após transplante (DAT) e depois a cada 30 dias. Após a última parcela da adubação, em 5 de março de 2011, liberou-se a área para pastejo e em seguida fez-se a uniformização da altura do capim por meio de roçada a 12 cm.

Durante o período pré-experimental (16/10/2010 a 05/03/2011), o controle de plantas daninhas ocorreu por meio de retiradas manuais e controle químico com 0,4 L de Volcane® em associação com 0,4 L de Diuron®, parcelado em duas vezes, 15 e 45 DAT, com solução de 0,01 L L^{-1} .

O experimento foi implantado em delineamento de blocos ao acaso com esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pela irrigação (presença e ausência) e as subparcelas por meio de 4 doses de nitrogênio (N): 0, 20, 40 e 60 kg ha^{-1} ciclo de pastejo $^{-1}$, na forma de sulfato de amônio, com quatro repetições. A adubação potássica foi feita na relação de 0,7 entre K_2O e N.

A irrigação ocorreu por meio de um sistema de aspersão com espaçamento de 15 m por 15 m, coincidente a área da parcela experimental. O sistema foi composto por aspersores de baixa vazão com intensidade de aplicação (IA) de 4,15 mm h^{-1} a 40 mca de pressão, com uma lâmina de irrigação total (LI) nos anos 1 e 2 de 1095,3 e 1032,6 mm, respectivamente, no decorrer do experimento (Tabela 1).

Período	ANO 1			ANO 2		
	LI (mm)	EI (nº)	P (mm)	LI (mm)	EI (nº)	P (mm)
Março	78,1	6	191,2	100	7	89,8
Abril	77,5	8	115,1	63,8	8	163,7
Maio	88,1	7	15,1	60,2	6	161,5
Junho	82,6	7	162,9	65,8	7	210,5
Julho	59,9	6	257,5	85,2	9	26,6
Agosto	105	9	45,5	121	9	15,3
Setembro	89,6	7	121,3	102,1	8	75,4
Outubro	62,6	5	304,4	75,7	8	134,2
Novembro	121,2	8	194,8	84,6	8	134,2
Dezembro	137,2	9	20,3	100,4	8	96,5
Janeiro	96,8	8	83,9	105,3	7	121,1
Fevereiro	96,6	7	164	68,5	6	152,9
TOTAL	1095,3	87	1675,9	1032,6	91	1407,9

* LI - Lâmina de irrigação, EI - Eventos de irrigação, P - Precipitação.

Tabela 1 - Precipitação, lâminas e eventos de irrigação no experimento*, de março/ 2011 a fevereiro/ 2012 (ANO 1) e de março/ 2012 a fevereiro/ 2013 (ANO 2). Mariluz/PR.

Fonte: Os Autores



O manejo de irrigação foi realizado de forma suplementar, com turno de rega fixo (quarta-feira e sábado) a partir da leitura de tensiômetros instalados a 0,20 m de profundidade (metade da profundidade efetiva). As irrigações ocorriam somente quando o potencial matricial de água no solo (ψ_m) era superior a 6 kPa considerada potencial matricial na capacidade de campo ou umidade volumétrica na capacidade de campo (θ_{cc}), conforme Andrade e Stone (2011).

Antes de iniciar o experimento, retirou-se 4 amostras indeformadas no perfil vertical do solo na área experimental, sendo duas na metade do intervalo de 0 - 0,2 m e mais duas na metade do intervalo de 0,20 - 0,40 m, com sua média representando a camada de 0 a 0,40 m. Estas amostras foram saturadas e posteriormente os valores de θ_a estimados a partir da curva de retenção de água no solo obtida no laboratório de Relações, Água, solo, Planta e Atmosfera da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pelo extrator de Richard's.

A lâmina de irrigação (LI) aplicada durante o experimento foi determinada pela diferença entre umidade volumétrica na capacidade de campo (θ_{cc}) e a umidade volumétrica atual (θ_a), multiplicada pela profundidade efetiva da raiz (Z), igual a 400 mm. O ajuste foi realizado pela Equação 1 proposta por Genutchen (1980):

$$\theta_a = 0,065 + \left[\frac{0,302}{[1 + (0,5749 \psi_{m a})^{2,1955}]^{0,2737}} \right] \quad (1)$$

Em que:

θ_a = umidade volumétrica atual ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$).

$\psi_{m a}$ = potencial matricial atual de água no solo (kPa).

A altura de pastejo do capim Tifton 85 foi medida uma vez por semana e as coletas foram realizadas nos momentos em que estas alturas superaram o valor de 30 cm nas parcelas adubadas com 40 kg N ha^{-1} (visando as mesmas datas de corte para todos os tratamentos). Nestas ocasiões foram coletadas nos centros das parcelas uma área de 1 m^2 , realizando corte a 12 cm. Após as coletas, toda área experimental era rebaixada também a 12 cm por meio do pastejo dos animais.

No primeiro ano (ano 1) e segundo ano (ano 2) de experimento foram realizados 12 coletas na área irrigada e 8 na área não irrigada. As coletas irrigadas foram realizadas nas datas 31 de março, 28 de abril, 15 de junho, 10 de julho, 26 de agosto, 13 e 29 de setembro, 19 de outubro, 22 de novembro, 06 de janeiro, 21 de janeiro e 28 de fevereiro. Nas parcelas não irrigada não foram realizadas coletas nos meses de junho, agosto, a segunda coleta de setembro e a de fevereiro.

Em laboratório, as amostras de capim Tifton 85 foram submetidas à análise nutricional, conforme recomendação de Martini et al. (2020), determinando-se os

parâmetros bromatológicos: teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DivMS). Por não existir produção de forragem durante o inverno nas parcelas não irrigadas, para fins estatísticos, foram comparados somente os resultados obtidos nas estações de primavera, verão e outono.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade (teste F). Nos casos em que houve diferenças significativas utilizou-se teste de Tukey para comparação dos tratamentos. O software utilizado nas análises foi o SISVAR[®] (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi superior no tratamento não irrigado. Portanto, a irrigação pode ter colaborado para a formação de novas células de crescimento, que segundo Silva et al. (2020), células novas contribuem para maior concentração de conteúdo celular, e conseqüentemente, menor de FDN. Tal fato foi observado principalmente na sexta coleta, período compreendido pelo inverno, onde ocorreram altos valores de y_m na parcela não irrigada, com uma alta LI em agosto no primeiro e segundo ano de 105 e 121 mm (Tabela 1), respectivamente, justificando a alta aversão de valores de FDN (Tabela 2).

		ANO 1	ANO 2	I	NI	MG
Ciclos de Coleta (Ciclos de pastejo)	1º	83,6 aA	72,7 bD	77,4 aA	78,9 aCD	78,2 bc
	2º	80,5 aAB	81,9 aB	78,8 bA	83,6 aAB	81,2 ab
	3º*	85,0*	---	82,9*	---	---
	4º	76,5 aBC	80,7*	77,3 aA	77,6 aCD	77,4 c
	5º*	63,4*	72,9*	68,2*	---	---
	6º	72,9 bC	92,1 aA	78,7 bA	86,2 aA	82,5 a
	7º*	80,6*	80,3*	80,5*	---	---
	8º	74,7 bC	82,1 aB	78,6 aA	78,2 aCD	78,4 bc
	9º	79,8 aAB	80,4 aB	80,8 aA	79,4 aBCD	80,1 abc
	10º	80,1 aAB	74,9 bCD	78,7 aA	76,3 aD	77,5 c
	11º	81,2 aA	79,9 aB	79,7 aA	81,4 aBC	80,6 abc
	12º#	80,7#	---	---	---	---
MG	78,7 b	80,3 a	78,7 b	80,2 a	79,5	

I: irrigado e NI: não irrigado. Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). * As médias correspondem somente às parcelas irrigadas. # Somente no primeiro ano ocorreu 12 cortes irrigados.

Tabela 2 - Valores de fibra detergente neutro (FDN) do capim Tifton 85 irrigado e não irrigado, ao longo dos ciclos 2011-2013. Mariluz/PR.

Fonte: Os Autores

Em trabalho conduzido com Tifton 85 com corte em 9 idades de rebrota Oliveira, et al. (2011) aos 28 dias de rebrota observou um teor médio de FDN de 74,9%



e FDA 37,2%. Este resultado foi similar ao valor médio encontrado no trabalho de 79,5% de FDN, assim como, outros trabalhos com o gênero *Cynodon ssp.* demonstraram resultados entre Os valores de FDN e FDA encontram-se dentro da literatura, de 70 à 85% e 30 à 45%, respectivamente (NERES et al., 2012; SILVA et al., 2020).

Os valores médios de fibra em detergente ácido (FDA) não foram alterados em função da irrigação mantendo-se na faixa considerada ideal de 30 a 45% (BOW; MUIR et al., 2010; NERES et al., 2012). Os maiores teores de FDA e FDN no verão mostraram que com as altas temperaturas podem ter favorecido o envelhecimento celular e formar mais tecidos fibrosos (Tabela 3).

Na média geral, o teor de proteína bruta (PB) foi superior em irrigado (Tabela 4). Bow & Muir (2010) em Tifton 85 irrigado no Texas-USA encontraram valor médio de PB de 12,7% com corte de 28 dias, valor este inferior aos 13,6% de PB sob irrigação no presente trabalho. Ao longo dos ciclos, a PB é superior também em irrigado com contribuição dos menores valores de ψ_m na parcela não irrigada das que gerou uma LI total de 1095,3 e 1032,6 no primeiro e segundo ano de experimento, respectivamente (Tabela 1).

		ANO 1	ANO 2	I	NI	MG
Ciclos de Coleta (Ciclos de pastejo)	1°	36,9 aA	29,4 bD	33,8 aA	32,5 aA	33,2 ab
	2°	34,5 aAB	33,3 ³ , 3 ³ , 5 ⁵	33,6 aA	34,5 aA	34,0 ab
	3°#	33,9*	aABCD 33,4*	33,7*	---	---
	4°	33,6 aABC	35,3 aAB	34,2 aA	34,7 aA	34,5 a
	5°#	26,5*	28,2*	27,4*	---	---
	6°	29,9 bCD	37,6 aA	32,6 aA	35,0 aA	33,8 ab
	7°#	33,1*	32,5*	32,8*	---	---
	8°	26,9 bD	33,0 aBCD	29,9 aA	29,9 aA	29,9 c
	9°	32,8 aABC	34,1 aABC	32,2 aA	34,7 aA	33,5 ab
	10°	32,2 aBC	30,2 aCD	31,6 aA	30,8 aA	31,2 bc
	11°	33,1 aABC	31,9 aBCD	32,8 aA	32,1 aA	32,5 abc
	12°#	35,1#	---	---	---	---
MG	32,5 a	33,1 a	32,6 a	33,0 a	32,8	

I: irrigado e NI: não irrigado. Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). * As médias correspondem somente às parcelas irrigadas. # Somente no primeiro ano ocorreu 12 cortes irrigados.

Tabela 3 - Valores de fibra detergente ácido (FDA) do capim Tifton 85 irrigado e não irrigado, ao longo dos ciclos, 2011-2013. Mariluz/PR.

Fonte: Os Autores

		ANO 1	ANO 2	I	NI	MG
Ciclos de Coleta (Ciclos de pastejo)	1º	13,6 aBC	13,4 aAB	13,8 aABC	13,2 bAB	13,5 ab
	2º	13,5 aBC	13,4 aAB	14,3 aA	12,5 bC	13,4 ab
	3º*	13,1*	14,0*	13,6*	---	---
	4º	14,7 aA	12,8 bB	13,8 aABC	13,6 aA	13,7 a
	5º*	17,0*	14,0*	15,5*	---	---
	6º	14,0 aB	13,2 bAB	14,2 aAB	13,0 bABC	13,6 ab
	7º*	14,0*	14,2*	14,1*	---	---
	8º	13,6 aBC	12,9 bB	13,9 aABC	12,6 bBC	13,3 ab
	9º	13,3 aBC	13,4 aAB	13,6 aBC	13,2 aABC	13,4 ab
	10º	13,0 bC	13,4 aAB	13,2 aC	13,2 aABC	13,2 b
	11º	13,0 bC	13,8 aA	13,9 aAB	12,9 bBC	13,4 ab
	12º#	13,6#	---	---	---	---
MG	13,6 a	13,3 b	13,9 a	13,0 b	13,5	

I: irrigado e NI: não irrigado. Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). * As médias correspondem somente às parcelas irrigadas. # Somente no primeiro ano ocorreu 12 cortes irrigados.

Tabela 4 - Valores de proteína bruta (PB) do capim Tifton 85 irrigado e não irrigado, ao longo dos ciclos, 2011-2013. Mariluz/PR.

Fonte: Os Autores

A média de 13,9 % de PB irrigada se encontra próximo a faixa de 14 a 19% apontada (SANCHES et al., 2015; LIU et al., 2011). As pequenas variações ocorridas durante as coletas demonstram que os valores mais altos de 14,3, 15,5% e 14,2% ocorreram no segundo, quinto e sexto ciclos, que podem ter contribuição das temperaturas mais amenas no período, onde ocorrem no período de outono abundantes chuvas, entre março e junho um acumulado de 484,3 e 625,5 mm nos anos 1 e 2, respectivamente (Tabela 1).

A média geral é 13,5% de proteína bruta, com variações bem pequenas ao longo dos ciclos nos dois anos de experimento. Essa relação de variação dos teores de PB ao longo do ano (outono, inverno, primavera e verão) também são apontadas por Moreira et al. (2012) em trabalhos com Tifton 85. No entanto, segundo estes autores, no período de inverno/primavera inicia-se com 18,4% no inverno e termina 11,9% na primavera. Ainda, Brow et al. (2012) observaram no *Cynodon spp* decréscimos de 15,5 a 8,9% de proteína bruta ao longo de nove semanas entre os meses de junho, julho e agosto, em El Reno-Oklahoma.

4. CONCLUSÕES

A irrigação promoveu menores teores médios de FDN, o que pode resultar em melhor palatabilidade animal da forrageira. A irrigação promoveu maior qualidade nutricional da forrageira, com teores de Proteína Bruta superiores ao tratamento não irrigado. Os teores de FDA não apresentaram resultados significativos.



5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pela ajuda na divulgação do trabalho. À UFGD pelo apoio do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola.

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHA, P. C.; GONÇALVES, L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Estimativa da umidade na capacidade de campo em solos sob Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.111-116, 2011.
- BOW, J. R.; MUIR, J. P. Dynamics of harvesting and feeding *Cynodon* hybrid Tifton 85 hay of varying maturities to wether kids. **Small Ruminant Research**, v. 93, p. 198-201, 2010.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: **EMBRAPA**, 2006. 306p.
- ESMAILI, S. & SALEHI H. Effects of temperature and photoperiod on postponing bermudagrass *Cynodon dactylon* turf dormancy. **Journal of plant physiology**, v.169.9 p. 851-858, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n.2, p. 109-112, 2014.
- GURGEL, A. L. C.; SANTANA, J. C. S.; THEODORO, G. F.; DIFANTE, G. S.; DE ALMEIDA, E. M.; ARCANJO, A. H. M.; FERNANDES, P. B. Compactação do solo: efeitos na nutrição mineral e produtividade de plantas forrageiras. **Revista Científica Rural**, v.22, p.13-29. 2020.
- LIU, K., SOLLENBERGER, L. E., NEWMAN, Y. C., VENDRAMINI, J. M. B., INTERRANTE, S. M., & WHITE-LEECH, R. Grazing management effects on productivity, nutritive value, and persistence of 'Tifton 85'bermudagrass. **Crop science**, v. 51, n. 1, p. 353-360, 2011.
- LOPES, M. A. O futuro da gestão de riscos na agropecuária. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 3-7, 2017.
- MARTINI, A. P. M.; DE MOURA, A. F.; BORCHATE, D.; ADAMS, S. M.; DA SILVA, M. B.; COCCO, J. M.; ALVES FILHO, D. C. Comportamento ingestivo e padrões de deslocamento de novilhas de corte em Tifton 85 com diferentes níveis de suplementação. **Research, Society and Development**, v.9, n.11, e94491110510-e94491110510. 2020.
- MOREIRA, A. L., REIS, R. A., SIMILI, F. F., GOMIDE, C. A. D. M., RUGGIERI, A. C., & BERCHIELLI, T. T. Nitrogen and carbohydrate fractions in exclusive Tifton 85 and in pasture oversown with annual winter forage species. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 34, n. 1, p. 07-14, 2012.
- NERES, M. A.; CASTAGNARA, D.D.; SILVA, F. B.; DE OLIVEIRAI, P. S. R.; MESQUITA, E. E.; BERNARDI, T. C.; GUARIANTI, A. J.; VOGT, A. S. L. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 862-869, 2012.
- OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; RIBEIRO, K. G.; SANTOS, M. E. R.; CHIZZOTTI, F. H.M.; CECON, P. R. Produção e valor nutritivo do capim-coastcross sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 694-703, 2011.
- SANCHES, A. C., GOMES, E. P., RICKLI, M. E., FASOLIN, J. P., SOARES, M. R., & DE GOES, R. H. Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. **Revista Brasileira de Engenharia e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 126-133, 2015.

SANCHES, A. C.; GOMES, E. P.; RICKLI, M. E.; FRISKE, E. Produtividade, composição botânica e valor nutricional do tifton 85 nas diferentes estações do ano sob irrigação. **Irriga**, v.1, p. 221-221. 2016.

SILVA, E. B. D.; CARNEIRO, M. S. D. S.; FURTADO, R. N.; LOPES, M. N.; BRAGA, M. D. M. Composição química do capim BRS Zuri submetido a níveis de salinidade e lâminas de irrigação. **Revista Ciência Agrônômica**, v.51, e20175997, 2020.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. – Viçosa: UFV, 2002.

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NÖRNBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A. D.; MEINERZ, G. R. Botanic and structural composition and nutritional value on intercropped ryegrass pastures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 550-556, 2011.



CAPÍTULO 14

RECURSOS HIDRICOS NO NORTE DE MINAS GERAIS NA INTERFACE DA GOVERNANÇA, EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E MOBILIZAÇÃO SOCIAL

WATER RESOURCES IN THE NORTH OF MINAS GERAIS IN THE
INTERFACE GOVERNANCE, UNIVERSITY EXTENSION AND SOCIAL
MOBILIZATION

Júnia Matilde Lopes Freitas

Wesley Erasmo Alves Boitrigo

Romana de Fátima Cordeiro Leite

Iara Maria Soares Costa da Silveira

Resumo

A questão hídrica que envolve a Bacia do Rio São Francisco e que se repete em outras bacias no Norte de Minas Gerais, tem como papel central a má gestão que resulta na degradação ambiental, perda da biodiversidade e poluição dos rios aliados aos baixos índices pluviométricos. Nesse contexto, surge a necessidade da sensibilização dos indivíduos para a preservação e conservação dos recursos naturais. Diante disso, esse trabalho tem o objetivo de apresentar resultados de ações de sensibilização e mobilização tendo como público alvos estudantes da Educação Básica quanto a importância de usar de forma racional a água que chega nas residências. As ações foram desenvolvidas por meio de uma mostra fotográfica através do Projeto de Extensão Práticas Pedagógicas: Reflexão e Ação da Licenciatura em Geografia da Unimontes que contou com a participação de professores e acadêmicos do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros Unimontes. A metodologia utilizada foi baseada em autores que discutem a respeito do mencionado tema, registros icnográficos e tabulação de dados. Os resultados obtidos no sentido de mobilização social com essa sensibilização abrangeu um público alvo total de 3.012 pessoas nos anos de 2015 a 2019 envolvendo 18 instituições públicas em Municípios do Norte de Minas Gerais através da exploração da mostra fotográfica denominada "Águas de Minas: Potencial, Aproveitamento, Degradação e Poluição", focando os rios São Francisco, Rio Vieiras e Rio Jequitinhonha.

Palavras chave: Educação; Água; Extensão.

Abstract

The water issue that surrounds the São Francisco River Basin and that is repeated in other basins in the North of Minas Gerais, has as its central role the poor management that results in environmental degradation, loss of biodiversity and pollution of rivers combined with low rainfall. In this context, there is a need to raise awareness among individuals for the preservation and conservation of natural resources. Therefore, this work aims to present results of awareness and mobilization actions targeting Basic Education students as to the importance of rationally using the water that arrives at homes. The actions were developed through a photographic exhibition through the Pedagogical Practices Extension Project: Reflection and Action of the Degree in Geography at Unimontes that counted with the participation of teachers and academics from the Geography Course at the State University of Montes Claros Unimontes. The methodology used was based on authors who discuss the mentioned theme, icnographic records and data tabulation. The results obtained in the sense of social mobilization with this awareness reached a total target audience of 3,012 people in the years 2015 to 2019 involving 18 public institutions in Municipalities in the North of Minas Gerais through the exploration of the photographic exhibition called "Águas de Minas: Potencial, Utilization, Degradation and Pollution", focusing on the São Francisco, Rio Vieiras and Jequitinhonha rivers.

Keywords: Education; Water; Extension



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a questão hídrica que envolve a Bacia do Rio São Francisco, sofre com uma má gestão governamental resultando na degradação ambiental, desmatamento da vegetação, perda da biodiversidade e poluição dos rios que não são abastecidos totalmente devido aos baixos índices pluviométricos elevando a escassez dos volumes de água. Desta maneira, surge a necessidade da sensibilização dos indivíduos para a preservação e conservação dos recursos naturais.

Assim, foram realizadas ações para promover o conhecimento sobre as potencialidades e fragilidades das águas em Minas Gerais com destaque para Bacia do Rio São Francisco e Bacia do Rio Jequitinhonha. Diante disso esse trabalho tem o objetivo de apresentar resultados de ações de sensibilização e mobilização de crianças, jovens e adultos informando a importância de usar de forma racional a água que chega nas residências. A metodologia utilizada foi baseada em autores que discutem a respeito do mencionado tema, registros icnográficos e tabulação de dados apresentados no quadro 01. A sensibilização e mobilização abrangeu um público de 3.012 pessoas envolvendo crianças, jovens e adultos e ocorreu com ações executadas pelos integrantes do Projeto de Extensão Práticas Pedagógicas: Reflexão e Ação da Licenciatura em Geografia.

2. GOVERNANÇA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

A Extensão Universitária procura articular e garantir uma ligação entre as ações voltadas ao ensino e pesquisa nas universidades além de atender as questões sociais, especialmente as advindas dos pontos mais vulneráveis da sociedade. O objetivo dessa integração visa o atendimento às necessidades socioeducativas da comunidade universitária bem como a sociedade integrada à área de abrangência desse serviço educacional. No processo extensionista, estão englobados os atendimentos às reivindicações de cunho educativo, cultural e científico entre outras articuladas aos processos de ensino e pesquisa que intrinsecamente possibilitam as relações de forma inovadora entre a universidade e a sociedade por meio da prática do conhecimento e divulgação científica.

A importância específica da Extensão se caracteriza por meio de sua abrangência, pois extrapola os currículos e práticas de ensino, além dos parâmetros organizacionais dos projetos de pesquisa e seus métodos que derivam do exercício de autonomia da universidade pública em uma administração democrática e sócio participativa do conhecimento.

Diante dessa premissa, a Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, por meio da sua Pró-Reitoria de Extensão, está inserida no Sistema Universitário



Brasileiro com foco nas dinâmicas corporativas dos entes federados denominadas de "Governança" que a partir do ano 2017 foi endossada pelo DECRETO Nº 9.203, de 22 de novembro de 2017 do Governo Federal Brasileiro como "padrões de articulação e cooperação entre atores sociais e políticos e arranjos institucionais que coordenam e regulam transações dentro e através das fronteiras do sistema econômico" Santos (1997, p.342). Nesse sentido a mesma autora infere que (1997, p. 342):

"incluindo-se aí não apenas os mecanismos tradicionais de agregação e articulação de interesses, tais como os partidos políticos e grupos de pressão, como também redes sociais informais (de fornecedores, famílias, gerentes), hierarquias e associações de diversos tipos".

No mesmo Decreto define-se também como "Governança Pública o conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vistas à condução das políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade" com base nos princípios de capacidade de resposta; integridade; confiabilidade; melhoria regulatória; prestação de contas; responsabilidade e transparência. BRASIL. Constituição (1988). Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017.

Entende-se então que a Governança para o setor público está adequada aos princípios da referida Governança Corporativa tão necessária aos serviços oferecidos que se aperfeiçoam na medida em que as prestações de serviços são executadas institucionalmente a longo prazo. A Unimontes é uma instituição pública com foco regional e atuante prioritariamente nas regiões Norte e Noroeste de Minas e nos Vales do Jequitinhonha, do Mucuri e do Urucuia. Sua área de abrangência é superior a 196.000 km², correspondendo a 40% da área total do Estado de Minas Gerais e procura integrar 342 municípios que ultrapassam a população de dois milhões de habitantes, UNIMONTES (2017).

3. NORTE DE MINAS E A QUESTÃO HÍDRICA

A Bacia do Rio São Francisco é considerada de grande relevância para o território brasileiro considerando que drena vários estados e faz ligação entre o Sudeste e o Nordeste, regiões mais populosas e de povoamento antigo. Isto favoreceu para que o Rio São Francisco recebesse o título de Rio da Integração Nacional. A este respeito Chagas (2014, p.32) esclarece:

Não sou apenas um rio que integra os vários brasis. Sou o rio que possibilitou a ocupação dos grandes sertões brasileiros, o rio que direcionou grande parte da história do país, o rio que guardou ciosamente os hábitos, os costumes e as tradições dos três povos formadores de nossa nacionalidade, o rio que ajudou a desenhar uma nação. [...]



Considerando a abrangência da Bacia Sanfranciscana, Chagas (2014) esclarece que Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas possuem terras drenadas pela bacia do São Francisco, correspondendo a mais de 640.000km². É um rio que drena a região Nordeste e faz parte do semiárido brasileiro por ter baixos índices pluviométricos por sua vez acarretando uma escassez hídrica, mas ainda assim desempenha um importante papel no contexto social e econômico nas unidades que ele drena, sendo uma das principais fontes de água durante o período de estiagem. Neste contexto Steffan (1997, p.117) assevera que:

[...] apesar do São Francisco, ao atravessar a região semiárida, sofrer redução no seu volume de água, e receber afluentes temporários pela margem, direita, mantém-se perene todo o ano. As chuvas que incidem abundantemente no alto curso e o volume de água coletado pelos afluentes, no centro de Minas Gerais e no oeste da Bahia, asseguram-lhe a perenidade.

A mesorregião do Norte de Minas apresenta características climáticas equivalentes as da Região Nordeste do Brasil. Nesta perspectiva, Brito et al (2007. p. 21) afirmam que o Brasil apresenta "dimensões geográficas e diversidade climática, algumas regiões sofrem graves problemas de escassez de água, como o Semiárido nordestino". Parte do Norte de Minas está localizado na Bacia Hidrográfica do São Francisco no seu médio curso, e dentre os principais afluentes destacamos o Rio Verde Grande, Rio Jequitaiá, Rio Urucuia, Rio Gorutuba, Rio Pacuí entre outros. O Rio Verde Grande drena o município de Montes Claros e o seu afluente Rio Vieiras tem o seu percurso dentro da área urbana da sede municipal com parte de seu trecho já canalizado, recebendo esgotos, lixos e poluição.



Figura 01: Localização da Bacia do Rio Verde Grande no Médio São Francisco
Fonte: ANA/SPR (2004)

Vários problemas são encontrados ao longo do percurso dos rios no Norte de Minas, os quais comprometem a qualidade ambiental da Bacia do Rio São Francis-

co. Esses são oriundos de diversas ordens, entre eles destacamos desmatamento, poluição, esgotos, lixos, barramentos, implantação de lavoura comercial etc. Chagas (2014) considerou que os problemas de degradação iniciaram na segunda metade do século XX.

A grande derrocada de minha bacia, do meu curso, de minha biota e do homem agregado às minhas margens, teve início nas décadas de cinquenta e sessenta do século passado. Tudo começou com a construção de um barramento de minhas águas numa região chamada de Três Marias. (CHAGAS, 2014, p.49).

Com o objetivo de sensibilizar a população no Norte de Minas Gerais diante da escassez de água que ocorre desde o início do ano de 2010, professores e acadêmicos do Curso Licenciatura em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, propuseram estratégias de mobilização social vislumbrando uma necessidade de melhor uso da água que chega nas residências. Partindo do princípio que a Universidade está estruturada no tripé Ensino, Pesquisa e Extensão, criou-se o Projeto de Extensão Práticas Pedagógicas: Reflexão e Ação da Licenciatura em Geografia na Unimontes, que utiliza o espaço do Laboratório de Educação Geográfica- Laedgeo, onde são pensadas, planejadas e capacitadas ações extensionistas conforme demandas ou metas do mencionado projeto. O Projeto tem por objetivo oferecer ações, dentre elas minicursos, palestras, oficinas e mostras com destaques fotográficos abrangendo diversos temas da Geografia.

No ano de 2015, para atender a Secretaria de Educação do Município de Japonvar, foi organizada uma mostra fotográfica com Título "Águas de Minas: Potencial, Aproveitamento, Degradação e Poluição". A mostra foi apresentada em formato de painéis fotográficos, da nascente do Rio Vieiras no Norte de Minas e do Rio São Francisco com destaque para sua nascente localizada na Serra da Canastra no Sudoeste de Minas e da Usina Hidrelétrica de Irapé, no Rio Jequitinhonha. As fotografias usadas nos painéis foram resultados de trabalhos de campo realizados nas disciplinas do Curso de Geografia e que fazem parte do acervo do Laedgeo.

A mostra fotográfica foi exposta em várias instituições de ensino para promoção do conhecimento de alunos, acadêmicos e da comunidade em geral fomentando a questão hídrica e destacando as suas potencialidades e fragilidades no cotidiano na qual está inserida. A mostra contemplou os recursos hídricos locais, propiciando uma sensibilização e mobilização em prol da preservação dos mesmos. Além das fotografias, foram aplicados questionários, distribuição de adesivos com recomendações importantes tais como não deixar torneira abertas e o uso consciente da água nas residências promovendo a ideia do "pingo consciente", folders, atividades lúdicas relacionadas com o ciclo das águas e economia de energia que auxiliará no uso consciente da água.

Os casos identificados nas imagens abordavam beleza, mas também graves problemas de degradação e poluição dos rios. A partir desses agravos, as mostras tiveram como objetivo sensibilizar a comunidade escolar em geral para os proble-



mas enfrentados, propondo ações mitigadoras de prevenção e combate dos mesmos, desenvolvidas com o intuito de atender escolas da Educação Básica e suprir as necessidades dos professores de Geografia, simultaneamente a Universidade disponibiliza o conhecimento nela aprendido e apreendido em favor da sociedade, fato muito específico da Extensão Universitária. Nogueira (2000, p.11) explica que:

A extensão universitária é o processo educativo, cultural e científico que articula o ensino e a pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação transformadora entre a universidade e a sociedade. A extensão é uma via de mão dupla, com trânsito assegurado à comunidade acadêmica, que encontrará, na sociedade, a oportunidade da elaboração da práxis de um conhecimento acadêmico.

Durante as exposições, os acadêmicos do curso de Geografia da Unimontes e estagiários do laboratório Laedgeo, explicaram sobre o tema "As Águas de Minas" com destaque para as potencialidades e fragilidades através das imagens que instigam cada participante a desenvolver uma nova consciência no processo de preservação do meio ambiente.



Figura 02: Mosaico de fotos da mostra Geográfica.
Fonte: Acervo do LaedGeo. (2015/2019)

As mostras fotográficas já foram realizadas no período de 2015 a 2019 em diversas instituições como escolas, universidades, praças públicas, dentre outras, abrangendo a comunidade escolar em geral com a supervisão da professora coordenadora do mencionado projeto e uma equipe técnica que contava com pro-

fessores integrados ao projeto, acadêmicos, estagiários e voluntários do curso de Geografia. Foram atendidas 18 instituições, abrangendo um total de atendimentos de 3.012 pessoas, nos municípios de Grão Mogol, Japonvar e Montes Claros com o maior número de atendimentos. Além disso, existe uma considerável demanda de escolas na cidade de Montes Claros que desejam receber a referida mostra ainda neste ano de 2020. O quadro 01 demonstra os resultados atingidos pela apresentação das mesmas e a prospecção das novas possibilidades.

Quadro 01: Mostra fotográfica: “Águas de Minas: Potencial, Aproveitamento, Degradação e Poluição”, dos anos de 2015 a 2019

Instituições Atendidas	Nº Atendimentos	Público Alvo	Ano
Rua do Cento da cidade de Japonvar	150	Comunidade em Geral	2015
E. E. Américo Martins	259	Comunidade Escolar	2015
E. E. Profª Plínio Ribeiro	227	Comunidade Escolar	2015
E. E. Vereador Francisco Toffani	189	Comunidade Escolar	2015
E. E. Profª Dilma Quadros	180	Comunidade Escolar	2016
E. E. Dº Antônio Augusto Veloso	290	Comunidade Escolar	2016
E. E. Clóvis Salgado	200	Comunidade Escolar	2016
UNIMONTES	35	Acadêmicos do curso de Geografia	2017
E. E. Francisco Peres	459	Comunidade Escolar	2017
E. E. Mª Conceição Avelar	150	Comunidade Escolar	2018
E. E. Antônio Canela	57	Comunidade Escolar	2018
E. E. Profª Hamilton Lopes	150	Comunidade Escolar	2018
Evento na Praça Drº Chaves-Montes Claros MG	210	Comunidade Escolar e em Geral	2018
E. E. Profº Plínio Ribeiro	90	Comunidade Escolar	2018
E. E. Nita Nassau-Grão Mogol-MG	282	Comunidade Escolar	2019
E. E. Delfino Magalhães	42	Comunidade Escolar	2019
E. E. Levi Durães	42	Comunidade Escolar	2019
Total de Instituições: 18	Total de Atendimentos 3.012		

Fonte: Relatórios Mensais do Projeto no período de 2015 a 2019, arquivo do Laedgeo. **Org:** FREITAS, J. M. L. e BOITRAGO, W. E. A. 2020.

Por fim, as mostras foram de grande relevância no contexto em que estamos inseridos, pois a água é um recurso finito que todos precisam. Assim, entendemos que o público alvo atingido pelas ações das Mostras Fotográficas: “Águas de Minas: Potencial, Aproveitamento, Degradação e Poluição” foi sensibilizado e mobilizado para a preservação e conservação desse recurso tão precioso. Também foi abordado na temática as fragilidades e o descaso da população em não querer cuidar do meio ambiente por meio da poluição e do esgoto depositado nos rios. Desta forma, buscamos meios de intervenções próximos ao cotidiano da população que foi sensibilizada para cuidar e proteger a natureza, processo vital para as próximas gerações sobreviverem.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Neste trabalho apresentamos os resultados de Ações de Extensão desenvolvidas pelos acadêmicos e professores de Geografia da Unimontes no sentido de mobilizar e sensibilizar um público alvo no total de 3.012 pessoas nos anos de 2015 a 2019, envolvendo 18 instituições públicas nos Municípios do Norte de Minas Gerais dentre elas Montes Claros, Japonvar e Grão Mogol. As ações foram focadas nas mostras fotográficas “Águas de Minas: Potencial, Aproveitamento, Degradação e Poluição” abrangendo a nascente do Rio Vieiras, a nascente do Rio São Francisco e a Usina Hidrelétrica de Irapé no Rio Jequitinhonha.

A mostra fotográfica constitui um instrumento de apoio pedagógico para a Educação Básica onde retrata-se por meio de imagens momentos distintos em que o aluno absorva com maior facilidade o que cada imagem transmite. Dessa maneira, esses rios estão sofrendo transformações antrópicas através de ações de desmatamentos das matas ciliares, poluição dos seus leitos e despejos de esgotos comprometendo assim a qualidade da água, que aliada aos regimes irregulares de chuvas provocam a escassez hídrica na região principalmente o Norte de Minas.

O tema em destaque foi direcionado para os estudantes das escolas de Educação Básica que ficaram empolgados e interessados pela exposição, pois indagavam sobre os temas como poluição, degradação, desmatamento, lixo e esgoto fatos interligados a realidade dos mesmos. Os participantes manifestaram suas preocupações em relação aos problemas expostos com a temática da água, além de conhecer os rios supracitados nas imagens, quando sugeriram medidas mitigadoras que possivelmente seriam cobradas por meio de políticas públicas dos governos para o gerenciamento adequado dos recursos hídricos.

Referências

BRASIL_. Agência Nacional de Águas – ANA. Nota Técnica nº 06/2010/SAG-ANA. Doc: 002838/2010. Em 11 de fevereiro de 2010. Disponível em: < http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/BaciaSF/Textos/Nota_Tecnica_06_11_Fev_10_Cobranca_SF.pdf > Acesso em: 16/03/2020

BRITO, Luiza Teixeira de Lima. Et al. **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142156/1/Brito.Livroagua-chuva.pdf>. Acesso em 15/ 05/2019.

CHAGAS, Ivo das. **Eu sou o Rio São Francisco**. Montes Claros (MG): Editora Unimontes, 2014.

NOGUEIRA, Maria das Dores Pimentel. **Extensão Universitária: diretrizes conceituais e políticas**. Belo Horizonte: PROEX/UFMG, 2000.

SANTOS, Maria Helena de Castro. “Governabilidade, Governança e Democracia: Criação da Capacidade Governativa e Relações Executivo-Legislativo no Brasil Pós- Constituinte”. In: DADOS – **Revista de Ciências Sociais**. Rio de Janeiro, volume 40, nº 3, 1997. pp. 335-376.

STEFFAN, Elvira Roque. **Geografia do Brasil: Região Nordeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1.977. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9203.htm > Acesso em: 10/03/2020.



CAPÍTULO 15

O USO DE TDIC NOS ANOS INICIAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA PARA APRENDIZAGEM

THE USE OF TDIC IN THE INITIAL YEARS OF BASIC EDUCATION FOR
LEARNING

Kathleen Costa Caetano Silva

Resumo

Este artigo se propõe a realizar uma análise da utilização das TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) nas séries iniciais da Educação Básica, buscando provocar discussões acerca dos impactos positivos e negativos sobre o seu uso na educação infantil. É discutido também quanto a importância de possuir um preparo e planejamento minucioso ao aplicar o uso das TDIC em sala de aula. Tendo em vista as necessidades que os alunos da educação básica das séries iniciais possuem para o aprendizado. Pois são crianças, e que por sua vez possuem necessidades específicas. Como adaptação de cadeiras, tempo de exposição e até mesmo riscos e complicações que o uso demasiado e contínuo poderia trazer para o aluno. Educadores que usaram as TDIC possuem relatos expondo satisfação, usando como material de apoio para as aulas, que pode trazer aos seus alunos. Deixando a aula mais interativa e inovadora para o aluno, podendo assim obter mais atenção destes. Outro ponto que o artigo procura discutir é a necessidade do educador possuir em suas interativas, objetividade. Para o uso das TDIC em sala de aula é preciso antes possuir no planejamento do educador objetivos e planejamentos, para que exista bons resultados. As TDIC podem servir de um ótimo material de apoio para o professor da educação básica, porém é preciso antes conhecê-la.

Palavras-chave: Educação. Infantil. Tecnologias.

Abstract

This article proposes to analyze the use of the Digital Information and Communication Technologies (TDIC) in the initial series of Basic Education, seeking to provoke discussions about the positive and negative impacts on its use in early childhood education. It was also discussed the importance of having a thorough preparation and planning when applying the use of TDICs in the classroom. In view of the needs that elementary school students have for learning. For they are children, and in turn have specific needs. Such as chair adaptation, exposure time and even risks and complications that too much and continuous use could bring to the student. Educators who used the TDICs have reports expressing satisfaction, using as support material for the classes, that they can bring to their students. Leaving the classroom more interactive and innovative for the students, so you can get more attention from them. Another point that the article seeks to discuss is the need for the teacher to have objectivity in his interactivities. For the use of the TDIC in the classroom it is necessary to have goals and planning in the educator's planning for good results. The TDICs can serve as a great support material for the teacher of basic education, but it is necessary to know it first.

Keywords: Education. Childlike. Technologies.



1. UMA INTRODUÇÃO SOBRE AS TDIC EM NOSSA ATUALIDADE

Primeiramente é necessário entender o significado da palavra 'tecnologia'. Segundo Rodrigues (2001), A palavra tecnologia vem de uma junção do termo "tecno", do grego "techné", que é 'saber fazer', e "logia", do grego "logus", 'razão'. Portanto, tecnologia significa a 'razão do saber'.

É um termo amplo, mas pode se definir como meios e instrumentos de domínios das atividades humana. É uma aplicação prática do conhecimento científico em várias áreas da sociedade.

O termo 'TDIC' tem como significado 'Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação'. Começou a ser muito usada em 9 de abril de 1997, quando o Ministério da Educação, realizou um projeto chamado 'ProInfo' (Programa Nacional de Tecnologia Educacional) promovendo o uso das tecnologias na educação para a melhoria do ensino. Mas focado nas escolas públicas urbanas e rurais no Brasil, disponibiliza os materiais para as escolas, onde era disponibilizado, juntamente com os computadores, cartilhas com sugestões de uso e disposição de um ambiente adequado.

Não é de se surpreender que as tecnologias mudaram o comportamento da sociedade. Assim como qualquer nova descoberta ou inovação. Luzia Alves de Carvalho articula,

"Há mais de 40 anos a tecnologia vem se impondo em todos os setores e dimensões da sociedade provocando mudanças surpreendentes, transformando vida humana, indústria, comércio, formas de entretenimento, vida familiar, escola, trabalho, profissões e, sobretudo, a difusão informacional e a produção do conhecimento". (CARVALHO, 2016, p. 14)

Até os anos 90, crianças brincavam nas ruas com jogos que expressavam movimento, socialização e estratégia. Porém, com as tecnologias mais a nossa disposição as crianças passam a ter um consumo excessivo da tecnologia em seu dia a dia.

Existem muitas dúvidas entre os educadores quanto a melhor forma de se trabalhar com as tecnologias em sala de aula. Alguns educadores proíbem completamente o uso de celulares, computadores e semelhantes durante a sua aula. Já outros aproveitam as tecnologias disponíveis para estimular o aprendizado dos alunos.

Segundo Lévy,

[...] ao comentar o novo papel do professor, traz a noção da aprendizagem cooperativa, citando os novos campi virtuais, nos quais os "[...] professores aprendem ao mesmo tempo que os estudantes e atualizam continuamente



te tanto seus saberes 'disciplinares' como suas competências pedagógicas." (LÉVY, 2005, p. 171)

Atualmente a educação possui influência das tecnologias, seus próprios alunos possui uma vivência com a mesma. As crianças chegam na escola inteiradas as Tecnologias. Não somente aos desenhos animados que passam na TV, mas como também jogos em tablets, celulares e até mesmo em redes sociais. Segundo Teberoski: "Com a difusão do uso da informática, entramos em uma nova etapa cultural: a era digital. Essa realidade não passa despercebida às crianças". (TEBEROSKY, 2003, p. 31)

Relatos de escolas que inauguram um laboratório de informática, e por conta da aula ser desinteressante quando usada o recurso, as escolas acabam optando por um fechamento dos laboratórios limitando o uso do computador ou quando é permitido o uso passa a ser extremamente restritivo. Segundo KELLY C. MACHADO (2016), "as tecnologias na escola podem tornar mais atraente a relação ao ensino-aprendizagem, mas é um novo desafio para a educação, pois a escola precisa reorganizar o modelo de ensino. A unidade de ensino tem dificuldade em se adaptar aos novos meios tecnológicos, pois foge dos padrões tradicionais de educação que entende o aluno como sujeito passivo".

É preciso que as escolas inovem a sua metodologia. Pois as TDIC estão por toda a parte, e é nosso papel como educadores preparar nossos alunos para serem capazes de atuar com integridade na sociedade onde vive.

2. METODOLOGIA

O artigo tem como seu meio de materiais integralmente através de pesquisa bibliográfica. Para a reflexão, foram analisados livros e artigos que foram selecionados pelo banco de dados chamado DOARJ, (*Directory of Open Access Journals*, Diretório de Revistas de Acesso Aberto) foi escolhido por se tratar de uma plataforma onde disponibiliza artigos de todas as áreas, da ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais e humanidades.

Além desses arquivos foram selecionados alguns livros que possuem o tema voltados para o uso de tecnologias na sala de aula.

Os e relatos que apresentasse no artigo é de natureza secundárias, ou seja, foi realizado um levantamento das pesquisas obtida pelos autores dos artigos que foram usados nesta análise.

A análise tem como foco discutir qual a melhor forma de aplicar as TDIC na educação básica nas séries iniciais. Este artigo é de natureza qualitativa, pois tem como o objetivo de discutir e trazer soluções técnicas e ideológicas.



3. ANALISANDO OS PONTOS POSITIVOS DAS TDIC NA EDUCAÇÃO

A TDIC na educação básica poderá ter muita utilidade quando aplicada como um dos materiais de apoio para o processo de alfabetização e letramento, pois se trata de um recurso atrativo e interativo. Existem muitos jogos lúdicos disponíveis na internet para desenvolver o letramento. O próprio computador possui ferramentas úteis que podem ser usadas como material de apoio neste processo, como por exemplo, o "paint", 'word', 'power point' entre outros. Mas para isso o educador precisa estar sempre pesquisando e analisando quanto a melhor forma de trabalhar com tais materiais em sala de aula. Conforme Mello (2004, p. 172), "por ser um instrumento tão diversificado, pode-se tê-lo como um recurso na nossa prática pedagógica, estimulando o desenvolvimento da criança em todas as áreas do conhecimento. A criança se apropria de tal forma do computador que este faz parte de sua vida, como mais uma maneira de adquirir conhecimento". Uma vantagem do uso das TDICS em sala de aula é que o conteúdo sempre será inédito, sempre trazendo novidades, despertando a curiosidade e a atenção dos alunos. O uso desses recursos, usados de forma apropriada, fará com que o educador consiga explorar o aluno em milhões de maneiras, fazendo com que eles se superem e que possam ir além do que acham que são capazes.

Muitas escolas na atualidade já estão usando as TDIC em sala de aula no processo de aprendizagem e letramento. E diante dos depoimentos de muitos educadores que usam esse recurso pode se encontrar uma satisfação tanto da parte do professor, como da parte do aluno.

No livro da autora Claudia Binotto, possuem relatos de professores que fizeram o uso das TDIC e que se sentiram muito satisfeito com os resultados.

"Tais contribuições podem ser observadas na fala do professor DX: "O uso do laboratório tem trazido bastante resultado. Percebo resultados na coordenação motora, reconhecimento das letras, na leitura, na percepção e atenção. As crianças aprendem de uma maneira diferente. [...] Os demais educadores que participaram das entrevistas deste mesmo livro fazem referência aos saberes e habilidades que os alfabetizados adquirem, tais como: a melhora na leitura e na oralidade; o reconhecimento de letras e o registro das letras, palavras e textos; a coordenação motora; a atenção; o raciocínio e suas produções". (BINOTTO; ANTUNES, - 2014 Pp.14)

Na orientação quanto o uso das tecnologias do educador aos alunos é importante que este traga alertas importantes que precisam ficar atentos. Como por exemplo alertar sobre as informações confiáveis das informações não confiáveis. Diante de tantas notícias, diante de tantas publicações que se pode encontrar na internet atualmente, é muito importante que o aluno aprenda, através do professor, identificar as "fake news". O cuidado em que tipos informações pessoais se coloca em redes sociais ou para pessoas desconhecidas, o tipo de conteúdo pode ser acesso, o que não deve acessar, o perigo de entrar contato com estranhos e encontro dos mesmos, entre muitos outros pontos de extrema importância.



“No processo de alfabetização de turmas de 1º e 2º ano de Ensino Fundamental, a utilização da tecnologia pode tornar a aprendizagem significativa e prazerosa e, seguindo esse raciocínio, o uso dos computadores representa uma educação mais comprometida com a atualidade. Utilizar o computador na escola para aprender a ler e a escrever significa uma dupla inserção para alunos que, também, não tem acesso ao computador, isto é, estaremos introduzindo a criança no mundo letrado e, também, no mundo da informática”. (REGINA, 2010 Pp. 12)

A tecnologia é uma linguagem onde os alunos precisam a aprender. As tecnologias na educação são importantes pois ela se encontra ao redor do mundo inteiro. E formar uma criança sem o domínio das tecnologias, ou seja, outro conhecimento, seria uma formação incompleta. Neste caso a tecnologia trará benefícios e facilidades para a educação e letramento.

Na atualidade, se pensarmos na prática escolar vigente, veremos uma carência generalizada em relação ao uso de novas tecnologias em atividades didáticas voltadas para a educação. Uma vez que os alunos estão imersos nesses recursos, sua intimidade instantânea com todas as novidades: sua maneira diferente de falar, suas gírias de linguagem e seu ritmo acelerado de vida encaminha-se para um grande distanciamento entre gerações (REGINA - 2010 Pp. 32)

O educador precisa estar disposto em pesquisar as melhores maneiras que poderia usar as TDIC em sala de aula. Para assim ser capaz de estar inteirado ao conhecimento de seus alunos e trabalhar de acordo com as tendências e interesses destes. Desta maneira o educador terá uma possibilidade maior de conseguir mais atenção e interesse dos alunos aos conteúdos que precisará ser aprendido.

Segundo Binotto, “Assim concebido, o computador é uma ferramenta que pode auxiliar o professor a promover aprendizagem, autonomia, criticidade e criatividade do aluno” (BINOTTO; ANTUNES, 2014 Pp. 5).

Sendo assim, o computador passa a ser uma ferramenta educacional de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino. Isso tem acontecido pela própria mudança na nossa condição de vida e pelo fato da ‘natureza do conhecimento’ ter mudado.

4. ANALISANDO OS PONTOS NEGATIVOS DAS TDICS NA EDUCAÇÃO

É preciso uma mediação onde possa ser estimulado aos alunos um uso mais criativo das tecnologias, para que possa ser possibilitado de desenvolver a sua autonomia e assim não ser condenado apenas a um mero telespectador.

No livro de Alison Armstrong, 2001, diz:



“A mensagem transmitida por esse tipo de propaganda agressiva é que crianças com computadores irão vencer as que não possuem: mas será que os computadores realmente aumentam a aprendizagem? Existem evidências convincentes e consistentes para apoiar essa visão?” (ARMSTRONG; CASEMENT, 2001- Pp.72).

Uma aula não preparada ou adequada poderá até despertar o interesse inicial dos alunos, mas ao longo das aulas seguintes esse interesse inicial já não mais estará presente. Pois o aluno já terá entendido que não possui um controle total sobre o que imaginava poder ter.

Trabalhando desta forma a tecnologia só estará presente no material. Uma verdadeira tecnologia estará presente na metodologia do professor, na maneira que ele usará o material. O fenômeno da novidade faz com que muitos educadores pensem que pode a usar para despertar um interesse maior do aluno. Mas somente chamar a atenção do aluno não deve ser o objetivo principal do educador, e sim promover um aprendizado com mais significância e sentido.

“Além disso, o principal tipo de trabalho que os estudantes realizam no computador ainda é a prática de exercícios e, provavelmente, isso não irá interessá-los depois que a emoção inicial de usar um computador tivesse dissipando. Apesar dos jogos e das imagens interessantes, uma vez que o uso do computador torna se rotina, os estudantes descobriram que não possuem um controle verdadeiro sobre o que estão fazendo, e a aprendizagem se tornará repetitiva e maçante”. (ARMSTRONG; CASEMENT, 2001-Pp.75)

Porém a novidade é um ponto crítico onde não é seguro apoiar toda mediação nela. Pois se não integrar o aluno verdadeiramente a atividade, com o passar do tempo já não apresentará o mesmo interesse que antes, pois já teria passado a situação de novidade. A tecnologia, diferentemente de outros recursos pedagógicos, não apresenta uma melhor eficácia educacional aumentando a frequência do seu uso. Pelo contrário, pode até mesmo acabar prejudicando o processo de desenvolvimento do aluno.

“As pesquisas mais recentes nesse campo indicam que o uso do computador na sala de aula, na verdade, pode ferir o desempenho acadêmico dos estudantes. Um estudo conduzido pelo Educational Testing Service (ETS), de New Jersey, examinando dados do National Assessment os Educational Progress (NAEP) em matemática, descobriu que o uso frequente do computador na escola produziu efeitos negativos no desempenho em matemática de crianças entre a quarta e oitava série. Os estudantes não se beneficiaram por usar computadores com mais frequência, mas de utilizá-los de maneira específica. (ARMSTRONG; CASEMENT,2001- Pp.78)

A criança possui uma capacidade imensa de usar sua criatividade para criar, e os educadores precisam proporcionar aos alunos uma chance de fazer uso de toda essa energia acumulada em sala de aula. Os professores não podem subestimar a criança em sua capacidade e competência. Como dizia Vygotsky “O ambiente computacional proporciona um cenário para uma mudança qualitativa nas zonas



do desenvolvimento proximal do aluno, apontado por Lev Vygotsky como a distância entre o desenvolvimento real de uma criança e aquilo que ela tem potencial de aprender". (VYGOTSKY, 2001)

O professor correrá o risco de inevitavelmente limitar o seu aluno de desenvolver um determinado conhecimento inferior ao que poderia ser muito maior em não saber usar as TDIC de forma adequada em sala de aula,

"Haverá, então, uma tendência de 'reduzir a educação habilidades e fatos pré programados em um computador, deixando pouco espaço para reflexão, imaginação, descoberta e criatividade'. Isso cria um tipo de educação de 'camisa de força' em que 'as crianças são vistas como coisas' que são ensinadas a realizar tarefas específicas, em vez de seres humanos a serem cultivados". (ARMSTRONG; CASEMENT, 2001-Pp.75)

Os resultados dos diversos projetos individuais em grande escala também pouco colaboram para apoiar a aprendizagem baseada no computador. Por exemplo, o "*Minnisota technology denonstration project*", conduzido na metade da década de 80, envolveu mais de 20% dos distritos escolares do estado.

Os pesquisadores que estudaram crianças da quarta, quinta e sexta série que utilizavam computadores por um período de dois anos descobriram que, em média, esses estudantes não rendiam tão bem em matemática, leitura e língua enquanto os estudantes que tiveram o aprendizado baseado em métodos tradicionais (ARMSTRONG; CASEMENT, 2001-Pp.73).

Outro ponto extremamente importante a ser avaliado e que não deve ser ignorado, é sobre os impactos físicos que o uso das tecnologias pode causar nas crianças. Se existisse uma atenção maior sobre as adaptações quanto ao espaço físico do laboratório para crianças uma observação não seria necessária quanto a esse ponto. Porém em nossas escolas não podemos afirmar o contrário disso.

Os computadores têm efeitos físicos sobre aqueles que os utilizam, e esses efeitos podem ser sérios e duradouros, se não forem permanentes. Além disso eles contribuem para uma ampla variedade de problemas desde os musculares das juntas e Danos aos tendões até enxaqueca e cansaço dos olhos. (ARMSTRONG; CASEMENT, 2001-Pp.157).

Os laboratórios de informática que são dispostos nas escolas não possuem uma estrutura que esteja adaptada para o tamanho das crianças. Onde se encontra vários pontos críticos, como cadeiras de tamanho grande, considerado o tamanho das crianças. Seus pés ficam suspensos do chão, o encosto para as costas fica muito distante para eles, o que os obrigam ao passar do tempo adotar uma postura corcunda.

"As lesões mais comuns sofridas por usuários de computador são doenças musculoesqueléticas que entram na categoria das lesões por esforço repetitivo (LER). Os tendões, bainhas de tendões, músculos ligamentos, juntas e nervos da mão, braço pescoço e ombro, todos podem ser lesionadas por mo-



vimentos repetitivos com aqueles envolvidos no uso do teclado ou do mouse. Causado por uma combinação de má postura, técnicas inadequadas, mesas de trabalho mal projetados e simplesmente por trabalhar por muito tempo sem um intervalo, esse tipo de lesão alcança proporções de epidemia, atualmente, nos locais de trabalho computadorizados". (ARMSTRONG, Alison; CASEMENT, Charles 2001-Pp.158)

Outro aspecto é a altura da mesa, sendo muito alta para as crianças, fazendo com que a criança levante os olhos para alcançar o monitor, onde está é forçada a uma má postura do pescoço e posição inadequada das mãos, já que não possui um apoio ideal para elas. O autor diz mais,

"E para as crianças e ainda pior. As mesas de computador simplesmente não são feitas para o tamanho e para forma do corpo de uma criança. Salas de aula de escolas de Ensino Fundamental equipadas com computadores, ou mesmo Loteca onde as crianças realizam pesquisas, normalmente tem os computadores colocados em mesas comuns, como cadeiras não reguláveis. Tendo em vista uma maior variação em tamanho entre as crianças (especialmente em ambientes com várias idades) do que entre trabalhadores adultos, esse equipamento é bastante inadequado. Uma mesa muito alta, por exemplo, força a elevação dos olhos e causa fadiga e dor muscular nos ombros e na base do pescoço, o que é frequentemente leva a dores de cabeça. Muitas crianças são introduzidas aos computadores com tão pouca idade que não tem esperança alguma de adquirir uma postura correta no computador" (ARMSTRONG; CASEMENT, 2001-Pp.161.)

A má postura pode trazer sérias consequências as crianças. O sentar desalinhado, sentar sobre os pés, a cabeça em má posição. Todas as más posturas causam mais pressão nos braços, no pescoço, nos pulsos e na coluna vertebral. O que pode trazer dores de cabeça, nas juntas e até mesmo na própria coluna. Essa má postura é considerada pelos cientistas, como bola de boliche, avaliando a pressão que ela causa por conta da má postura da cabeça.

O tamanho do mouse está adequado somente para as mãos de um adulto, o que deixa as crianças em uma desvantagem maior ainda.

"O mouse causa outro problema para as crianças. Muitos adultos sofrem de LERs como resultado do uso contínuo por causa da pressão continuar no dedo indicador. Como mouse é projetado para as mãos adultas as crianças estão em uma desvantagem ainda maior. O mouse é perigoso de Déborah Quilter, porque sobrecarrega o dedo indicador e causa extenuação no braço e no pescoço" (ARMSTRONG; CASEMENT, 2001-Pp.163).

Muitos pais preferem dar presentes tecnológicos, pois acreditam que assim seus filhos possuem menos riscos de se machucarem. Isso concluído pelo simples fato de que as crianças passam o tempo na frente do objeto estático e sem se locomover muito. Porém "A criança pode estar sofrendo de dor no pulso, cotovelo ou ombro e os pais nem saberem" diz Pilkington. E é o que torna o uso desenfreado da tecnologia preocupante. Pois inúmeras complicações de saúde podemos desenvolver e não saber que ela está lá.



No topo da lista está um problema que as crianças chamam de “Polegar Segá”, e que é usado por brincadeiras como videogames. Como o Polegar tem uma articulação fraca, ação constante com o controlador do jogo, que força o Polegar contínua e rapidamente para frente, sobrecarrega-a. O resultado é uma sensação dolorosa semelhante ao polegar do esquiador, o tipo de problema é que os esquiadores adquirem ao fincar os seus bastões na neve, forçando os seus polegares. (ARMSTRONG; CASEMENT, 2001-Pp.163)

As lesões físicas causadas pelo mau uso das tecnologias são chamadas de LER “lesões por esforço repetitivo”. Ainda não existe um estudo completo, sobre o impacto do uso das TDIC, direcionado às crianças, mas pode-se concluir que suas consequências não são menores.

“a extensão em que os olhos são afetados por fixarem uma tela de computador por longo período de tempo. Outro assunto que está sendo estudado está “relacionada com a saúde é com relação estabelecida entre ataques epiléticos em crianças com o ato de jogar videogames. Segundo estudo realizado em Seattle, reações epiléticas em crianças ocorrem com mais frequência do que anteriormente era imaginado, embora frequência total ainda seja desconhecida [...]Os pesquisadores concluíram que os videogames causavam os ataques dos 35 pacientes estudados 27 nunca havia sofrido um ataque antes de ser exposto a um computador. A paciente mais jovem uma garota de 1 ano de idade, estava ao lado do seu irmão enquanto ele jogava de videogame. Embora os cientistas não pensem que os videogames causam epilepsia eles acreditam que os jogos podem provocar um ataque” (ARMSTRONG; CASEMENT, 2001-Pp.167).

Se sugere também outros problemas que podem ser gerados através da ação dos monitores do computador, problemas de pele como erupções, secura, coceira de queimaduras na pele e até mesmo a interrupção da produção da melatonina no qual é responsável na inibição de tumores.

Impor o uso de computadores as crianças é mais uma inovação tecnológica onde é preciso um extremo cuidado ao ser aplicada.

5. CONCLUSÃO

Uns dos grandes desafios que as escolas apresentam quanto ao uso das TDI-CS, é fazer que seus alunos não sejam apenas usuários. Transmitir o conhecimento aos alunos que os capacite de transformar o que tem em mãos.

Segundo Moran (2000, p.12), “se ensinar dependesse só de tecnologias já teríamos achado as melhores soluções há muito tempo. Elas são importantes, mas não resolvem as questões de fundo”. Pois a tecnologia não está no material pedagógico que o professor utiliza em sala de aula a criatividade do educador em criar maneiras de ensinar. E para que isso seja possível é preciso uma dedicação maior do mesmo.



Nesse sentido, compete às escolas e aos professores uma preocupação em utilizar de forma adequada o computador como um recurso didático, ou seja, como um instrumento auxiliar no processo de ensino aprendizagem, priorizando o investimento na capacitação dos professores frente a essa tecnologia, para que ele possa incorporá-las na sua prática educativa. (BINOTTO; ANTUNES, 2014 Pp. 13)

Segundo Antunes “é preciso estar claro que o computador, ou qualquer outra tecnologia, por si só, não é agente de mudanças. A principal mudança deverá estar na prática do professor. Toda mediação deve conter uma intenção. Para tanto o mesmo terá a habilidade de assim o fazer se ele possuir preparação profissional e desenvoltura para estar atento às necessidades de sua classe.

Com isso conclui-se que as TDICS são nada mais nada menos que mais um recurso pedagógico como todos os outros, não mais não menos importante. E assim como os outros, este recurso deve ser usado com um objetivo a ser alcançado e que uma orientação quanto ao seu uso é necessária ser passado aos alunos. Um limite deve ser imposto pelos professores e pais às crianças, a fim de preservar a saúde destes.

Através de um conteúdo educativo de forma integral e restauradora, incentivando a interação entre a teoria e a prática, o pensar e o fazer, a razão e a emoção, o indivíduo e o coletivo, a causa e o efeito, pois tanto os educandos como os educadores ensinam e aprendem.

Referencias

ARMISTRONG, Alison; CASEMENT, Charles. **A criança e a Máquina:** Como os computadores colocam a educação de nossos filhos em risco. Porto Alegre, 2001.

BIANCHIN, Rejane; KARNAL, Francisco Oscar. **Integração das tecnologias nos processos de alfabetização e letramento:** investigação-ação educacional em uma Escola Pública Da Rede Municipal De Lajeado – RS

BINOTTO, Claudia; ANTUNES, Ricardo S. **Tecnologias digitais no processo de alfabetização: analisando o uso do laboratório de informática nos anos iniciais.** Universidade Federal do Paraná, 2014.

HANSEN, Maria R. B. **O uso das tecnologias (informática) na alfabetização dos alunos de 1º e 2º ano do ensino fundamental.** Porto Alegre, 2010.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias:** o novo ritmo da informação. Campinas: Editora Papirus. 2012.

VYGOTSKY, L.S. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** São Paulo, 1998.

WIM, Veen; BEM, Vrakking. **Homo Zappiens, educando na era digital.** Porto Alegre: Arrmed, 2009.



CAPÍTULO 16

QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SÃO FRANCISCO EM CANAIS DE IRRIGAÇÃO UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

WATER QUALITY OF THE SÃO FRANCISCO'S RIVER IN IRRIGATION
CHANNELS USED FOR PUBLIC SUPPLY

Mariana Fernandes Monteiro Martins

Jamilly Garcia Gonçalves

Valdívia Thais Alves de Lima

Paula Tereza de Souza e Silva

Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

Resumo

A concessionária do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Juazeiro-BA utiliza a água transportada em canais de irrigação para abastecimento humano através de pontos de captação para suas estações de tratamento. Considerando que, por serem abertas e percorridas por projetos de irrigação, as águas são mais vulneráveis à contaminação principalmente de práticas agrícolas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das águas do rio São Francisco provenientes de canais de irrigação e destinados ao abastecimento público de oito estações de tratamento no município de Juazeiro, Bahia, verificando o atendimento à Resolução CONAMA 357/2005. Os resultados mostraram que as águas do Rio São Francisco atendiam à Resolução CONAMA 357/2005 para abastecimento público e não apresentavam contaminação para os parâmetros estudados. A água possui uma concentração insignificante de nutrientes, o que não é um fator que prejudica o uso da água e indica que não há contaminação por atividades agrícolas no entorno dos canais durante o período de estudo.

Palavras chave: Água de abastecimento, canais de irrigação, IET.

Abstract

The concessionaire of the Autonomous Water and Sewage Service (SAAE) of Juazeiro, BA, uses the water transported in irrigation channels for human supply, which are adopted as water collection points for its treatment plants. Considering that, because they are open and run through irrigation projects, waters are more vulnerable to contamination mainly from agricultural practices, the objective of this work was to evaluate the water quality of the São Francisco River from irrigation channels and intended for public supply eight water treatment plants in the municipality of Juazeiro, Bahia, checking the compliance with CONAMA Resolution 357/2005. The results showed that the water from the São Francisco River originating from irrigation channels and destined for water treatment plants in the municipality of Juazeiro, Bahia, complied with the CONAMA Resolution 357/2005 for public water supply and did not present contamination for the studied parameters. The water has an insignificant concentration of nutrients, which is not a factor that causes damage to the use of water as well as indicating that there is no contamination by agricultural activities around the channels during the study period.

Keywords: Supply water, irrigation channels, IET.



1. INTRODUÇÃO

O município de Juazeiro-BA, grande produtor e referência da fruticultura irrigada no país, possui o Rio São Francisco como sua fonte hídrica. A agricultura irrigada é um dos sistemas de produção de alimentos que mais cresce no mundo, e é responsável por cerca de 70% do consumo da água doce, chegando a utilizar 50% a 85% dos recursos hídricos disponíveis em regiões de clima seco (LIRA *et al*, 2016). O município de Juazeiro possui clima semiárido, extensão territorial de 6.390 km² e 197.965 habitantes (IBGE, 2014). É constituído por 8 distritos, subdivididos em 24 projetos públicos de irrigação em funcionamento, 6 em implantação e 3 na fase de estudo para futura implementação. Entre os projetos em produção, estão o projeto Curaçá e o projeto Maniçoba. O primeiro possui área irrigável de 4.169 hectares, tendo a fruticultura como principal atividade. O segundo apresenta uma área irrigável de 4.847 hectares, onde predomina o cultivo de manga, uva e cana-de-açúcar (CODEVASF, 2020). Estima-se que atualmente são 452,57 km de canais que atendem a todos os projetos de irrigação do município de Juazeiro (CODEVASF, 2020).

A carga difusa agrícola é uma das principais fontes de poluição das águas em bacias hidrográficas. Uma das consequências de suas atividades é a concentração de nutrientes e metais-traços acima das recomendações para proteção dos ecossistemas aquáticos (LUCAS *et al*, 2010). Além da irrigação, as águas dos canais, são utilizadas para fins de abastecimento humano. Desta forma, faz-se necessário o monitoramento de parâmetros que certifiquem a qualidade da água para este fim.

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) dispõe sobre a definição dos corpos d'água e sobre as diretrizes ambientais para sua classificação. Por meio da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), o CONAMA estabelece a qualidade físico-química e bacteriológica da água por meio de padrões predeterminados para enquadrá-la em uma classe específica. Esta resolução é utilizada para comparar o nível de qualidade das águas para os seus diversos usos, inclusive para o abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado.

O Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) é a concessionária responsável pelos serviços de abastecimento e tratamento de água e esgoto da região. A fim de suprir as necessidades hídricas da população rural, passou a utilizar a água transportada pelos canais de irrigação para o abastecimento humano. Estes canais abertos passaram a ser adotados como pontos de captação de água para suas estações de tratamento. São águas mais vulneráveis a contaminação advinda principalmente das práticas agrícolas, como pulverizações das culturas, que são fonte de poluentes como pesticidas e nutrientes. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água do Rio São Francisco, oriunda de canais de irrigação, e destina-

da ao abastecimento público de oito estações de tratamento de água no município de Juazeiro, verificando o enquadramento à Resolução CONAMA 357/2005.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área do estudo, pontos de amostragem

Com base em informações fornecidas pelo SAAE, foram identificadas 12 Estações de Tratamento de Água (ETA), no município de Juazeiro, cujas captações de água bruta são realizadas em canais de irrigação. Após visitas *in loco*, escolheu-se os oito canais de maior representatividade para coleta das amostragens (uma por canal) (Tabela 1). Devido proximidade da captação das ETAs Carnaíba e Juremal (Figura 1), optou-se por usar a nomenclatura Carnaíba/Juremal para representar um único ponto de amostragem. As coletas das amostras de água ocorreram nos meses de setembro de 2019, novembro do mesmo ano e janeiro de 2020, todas no período da manhã.

2.2. Coletas, parâmetros e procedimentos analíticos

A frequência mínima trimestral de amostragem e os parâmetros avaliados foram adotados a partir de Oliveira *et al.* (2010). É importante salientar que este estudo faz parte de uma pesquisa mais ampla e que este é o primeiro trimestre apresentado. As amostras foram coletadas e armazenadas em frascos de polietileno de 1 L para realização de análises físico-químicas e em frascos autoclavados de 200 mL para análises microbiológicas. As determinações dos parâmetros foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), levando-se em conta a Resolução CONAMA 357/2005 e a peculiaridade da atividade agrícola. Determinou-se assim os parâmetros de temperatura (T), pH, cor, turbidez e condutividade elétrica (CE) como parâmetros físico-químicos. Determinou-se o nitrogênio amoniacal, fósforo e clorofila *a* como indicador algal e como indicativo de poluição advinda da atividade agrícola. Por fim, foi realizada a pesquisa de coliformes fecais (*E. coli*) como indicativo de contaminação microbiológica de origem humana e animal. Todas as coletas e análises foram realizadas em triplicata seguindo procedimentos analíticos definidos por APHA (2012). A leitura do pH e da temperatura foram efetuadas *in loco* em potenciômetro Modelo MS Tecnopon mPA 210. A leitura da turbidez foi realizada em Turbidímetro de Modelo TB 1000, e a cor determinada em leitor portátil de modelo AquaColor Cor IP67.



ETA	LOCALIDADE	VOLUME CAPTADO(L\s)	CAPTAÇÃO	
			LATITUDE	LONGITUDE
Sede Juazeiro	Centro de Juazeiro	680,00	9°24'31,8000" S	40°30'47,8800" W
Carnaíba	Carnaíba do Sertão	2,70	9°34'44,4612" S	40°21'35,4204" W
Juremal	Distrito de Juremal	3,33	9°43'43,1148" S	40°21'22,4208" W
Jardim Primavera	Juazeiro	8,33	9°27'03,7188" S	40°23'04,3044" W
Mandacaru 2	Projeto Maniçoba	5,50	9°24'37,1340" S	40°18'51,6060" W
Maniçoba 1	Projeto Maniçoba	8,33	9°19'18,6708" S	40°17'21,5484" W
Maniçoba 2	Projeto Maniçoba	13,80	9°17'08,4336" S	40°16'46,7796" W
NH1	Projeto Curaçá	8,33	9°08'55,3164" S	40°05'17,7468" W
NH4	Projeto Curaçá	13,80	9°10'15,1284" S	40°03'08,0784" W

TABELA 1. Identificação das ETAs e pontos de amostragem da água.
Fonte: Autores.



FIGURA 1. Localização das casas de bombas das ETA's Carnaíba e Juremal (a) e captação no Rio São Francisco Juazeiro (b).

Fonte: Autores.

Para determinação do Índice de Estado Trófico da água (IET), foi utilizado o método de Carlson (1977), adaptado por Lamparelli (2004) para rios, o qual utiliza fósforo total e clorofila *a* conforme equações (1) e (2):

$$IET(PT) = 10 * \left(6 - \frac{0,42 - 0,36 * \ln(PT)}{\ln(2)} \right) - 20 \quad (1)$$

$$IET(CL) = 10 * \left(6 - \frac{-0,7 - 0,6 * \ln(CL)}{\ln(2)} \right) - 20 \quad (2)$$

PT representa a concentração de fósforo total, em $\mu\text{g/L}$; *CL* é a concentração de clorofila *a*, em $\mu\text{g/L}$; *IET (PT)* é o índice de estado trófico para o fósforo total; *IET (CL)* é o índice de estado trófico para a clorofila *a*. O valor do IET é então obtido pela média aritmética do IET(PL) e IET(CL), a partir do qual, é possível classificar o corpo hídrico em 5 níveis de trofia, sendo: ultraoligotrófico ($\text{IET} \leq 47$), oligotrófico ($47 < \text{IET} \leq 52$), mesotrófico ($52 < \text{IET} \leq 59$), eutrófico ($59 < \text{IET} \leq 63$), supereutrófico ($63 < \text{IET} \leq 67$) e hipereutrófico ($\text{IET} > 67$) (CETESB, 2018).

2.3. Limites estabelecidos na resolução CONAMA 357/2005

A Tabela 2 apresenta os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, referentes aos parâmetros pH, cor, turbidez (Tur), fósforo total (PT), clorofila *a* (Cl *a*), nitrogênio amoniacal (NA) e *Escherichia coli* (*E.coli*).

ÁGUAS DOCES	pH	Cor mg Pt/L	Tur UNT	PT** mg/L	Cl a $\mu\text{g/L}$	NA	E.coli (UFC/100mL)
Classe 1	6,0 a 9,0	*	Até 40	0,10	10	3,7 mg/L N, $\text{pH} \leq 7,5$ 2,0 mg/L N, $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$	200
Classe 2	6,0 a 9,0	até 75	até 100	até 0,05	até 30	1,0 mg/L N, $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ 0,5 mg/L N, $\text{pH} > 8,5$ 13,3 mg/L N, $\text{pH} \leq 7,5$	1000
Classe 3	6,0 a 9,0	até 75	até 100	0,15	60	5,6 mg/L N, $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ 2,2 mg/L N, $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ 1,0 mg/L N, $\text{pH} > 8,5$	2500

* Não há padrão; **Ambiente Lótico; Obs.: Não há padrão para temperatura e CE.

TABELA 2. Valores padrões dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Fonte: Autores.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os parâmetros pH e CE nas águas dos canais durante o período de monitoramento são apresentados na Tabela 3. A média do trimestre apresentou resultados similares para pH, com valores entre 5,41 e 5,81. De acordo com a Resolução CONAMA 357/05, as amostras analisadas estão fora do padrão para as Classe 1, 2 e 3, uma vez que os valores para referência variam entre pH 6 e 9, e esses valores só foram alcançados nas análises das amostras do mês de novembro. No estudo realizado por Medeiros *et al.* (2017) sobre a qualidade da água em um trecho do submédio da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, os pH ultrapassaram o limite permissível pela Resolução CONAMA 357/2005, chegando 9,71. No presente estudo, o pH esteve abaixo da neutralidade.



Segundo o Laboratório de Meteorologia (LabMet) da Univasf, a estação chuvosa de Juazeiro ocorre entre os meses de outubro e abril. No mês de janeiro de 2019, a cidade registrou índices de chuva de 129,8 milímetros de chuva, superando a média histórica para este período de 79,4 milímetros (FREITAS, 2020). Isto pode ter contribuído para que os valores de pH para o mês de janeiro estivessem abaixo do mínimo estabelecido pela resolução CONAMA 357/05. O pH é influenciado diretamente pela quantidade de matéria orgânica a ser decomposta. Quanto maior a quantidade disponível, menor o pH, devido à biodegradação que resulta em ácidos orgânicos e gás carbônico (FIA, 2015). Assim, quanto menor a vazão, maior a concentração de matéria orgânica, e menor o valor de pH. A redução dos valores de pH durante o mês de setembro pode estar relacionada ao aumento de matéria orgânica proveniente de lançamentos de esgotos no curso d'água ou até mesmo da presença da mata ciliar que circunda os canais, uma vez que outro fator que influencia o pH é a temperatura (FIA, 2015), e esta não teve grandes variações. É importante destacar que o pH se manteve em torno de 4 desde a Sede, localizada no leito do Rio São Francisco, um indício de que pode ter havido interferência externa no próprio rio.

Ponto de amostragem	pH e CE (uS/cm)							
	SETEMBRO		NOVEMBRO		JANEIRO		Média do trimestre	
	pH	CE	pH	CE	pH	CE	pH	CE
Sede	4,15	56,26	7,28	76,46	5,99	59,9	5,81 ± 1,58	64,21 ± 10,77
Carnaíba/ Juremal Jardim	4,08	60,76	7,34	62,56	5,87	447,8	5,76 ± 1,63	190,37 ± 222,94
Primavera	4,08	60,07	7,59	62,79	5,21	369,2	5,63 ± 1,79	164,02 ± 117,70
Mandacaru 2	4,07	56,02	7,59	63,61	5,21	63,5	5,62 ± 1,80	61,04 ± 4,35
Maniçoba 1	4,08	60,76	6,95	60,97	6,08	55,97	5,70 ± 1,47	59,23 ± 2,83
Maniçoba 2	4,12	25,07	6,6	66,98	5,5	58,39	5,41 ± 2,24	50,15 ± 22,14
NH1	4,14	55,11	7,27	55,48	5,52	53,2	5,64 ± 1,57	54,60 ± 1,22
NH4	4,14	119,1	7,32	63,31	5,51	186,2	5,66 ± 1,60	122,87 ± 61,53

TABELA 3. Valores de pH e CE da água.

Fonte: Autores

Os maiores valores de condutividade elétrica encontrados no estudo foram no mês de janeiro, aquele que apresentou maior precipitação no período chuvoso segundo dados do LabMet. Isto é corroborado por dados de Brito *et al.* (2020 apud VIEIRA, 2010), os quais mostram que as variações de condutividade elétrica podem estar relacionadas a presença de efluentes no corpo hídrico e à influência direta dos períodos chuvosos (SOUZA *et al.*, 2014).

Para os oito pontos analisados, a temperatura variou entre a mínima de 21,7 °C e a máxima de 27,5 °C. A média do trimestre se manteve entre 24°C e 26°C, não havendo, portanto, grandes variações. A variação da temperatura ocorre sazonalmente ou influenciada pelas oscilações de vazões e de incidência solar. Pode, ainda, ser atribuída a processos antrópicos, como despejo de efluentes sem tratamento térmico para redução de temperatura, represamento de águas e desmata-

mento nas áreas de drenagem (NAIME, 2009). A resolução CONAMA 357/05 não estabelece um padrão para as temperaturas, mas estudos mostram que uma das menores temperaturas encontradas no Rio São Francisco é na vizinhança de Juazeiro e Petrolina, na ordem de 25°C aproximadamente (DA SILVA *et al*, 2010). De acordo com De Araújo (2015), a temperatura isoladamente não qualifica um corpo hídrico, é necessário que esta seja analisada juntamente com outros parâmetros.

Os valores obtidos para a cor e turbidez estão representados na Tabela 4. Para o parâmetro cor, as amostras se enquadram na classificação águas doces de Classe 2, tendo o valor mínimo da média do trimestre de 17,57 e o valor máximo de 33,97. Com exceção do ponto Jardim Primavera, todos os demais pontos tiveram uma média trimestral similar a média trimestral da Sede para este parâmetro. As médias trimestrais para turbidez apresentaram resultados similares, com valores entre 1,18 e 2,17, todas bem abaixo do limite para classificação de águas doces de Classe 2, como mostrado na Tabela 2. Todos os pontos tiveram valores da média do trimestre similares a média trimestral da Sede, tendo NH1 e NH4 apresentado valores inferiores, e os demais valores superiores ao valor da Sede.

Ponto de amostragem	Cor (mg Pt/L) e Turbidez (UNT)							
	SETEMBRO		NOVEMBRO		JANEIRO		Média do trimestre	
	Cor	Turbidez	Cor	Turbidez	Cor	Turbidez	Cor	Turbidez
Sede	23,6	1,06	18,9	1,26	10,2	1,76	17,57± 6,80	1,36± 0,36
Carnaíba/ Juremal Jardim	22,9	1,00	20,01	1,67	12,6	2,92	18,50± 5,31	1,86± 0,97
Primavera	22,1	1,36	18,5	2,2	61,3	1,92	33,97± 23,74	1,83± 0,43
Mandacaru 2	14,4	1,11	28,3	3,04	20,8	2,35	21,17± 6,96	2,17± 0,98
Maniçoba 1	21,8	1,10	19,9	2,28	11,6	1,73	17,77± 5,42	1,70± 0,59
Maniçoba 2	20,7	1,08	18,5	1,26	19,1	2,28	19,43± 1,14	1,54± 0,65
NH1	9,9	0,91	21,5	1,35	19,6	1,56	17,00± 6,22	1,27± 0,33
NH4	23,7	0,88	20,5	1,32	25,2	1,34	23,13± 2,40	1,18± 0,26

TABELA 4. Cor e turbidez da água.

Fonte: Autores.

A média da concentração de *E. coli* variou entre 83 (Maniçoba 2) e 2.380 UFC/100mL (NH4) no trimestre considerando todos os pontos de amostragem. O valor máximo ocorreu em setembro no ponto NH4 (6.925 UFC/100 mL), seguido do valor de 4.833 UFC/100 mL em Carnaíba/Juremal. Em novembro nenhum ponto apresentou *E.coli*. O mês de setembro foi o que mais pontos apresentaram *E.coli* (Sede, Mandacaru2, Maniçoba 1 e 2 e NH4). Em janeiro apenas os pontos Carnaíba/Juremal, Jardim Primavera e NH1 apresentaram *E.coli*.

Na Tabela 5 nota-se que o NA no ponto Carnaíba/Juremal apresentou valor acima do padrão, 4,27 no mês de janeiro, mas sua média trimestral se manteve dentro do limite máximo, com o valor de 2,13. Todas as outras se mantiveram dentro dos valores de referência durante todo o monitoramento. Quando as concentrações



para esse parâmetro são elevadas significa que existem pontos de poluição no local de amostragem, indicando que no local pode haver contaminação por esgotos domésticos (ALVES *et al*, 2008) ou por plantações agrícolas, devido ao uso indiscriminado de agrotóxico, comprometendo a qualidade da água, segundo Medeiros *et al* (2017). Em relação a concentração de fósforo obtida nas análises em cada mês, é observada uma significativa variação no mês de janeiro para todos os pontos, se comparado com os meses anteriores. Tomando a resolução como referência, é possível perceber que os valores obtidos estão acima do recomendado que seria de 0,05 mg/L. Os fosfatos presentes na água podem ter origem natural, resultando da decomposição da matéria biológica e lixiviação de minerais (rochas fosfatadas); e ter origem antropogênica, resultando de escorrências de terras agrícolas fertilizadas e de falhas no tratamento de águas residuais (EMÍDIO, 2012).

Ponto de amostragem	Nitrogênio Amoniacal (mg N-NH ₃ /L) e Fósforo total(mg/L)							
	SETEMBRO		NOVEMBRO		JANEIRO		Média do trimestre	
	NA	PT	NA	PT	NA	PT	NA	PT
Sede	2,40	1,21	1,60	2,06	1,33	8,16	1,78 ± 0,56	3,81± 3,79
Carnaíba/ Juremal Jardim	1,33	1,39	0,80	1,82	4,27	10,57	2,13 ± 1,87	4,59 ± 5,18
Primavera	2,40	2,77	1,87	1,9	2,40	12,4	2,22 ± 0,31	5,69 ± 5,83
Mandacaru 2	2,13	2,61	1,60	2,21	3,20	3,58	2,31 ± 0,82	2,80 ± 0,70
Maniçoba 1	1,87	1,72	1,87	1,57	2,40	3,28	2,05 ± 0,31	2,19 ± 0,95
Maniçoba 2	1,33	1,92	1,33	1,96	2,67	9,04	1,78 ± 0,77	4,31 ± 4,10
NH1	1,33	1,17	1,87	0,03	1,60	3,05	1,60 ± 0,27	1,42 ± 1,53
NH4	3,47	1,21	1,60	1,9	3,73	3,1	2,93 ± 1,16	2,07 ± 0,96

TABELA 5. Resultados de nitrogênio amoniacal e fósforo total
Fonte: Autores.

A clorofila *a* não foi detectada pelo método e apenas a concentração de fósforo total foi utilizada no cálculo do IET. Em todos os pontos, as amostras classificaram-se como ultraoligotrófico, (IET < 47). O maior valor (IET 23) ocorreu em Maniçoba 2 em janeiro e o menor valor (IET 17) ocorreu em NH1 em setembro. No Rio São Francisco, o IET variou entre 17 e 22 com 20 de média. Isso significa que desde a Sede, ponto que representa o leito do rio, a água possui baixas concentrações de nutrientes. Postula-se, então, que não houve contaminação da água pelas atividades agrícolas ao entorno dos canais de irrigação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da qualidade da água do Rio São Francisco oriunda de canais de irrigação e destinada às estações de tratamento de água no município de Juazeiro, atenderam ao enquadramento à Resolução CONAMA 357/2005 para água de abastecimento. A baixa concentração de nutrientes indica que as atividades agrícolas no entorno dos canais não acarretaram prejuízos ao uso da água durante o período

analisado.

Artigos que foram convidados para publicação, os mesmos já foram apreciados pelo Conselho Editorial da Editora Pascal, e não passarão pelo processo de avaliação.

Referencias

ALVES, Eliane Cristina et al. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físico, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum Technology**, v. 30 n.1, p. 39-48, 2008.

BRITO, Fábio Sergio Lima et al. Comportamento das variáveis físico-químicas da água do lago Bolonha-Bélem-PA. **Brazilian journal of development**, v. 6 n.1, p. 1738-1757, 2020.

CARLSON, R. E. A trophicstate index for lakes. **Limnology and Oceanography**, v. 2, n. 2, p. 361-369, 1977.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Águas interiores**: Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017. São Paulo: CETESB, 2018. 303p.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco. CODEVASF, 2020. Elenco de projetos. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/irrigacao/projetos-publicos-de-irrigacao/elenco-de-projetos>. Acesso em: 15, abril de 2020.

DA SILVA, Djane Fonseca; GALVÍNCIO, Josicleda Domiciano; DE CARVALHO ALMEIDA, Henrique Ravi Rocha. Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do Rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 9, n. 3, 2010.

DE ARAÚJO, Julliana Melo Pinheiro; DE OMENA, Sylvia Paes Farias; LEITÃO, Ted Johnson Vasconcelos. I-092-ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA CONSUMIDA POR UMA COMUNIDADE ISOLADA EM JUAZEIRO-BA, 2015.

EMÍDIO, V. J. G. **A problemática do fósforo nas águas para consumo humano e águas residuais e soluções para o seu tratamento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Faro, Portugal. 2015.

FIA, Ronaldo et al. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 2, p. 267-275, 2015.

FREITAS, Renata. LabMet da Univasf registra chuvas acima da média em janeiro de 2020. Disponível em: <<http://portais.univasf.edu.br/noticias/labmet-da-univasf-registra-chuvas-acima-da-media-em-janeiro-de-2020>>. Acesso em: 03, abril de 2020.

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

LIRA, Raquele Mendes et al. A utilização de águas de qualidade inferior na agricultura irrigada| The use of lower quality water in irrigated agriculture. **Revista Geama**, v. 1, n. 3, p. 341-362, 2016.

LUCAS, Ariovaldo AT; FOLEGATTI, Marcos V.; DUARTE, Sérgio N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 937-943, 2010.

MEDEIROS, Ana Helena Coelho et al. QUALIDADE DA ÁGUA EM UM TRECHO DO SUBMÉDIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, 2017.

NAIME, Roberto; DO NASCIMENTO, Carlos Augusto. Monitoramento de pH, temperatura, OD, DBO e condições microbiológicas das águas do arroio pampa em novo Hamburgo-RS. **Uniciências**, v. 13, n. 1, 2009.



SOUZA, Juliana Rosa de et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almadá, sul da Bahia, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 8, n. 1, 2014.



CAPÍTULO 17

AVALIAÇÃO DA FORRAGEM E SEMENTES DE BRAQUIÁRIA EM FUNÇÃO DO MANEJO PRODUTIVO DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO

EVALUATION OF FORAGE AND BRACHIARY SEEDS ACCORDING TO THE
PRODUCTIVE MANAGEMENT OF IRRIGATION AND FERTILIZATION

Max Emerson Rickli

Fernanda Lamede Ferreira De Jesus

Rodrigo Couto Santos

Arthur Carniato Sanches

Luciano Oliveira Geisenhoff

Renato Fernando Menegazzo

Claudeir de Souza Santana

Stephany Lillian Silveira França

Bruno Machado Antunes

Fagner Lopes Theodoro

João Pedro Rodrigues da Silva

Resumo

Objetivou-se, neste experimento, avaliar os efeitos da irrigação (irrigado e não irrigado), do corte da forragem (sem corte e um corte) e de doses de nitrogênio (N) (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) em *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk sobre os componentes da produtividade de forragem e de sementes. O delineamento experimental foi em parcelas sub-subdivididas com quatro repetições. As doses de nitrogênio foram aplicadas em 10 de novembro de 2007 na forma de uréia. Foram avaliadas as produtividades de matéria seca (MS) de colmos, de lâminas foliares, de material morto, a densidade de inflorescências, o número de sementes por ráquila e o número de sementes por inflorescência. A irrigação não influenciou os componentes da produtividade de forragem. A produtividade de forragem e a de lâmina foliar foi influenciada pelas doses de N. As doses de N influenciaram o número de sementes por inflorescência nos períodos de florescimento de dezembro e de abril.

Palavras-chave: manejo de irrigação, produção de sementes, produção de forragem.

Abstract

The objective of this experiment was to evaluate the effects of irrigations, clipping of forage and nitrogen (N) levels (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹) on *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk at forage yield, and components of harvested seed yield. The experimental design was arranged in a randomized split-split-plot design with four replications. The N (Urea) doses were applied on November 10 2007. It is evaluated the dry matter (DM) of forage, culms, of leaf lamina, of dead matter, inflorescence density, and the number of seed by inflorescence. There was no influence of irrigation at components of forage yield. Forage yield and leaf lamina yield was affect by N levels. The N levels affected seeds/inflorescence at the flowering of December and April.

Keywords: irrigation management, seed production, forage production.



1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte é a mais importante atividade agropecuária brasileira se considerarmos o montante de recursos financeiros gerados. Santos et al. (2008) citam que a participação no valor bruto da produção agropecuária referente à carne bovina foi, respectivamente, nos anos de 2006/2007 de 18,0 e 16,0% e isto correspondeu a 32,38 e 32,81 bilhões de reais, superando as produções de soja e de cana-de-açúcar, que participaram com 13,7 e 10,7% em 2006 e com 14,9 e 10,4% em 2007. O Brasil encontra-se como o segundo maior produtor mundial de carne bovina, responsável por 11% da produção mundial representando 6 milhões de toneladas, sendo o segundo maior rebanho mundial de gado bovino (SVERSUTTI; YADA, 2019).

Dentre as gramíneas tropicais utilizadas no Brasil a *B. decumbens* destaca-se por sua ampla adaptação aos solos, climas, produtividade de forragem, rusticidade e a facilidade de estabelecimento. É a única cultivar no mundo dessa espécie de gramínea tropical (DA FONSÊCA FILHO et al., 2017), sendo utilizada como forrageira para a alimentação de bovinos, para corte, feno, silagem e principalmente em condições de pastejo. Pastos de *B. decumbens* podem apresentar alta resposta na produtividade de forragem a adubações de N (Skerman & Riveros, 1996). Os resultados de produtividade de sementes por área com as mais importantes cultivares de capim-braquiária são altamente variáveis sendo a média para *Brachiaria decumbens* entre 70 a 1000 kg/ha (BARBEDO, et al., 2020).

Jornada et al. (2005) em capim-milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), nas condições do Rio Grande do sul, avaliaram o efeito da irrigação, de épocas de corte e de doses de N sobre as produtividades de forragem e sementes. Os autores verificaram que a irrigação suplementar não mostrou vantagem sobre as produtividades de forragem e sementes. No entanto, nos Estados Unidos, Frank et al. (1996) mencionaram que os efeitos de irrigações em gramíneas de estação fria sobre a produtividade de sementes são controversos e foram pouco estudados.

Em forrageiras tropicais tem sido mostrado que os cortes em pastos que visam à produção combinada de forragem e de sementes podem influenciar os componentes da produtividade de sementes (Germano et al., 2018) e a quantidade de sementes produzida (Monteiro et al., 1984; Coimbra & Nakagawa, 2006). Nordesgaard (1980) e Ahrens & Oliveira (1997) afirmaram que os cortes da forragem, se realizados no período mais adequado, não influenciam a densidade de perfilhos férteis, mas podem reduzir o peso de sementes.

A demanda em quantidade e qualidade de sementes de forrageiras nas décadas mais recentes tem sido crescente. Segundo Germano et al. (2018), em gramíneas tropicais, a quantidade de N disponível é o mais importante fator que regula as taxas de vários processos que resultam na formação de sementes. Decorridas



várias décadas, no que se referem às adubações de N, os resultados com forrageiras tropicais dirigidos à produção de sementes e aos componentes da produtividade de sementes são controversos.

Monteiro et al. (1984) avaliaram as doses de N de 0, 85, 115 e 145 kg ha⁻¹ em *Panicum maximum* Jacq. cv. Colonião e verificaram semelhança na produtividade de sementes por área. O aumento da produtividade de sementes em razão de maiores doses de N tem sido relacionado principalmente ao aumento da densidade de inflorescências (HILL; LOCH, 1993; NABINGER; MEDEIROS, 1995). Considerando que a *B. decumbens* cv. Basilisk é a cultivar mais plantada no Brasil e em diferentes ambientes induz a necessidade de estudos detalhados para se determinar os efeitos da irrigação, do corte e a resposta a taxas de N visando à produção de sementes.

Dado o exposto, este trabalho objetivou avaliar o efeito da irrigação, do corte da forragem e de doses de N em pastos de *B. decumbens* cv. Basilisk sobre o acúmulo de forragem, nos componentes da produtividade de forragem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está localizada no Campus de Umuarama, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), PR (longitude 53°17', latitude 23°44' e altitude 480 m). O clima no local é classificado como Cfa de acordo com Köppen (Pereira et al., 2016). Durante o período experimental as condições climáticas observadas por meio de Estação Meteorológica do Campus com cálculo de ETo através de leituras do Tanque Classe A, considerando coeficiente de cultura igual a 1 (Kc = 1) (Pereira et al., 2002).

O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (Weil and Brady, 2016) e textura arenosa. A área foi utilizada na estação de crescimento de 2004/2005 para o cultivo de milho (*Zea mays* L.) utilizado para a produção de grãos e semeado por meio de semeadura direta na palha. O pasto de *B. decumbens* estabeleceu-se por ressemeadura natural nos meses da primavera de 2005. A análise de solo coletada a profundidade de 0 a 20 cm apresentou como características químicas pH-H₂O=5,6; Al³⁺=0,1 cmol_cdm⁻³; H+Al³⁺= 3,97 cmol_cdm⁻³; Ca²⁺+Mg²⁺= 1,71 cmol_cdm⁻³; K⁺=0,09 cmol_cdm⁻³; P= 4,4 mgdm⁻³ e C= 11,06 gdm⁻³.

O período experimental foi de outubro de 2007 a junho de 2008. Foram realizadas estimativas de componentes da produtividade de sementes para os florescimentos de dezembro de 2007 e de abril de 2008. Em setembro de 2007, as parcelas experimentais foram demarcadas, roçadas; capinas manuais foram realizados e implantados os canos e instrumentos de aspersões para as irrigações. A adubação de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e de 60 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) foi realizada em 20 de outubro de 2007 em mistura, a lanço

e em superfície, de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1995).

O arranjo das parcelas experimentais foi um fatorial (2 x 2 x 4). O delineamento experimental usado foi em parcelas sub-subdivididas, com as parcelas principais arranjadas em blocos completos casualizado, sendo os tratamentos de irrigação (I-irrigado e NI-não irrigado) (fator um) alocados nas parcelas principais, o efeito de corte (sem corte e 1 corte) (fator dois) nas subparcelas (4 x 16 m) e as doses de N (0, 50, 100 e 150 kg/ha de) (fator três) nas sub-subparcelas (4 x 8 m) com quatro repetições, totalizando 64 parcelas. O espaçamento interposto entre os blocos irrigados e os sem a irrigação foi de oito m. O início de florescimento de dezembro foi em 4/12/2007 em toda a área experimental; nas parcelas com um corte foi em 20/04/2008; nas parcelas irrigadas e com dois cortes, em 28/04/2008 e, nas parcelas não irrigadas e com dois cortes foi em 11/05/2008, e foi avaliado conforme Boomann (1971), observando-se quando o pasto atingiu entre cinco a 10 inflorescências em emergência/m². A avaliação da densidade de perfilhos férteis por unidade de área em cada unidade experimental foi realizada em duas áreas de 0,5 x 0,5 metros (0,25 m²) escolhidas visualmente e consideradas representativas da condição média da unidade experimental. Essas avaliações foram realizadas em 10/1/2008 (florescimento de dezembro) e em 16/6/2008 (florescimento de abril). Em 16/6/2008, ocorreu uma geada que crestou parte da forragem na área experimental. A colheita das inflorescências foi realizada aproximadamente entre 30 e 45 dias após o início do florescimento em ambas as épocas de concentração de florescimento. Foram coletadas 30 inflorescências por unidade experimental para a avaliação dos componentes da produtividade de sementes, número de ráquila/racemo (inflorescência) e número de sementes/racemo.

O corte das plantas para a avaliação da produtividade de forragem foi o mais próximo possível do solo. Essas áreas foram próximas da porção central da unidade experimental para avaliação da MS e foram escolhidas visualmente consideradas representativas da condição média da unidade experimental. A análise da variância foi realizada e os efeitos de irrigação e de corte, quando significativos, comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Os dados das variáveis de produtividade de forragem e de seus componentes dos efeitos das doses de N significativos foram submetidos à análise de regressão, testando-se o modelo linear e o modelo quadrático, usando-se o programa SISVAR® (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ($P > 0,05$) da irrigação na produtividade de forragem e sobre os componentes da produtividade de forragem lâmina foliar verde, colmo verde e material morto (Tabela 1). As produtividades de forragem foram superiores a 5200 kg de MS/ha e podem ser consideradas altas para o período de dias em crescimento.



Variável	Irrigado	Não irrigado
	kg MS ha ⁻¹	
Produtividade de forragem	5602,0	5276,6
Produtividade de lâmina foliar	2269,8	2168,2
Produtividade de colmo e bainha	2740,4	2369,4
Produtividade de material morto	591,8	739,0

Tabela 1 - Efeito da irrigação sobre as produtividades de forragem, de lâmina foliar, de colmo e bainha e de material morto.

Fonte: Os autores

A falta de resposta na produtividade de forragem ao suprimento de água da irrigação pode estar associada aos fatores de meio ambiente que influenciam o crescimento das plantas de *B. decumbens*, principalmente com as quantidades de chuva que ocorreram na fase que antecedeu o florescimento e a alterações na ontogenia das plantas. No entanto, isso necessita ser investigado em outros estudos.

A produtividade de forragem e de lâmina foliar foi influenciada ($P < 0,05$) pela dose de N. O modelo linear foi o que melhor se ajustou à relação entre as doses de N com as variáveis componentes da produtividade de forragem e com a produtividade de forragem. As produtividades de forragem e de lâmina foliar obtidas nas doses de 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ foram de, respectivamente, 3991,8; 5394,2; 6171,4 e 6199,4 kg de MS/ha e de 1441,9; 2076,1; 2617,0 e 2741,0 kg de MS ha⁻¹.

O aumento da produtividade de forragem em resposta a maiores taxas de aplicação de N é bem documentado na literatura de pastagens tropicais. Nas revisões realizadas por Bogdan (1977), respostas na produtividade de forragem a doses de N superiores às avaliadas neste estudo foram demonstradas para pastos de *B. decumbens*. Jornada et al. (2005) em pastos de capim-milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) destinados à produção de sementes e submetidos a doses de N de até 150 kg/ha verificaram resposta linear na produtividade de forragem. A produtividade de forragem pode apresentar importância econômica em sistemas de produção em que a produção de forragem e de sementes é combinada.

Não houve efeito ($P > 0,005$) para as doses de N sobre as produtividades de colmo e de material morto (Tabela 2). As médias de produtividade de colmo e de material morto foram próximas de 2550 e de 660 kg de MS ha⁻¹, respectivamente.

Nitrogênio	Produtividade de colmo e	Produtividade de material
	bainha	morto
Kg ha ⁻¹	kg MS ha ⁻¹	
0	1795,1	754,8
50	2703,9	614,6
100	2959,3	623,2
150	2761,3	669,1
Média	2554,9	665,4

Tabela 2 - Efeito da dose de nitrogênio sobre as produtividades de colmo e bainha e de material morto.

Fonte: Os autores



Chadhokar & Humphreys (1979) evidenciaram que a disponibilidade de N é o fator dominante que regula muitos dos processos de formação de colmos, de folhas, de senescência e dos processos que resultam na formação da semente. No estudo de Fagundes et al. (2006), em *B. decumbens* sob pastejo mantida a 20 cm de altura do pasto, foram avaliadas as doses de N de 75, 150, 225 e 300 kg/ha sobre as características morfogênicas e estruturais de perfilhos. Nesse trabalho, o aumento da aplicação de N influenciou positivamente e linearmente a taxa de alongamento foliar, o comprimento final da folha e as porcentagens de colmo e lâmina foliar na massa de forragem do pasto.

Houve efeito ($P < 0,05$) nos florescimentos de dezembro de 2007 e de abril de 2008 da água suplementar sobre a densidade de perfilhos férteis (Tabela 3). Nas unidades experimentais irrigadas, os valores de densidade de perfilhos férteis por unidade de área foram superiores nas parcelas irrigadas.

Variável	Irrigado	Não irrigado
Perfilhos férteis (perfilhos/m ²)*	569,2	501,1
Perfilhos férteis (perfilhos/m ²)**	258,9	177,43

*Florescimento de dezembro, **florescimento de abril

Tabela 3 – Efeito da irrigação sobre a densidade de perfilhos férteis.

Fonte: Os autores

No que se refere ao efeito da irrigação, sobre os períodos de florescimento de dezembro de 2007 e abril de 2008 não houve efeito ($P > 0,05$) sobre o número de sementes por ráquila e no número de sementes por racemo (Tabela 4).

Variável	Irrigado	Não irrigado
Número de sementes/ráquila*	41,5	39,6
Número de sementes/racemo*	125,0	129,1
Número de sementes/ráquila**	24,4	24,1
Número de sementes/racemo**	69,6	64,9

*Florescimento de dezembro, **florescimento de abril

Tabela 4 - Efeito da irrigação sobre o número de sementes por ráquila e racemo.

Fonte: Os autores

Com relação ao efeito do N no florescimento de dezembro, houve efeito ($P < 0,05$) sobre o número de sementes por ráquila e número de sementes por racemo e no florescimento de abril sobre o número de sementes/racemo (Tabela 5). Não houve efeito ($P > 0,05$) da adubação nitrogenada no florescimento de dezembro e de abril sobre a densidade de perfilhos férteis. Ainda com relação ao florescimento de abril, não houve efeito sobre o número de sementes/ráquila. No florescimento de dezembro e de abril, as densidades de inflorescências/m² nas doses de N zero, 50, 100 e 150 kg/ha foram, respectivamente, de 515,5; 538,0; 521,6 e 565,5 perfilhos férteis/m² e de 213,3; 217,5; 208,6 e 233,4 perfilho/m². O número de sementes/ráquila para o florescimento de abril nas doses de N 0, 50, 100 e 150 kg/ha foram, respectivamente, 23,9; 24,0; 24,4 e 24,6.



Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Sementes/ráquila*	Sementes/racemo*	Sementes/racemo**
0	37,8	106,9	62,0
50	40,6	118,9	68,1
100	41,8	137,1	71,4
150	41,9	145,1	67,5

*florescimento de dezembro, **florescimento de abril

december flowering*, *april flowering*

Tabela 5 - Efeito das doses de nitrogênio sobre o número de sementes por ráquila e racemo.

Fonte: Os autores

Os resultados observados de componentes da produtividade de sementes mostram que as condições do ambiente reduzem as densidades de inflorescências durante o florescimento da *B. decumbens* durante o outono. Cani (1980) avaliando *B. decumbens* nas condições de Viçosa, Minas Gerais, verificou densidades de inflorescências para as colheitas referentes aos florescimentos de dezembro e de abril com 210 e de 163 perfilhos férteis/m², respectivamente. Castro et al. (1994) verificaram maior produtividade de sementes/ha com a colheita de sementes de *B. decumbens* cv. Basilisk aos 30 dias após o início de florescimento. Gobius et al. (2001), avaliando as doses de N de 50, 100 e 200 kg/ha, nas condições da Tailândia, em solos que se encontravam em condições de fertilidade mais baixa se comparada a este experimento não verificou efeito do N na densidade de perfilhos férteis. Nesse estudo, as doses de N de 50, 100 e 200 kg/ha determinaram densidade de perfilhos férteis de 144, 107 e de 168 perfilhos/m², respectivamente.

4. CONCLUSÕES

O nitrogênio aumenta as produtividades de folha de forragem no período precedente do florescimento de abril em *Brachiaria decumbens*. A aplicação de água suplementar, de corte e o aumento da adubação nitrogenada altera componente da produtividade de sementes em pastos de *Brachiaria decumbens*.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pela ajuda na divulgação do trabalho. À UFGD pelo apoio do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola.



Referências

- AHRENS, D.C.; OLIVEIRA, J.C. Efeito do manejo do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) na produção de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.41-47, 1997.
- BARBEDO, P. F.; ASSUNÇÃO, M. L. P.; ALVES, R. V.; DA SILVA LIMA, M.; BORGHI, N. F.; KNOBLAUCH, A. S. S.; GARCIA, R. R. F. Produção de diferentes cultivares de *Panicum maximum* e *Urochloa brizantha* adubados com nitrogênio e potássio. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.8, p.60163-60169. 2020.
- CANI, P.C. **Influência do nitrogênio, cortes e épocas de colheita sobre a produção e qualidade das sementes do capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf)**. 1980. 62p. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.
- CASTRO, R.D.; VIEIRA, M.G.G.C.; CARVALHO, M.L.M. Influência de métodos e épocas de colheita sobre a produção e qualidade de sementes de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, p.6-11, 1994.
- CHADHOKAR, P.A.; HUMPHREYS, L.R. Effect of tiller age and time of nitrogen stress on seed production of *Paspalum plicatulum*. **Journal of Agricultural Science**, v.81, p.219-229, 1979.
- COIMBRA, R.A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, regimes de corte, produção e qualidade de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.21-28, 2006.
- DA FONSÊCA FILHO, L. B.; ENDO, V. Y.; DA SILVA, T. M.; CHAVES, É. L.; PEREIRA, M. L. A.; DOS SANTOS NASCIMENTO, J. C. Intoxicação por ingestão de *Brachiaria decumbens* em bovinos no Brasil e achados patológicos decorrentes: Revisão. **PUBVET**, v.11, p.538-645. 2017.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. et al. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.30-37, 2006.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n.2, p. 109-112, 2014.
- FRANK, A.B.; BITTMAN, S.; JOHNSON, D.A. Water relations of cool-season grasses. In: MOSER, L.E.; BUXTON, D.R.; CASLER, M.D. (Ed.) **Cool-Season Forage Grasses**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1996. p.127-164.
- GERMANO, L. H. E.; VENDRUSCOLO, M. C.; DANIEL, D. F.; DALBIANCO, A. B. Produtividade e características agrônômicas de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás submetida a doses de nitrogênio sob cortes. **Boletim de Indústria Animal**, v. 75, p.1-14, 2018.
- GOBIUS, N.R.; PHAIKAEV, C.; PHOLSEN, P. et al. Seed yield and its components of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Digitaria milangiana* cv. Jarra and *Andropogon gayanus* cv. Kent in north-east Thailand under different rates of nitrogen application. **Tropical Grasslands**, v.35, p.26-33, 2001.
- HILL, M.J.; LOCH, D.S. Achieving potential herbage seed yields in tropical regions. **Tropical Grassland**, v.37, p.218-222, 2007.
- JORNADA, J.B.J.; MEDEIROS, S.R.; PEDROSO, da SILVA, C.E. et al. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre o rendimento de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.50-58, 2005.
- MONTEIRO, J.M.C., FAVORETTO, V.; REIS, R.A. Épocas de rebaixamento e níveis de nitrogênio na produção e qualidade de sementes de capim-colonião. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.5, p.545-552, 1984.
- NABINGER, C.; MEDEIROS, R.B. Produção de sementes de *Panicum maximum* Jacq. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. P.59-128. 345p.
- NORDESGAARD, A. The effects of quality of nitrogen, date of application and the influence of autumn treatment on the seed yield of grasses. In: HEBLETHWAITE, P.D. (Ed.). **Seed Production**. London: Butterworths, 1980, p.105-119.
- PEREIRA, F.F.S., DAL PAI, E, MONTENEGRO, R.J.V., ROMÁN, R.M.S., GONZÁLEZ, A.M.G.O., ESCOBEDO J. F.



Estudo comparativo da evapotranspiração de referência entre localidades no estado de São Paulo e na província de Habana. *Irriga*, v.21, n.2, p.395-395, 2016.

PEREIRA, A. R., ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P.C. Evapotranspiração. In: *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Agropecuária: Guaíba. P.213-245. 2002.

RS/SC - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do sul e Santa Catarina**. 2.ed. Passo Fundo: Núcleo Regional Sul-Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. 223p.

SVERSUTTI, P. E.; YADA, M. M. Criação extensiva de bovinos de corte. **In: SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**, v. 5, n. 1, p. 382-391, 2019.

WEIL, R.R.; BRADY, N.C. *The Nature and Properties of Soils*. 5ed. Pearson, New York, NY, USA. 2016. 1086p.



CAPÍTULO 18

UTILIZAÇÃO DE UM SEPARADOR DE ÁGUA E ÓLEO (SAO) COMPACTO PARA MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DE OFICINAS MECÂNICAS

USE OF A COMPACT WATER AND OIL (SEPARATOR) COMPACT FOR
MINIMIZING THE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF MECHANICAL OFFICES

Cristiano Trindade Serrão

Débora Danna Soares da Silva

Luana Araújo de Sousa

Eduardo Mendonça Pinheiro

Resumo

O sistema de separação de água e óleo pode reduzir os impactos provenientes do descarte incorreto de óleo lubrificante, uma vez que trata a água contaminada separando o óleo da água por meio de gravidade e decantação. O objetivo do presente trabalho foi estudar a viabilidade da técnica da implantação de um sistema de separação de água e óleo (SAO) em uma oficina mecânica de São Luís - MA. A metodologia do trabalho foi baseada num ensaio descritivo/qualitativo, onde se fez a análise em laboratório de uma amostra do efluente oleoso na saída do SAO implantado na oficina. Ao comparar os resultados obtidos diante de outros estudos e padrões permitidos pela CONAMA para o lançamento de efluentes oleosos esses se encontram em conformidades. O sistema apresentou uma boa eficiência, comprovada pela grande redução de quase todos os parâmetros estudados, tornando o efluente final menos poluente.

Palavras-Chave: Óleo lubrificante, Impactos ambientais, Novas tecnologias.

Abstract

The system of separation of oil and water can reduce the impacts from incorrect disposal of lubricating oil, since it treats the contaminated water by separating the oil from the water by gravity and decanting. The objective of the present work was to study the feasibility of the implementation of separation of oil and water (SAO) in a machine shop in São Luís-MA. The methodology was based on a descriptive/qualitative test, where the laboratory analysis of a sample of oily sewage in the output are in the shop. When comparing the results obtained on other studies and standards allowed by the CONAMA to launch these are oily wastewater in compliance. The system presented a good efficiency, proven by the great reduction of almost all parameters studied, making the final effluent less polluting.

Keywords: Lubricating oil, Environmental impacts, New technologies.

1. INTRODUÇÃO

Entre os recursos naturais que os seres humanos dispõem, a água consta como um dos mais importantes, por ser indispensável para a sobrevivência. Sendo que a utilização cada vez maior desse recurso tem resultado em diversos problemas, como no comprometimento da sua qualidade (MOTA, 2008).

Um dos principais responsáveis por esta alteração na qualidade da água é o crescimento populacional, através das múltiplas atividades humanas (REIS et al., 2010). Destacam-se neste artigo as atividades desenvolvidas pelas oficinas mecânicas que podem vir a ser consideradas potencialmente poluidoras, por atuar em procedimentos, como lavagem de peças e a troca de óleo, que geram quantidade considerável de resíduos líquidos que contêm em sua composição óleo, o qual pode contaminar o solo e a água, se lançados *in natura* nestes ambientes (LEPPA, 2015).

Por exemplo, o óleo lubrificante possui compostos químicos contaminantes, tais como chumbo, cádmio, arsênio, cromo, dioxinas e hidrocarboneto policíclicos que em contato com a água pode causar problemas para o bem-estar do homem, que variam de pequenas dores abdominais até o desenvolvimento de células cancerígenas (CONAMA, 2011; BAZANI, 2016).

Diante disso, faz-se necessário a implantação de técnicas eficientes de tratamento dos efluentes compostos por óleos lubrificantes, pelas empresas que utilizam estes resíduos em suas atividades. Já que, por muito tempo, as práticas de manuseio consistiam apenas em lançar os resíduos o mais longe possível da fonte geradora sem preocupar-se com os efeitos decorrentes dessa ação (BOHN, 2014).

Nota-se que várias empresas por meio da pressão exercida pelos órgãos reguladores e fiscalizadores, das organizações não governamentais e, principalmente, do próprio mercado consumidor, têm adotado uma postura responsável comprometida com o meio ambiente fazendo uso de sistemas que levem em consideração esses tipos de impactos negativos (NICOLELLA et al., 2014).

Atualmente, tem-se realizado vários estudos acerca de métodos de baixo custo de tratamento de efluentes de oficinas mecânicas, a implantação de um Separador de Água e Óleo (SAO) compacto é uma dessas técnicas que se apresenta como uma tecnologia de simples implantação e manutenção, com grande viabilidade para o tratamento do efluente vindo da lavagem de peças e higienização das mãos dos funcionários que contêm partículas insolúveis de óleo.

Deste modo, este artigo tem por objetivo a construção de um Separador de Água e Óleo (SAO) em uma oficina mecânica de São Luís - MA, além de avaliar a eficiência desse sistema através da comparação dos seguintes parâmetros pH, turbidez, temperatura e óleos e graxas, com os valores permitidos pelas legislações



vigentes para o lançamento de efluentes oleosos.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Oficina mecânica é o ramo da atividade empresarial que trabalha basicamente com atividades de manutenção automotivas que utilizam petróleo e seus derivados em suas funções, tais atividades, por manipularem produtos químicos, são consideradas potencialmente poluidoras, podendo, impactar o meio ambiente, em função dos resíduos gerados.

Os principais resíduos gerados nessas atividades consistem em vapores de combustíveis, flanelas e estopas contaminadas, efluentes líquidos, como águas oleosas, filtros usados, óleo queimado e embalagens de lubrificantes. Segundo Lorenzetti e Rossato (2010), os impactos ambientais ocasionados por esses resíduos provenientes dessa atividade podem ser controlados ou até evitados, desde que, se invista em equipamentos mais adequados, executando novas tecnologias menos impactantes, para controle ambiental, promovendo um melhor desempenho ambiental operacional ao não provocar incidentes dessa natureza.

Destaca-se que, neste artigo deu-se ênfase aos resíduos líquidos contaminados com óleo, provenientes principalmente da lavagem de peças nas oficinas mecânicas.

Vale lembrar que, as oficinas e postos de combustível são as principais fontes de lançamento de derivados de petróleo no meio ambiente, somente essas poluições podem ser suficientes para inviabilizar o consumo de água potável (OLIVEIRA; LOUREIRO, 2011).

Os impactos listados devido à presença de resíduos oleosos lançados em corpos hídricos são os danos estéticos e à vida aquática, dificultando a reaeração, por formar-se sobre a superfície d'água uma película oleosa, atrapalhando na utilização do oxigênio dos peixes, entupindo suas vias respiratórias causando asfixia nos mesmos (SECRON et al., 2010).

Portanto, o que tange o lançamento de efluentes nos corpos hídricos a legislação que estabelece os padrões ambientais permitidos para o lançamento de efluentes oleosos é a Resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011), padrão calculado a partir da demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Parágrafo único: O lançamento indireto de efluentes no corpo receptor deverá



observar o disposto nesta Resolução quando verificada a inexistência de legislação ou normas específicas, disposições do órgão ambiental competente, bem como diretrizes da operadora dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário (CONAMA, 2015).

Frisa-se também a Resolução CONAMA 362/2005, que trata do recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado e dispõe que (CONAMA, 2005):

Art. 1º: Todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e ter destinação final, de modo que não afete negativamente o meio ambiente e propicie a máxima recuperação dos constituintes nele contidos, na forma prevista nesta Resolução.

Logo, é importante o emprego de técnicas para mitigar a geração de tais impactos ambientais negativos em oficinas mecânicas, propõe-se a implantação de um sistema compacto de separação de água e óleo, como técnica viável e eficiente no que diz respeito ao lançamento de água contaminada nos padrões permitidos pelo CONAMA.

A caixa separadora de óleo tem a função de reduzir a velocidade do fluxo e reter a maior parte do óleo livre proveniente da área de geração de efluentes, além de pequena parcela de óleo emulsionado, especialmente as emulsões instáveis. O efluente final é drenando para a caixa separadora de óleo B por gravidade (LEPPA, 2015).

A separação permite atender normas ambientais descartando-se a água sem a presença do óleo, ou disponibilizando a água para um tratamento com a finalidade de reutilização, quanto ao óleo deverá ser descartado de forma adequada, ou vendido, existem empresas especializadas que fazem a reutilização desse produto, possibilitando um ganho nos custos financeiros e a responsabilidade ambiental de forma eficiente (ALFAMEC, 2016).

Para analisar a viabilidade desses sistemas é necessário análise do efluente final em comparação aos parâmetros permitidos pela legislação vigente.

No entanto, nem todos os parâmetros de lançamento são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, a mesma, considera que Estados e Municípios devem possuir parâmetros próprios de lançamento, independentemente desses estarem inclusos ou não na Resolução, seja através de norma específica ou por licenciamento da atividade. A avaliação da capacidade suporte do corpo hídrico para empreendimentos de significativo impacto também é prevista nessa Resolução e deve ser empregada pelos Estados e Municípios para fins de licenciamento (BRASIL, 2011).



3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Para a implantação e teste do Sistema Separador de Água e Óleo, objeto de estudo deste artigo, foi convidada uma oficina mecânica que trabalha com troca de óleo, lavagem de peças, manutenção de veículos e vendas e descarte de peças, que se encontra localizada na Av. Guajajaras no bairro São Cristóvão, em São Luís – MA, local de grande fluxo de veículos da cidade. A Figura 1 mostra a localização da empresa.

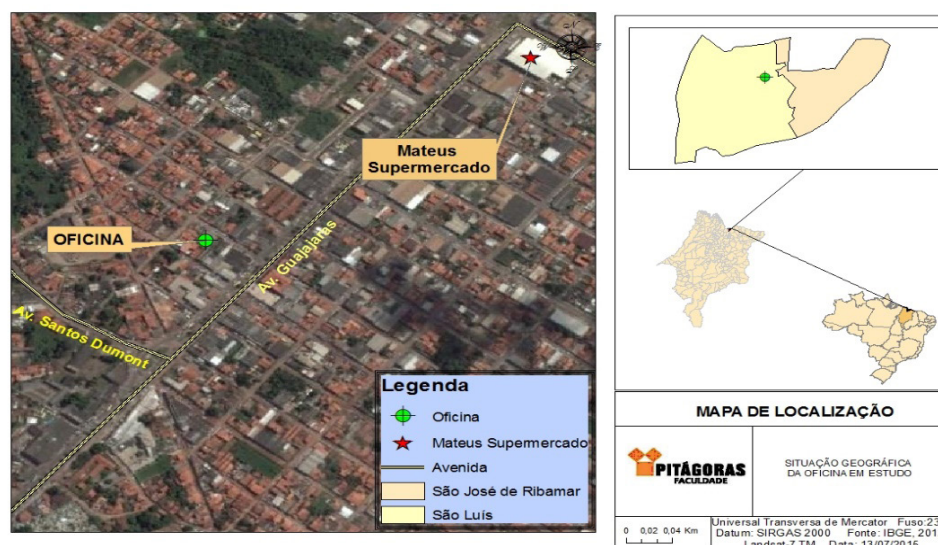


Figura 1: Localização da oficina onde o sistema SAO foi implantado.

O sistema foi proposto especificadamente para o efluente a ser tratado vindo da lavagem de peças e higienização das mãos dos funcionários que contêm partículas insolúveis de óleo.

A manipulação do SAO foi feita pelos autores deste trabalho, durante todo o processo de estudo.

Caso comprovado a sua viabilidade técnica e seus benéficos o mesmo será manipulado pelos funcionários da empresa.

3.2 Coleta de dados

As primeiras visitas realizadas na oficina aconteceram nos dias 18 e 19 de julho de 2016 das 14h às 17h, essas tinham por finalidade, conhecer o local de estudo, além de realizar um prévio levantamento de dados, como, tipo de descarte dado para as embalagens de óleos lubrificantes, o processo de lavagem das peças e veículos, o local de lavagem e a atual destinação final da água contaminada. Na Figura 2 é possível notar o local que é utilizado para lavagem de peças na oficina

estudada.

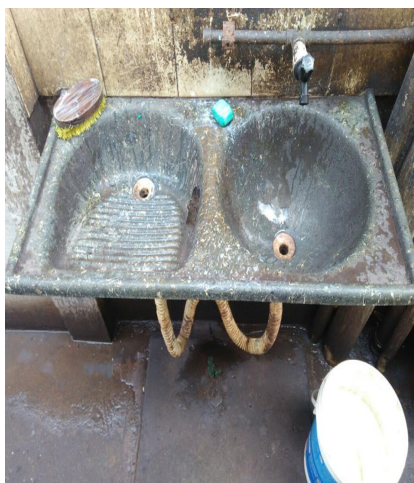


Figura 2: Local de lavagem.

A partir destes dados apresentou ao proprietário da oficina o conceito de SAO e os benefícios da sua utilização, propondo então a montagem de um sistema compacto no estabelecimento. Com o esclarecimento das dúvidas em relação ao sistema de separação e aceitação do proprietário da oficina, partiu-se para a montagem do separado.

3.3 Construção do SAO

O Separador de água e óleo foi confeccionado com materiais poliméricos reutilizáveis, para sua montagem utilizou-se 3 bombas de plástico de 20L com dimensionamento de 58 cm de altura e 40 cm de comprimento; 2 metros de cano PVC de 25 mm de diâmetro; 8 unidades de joelhos de diâmetro de 25 mm e; 1 tape rosqueado. Estes materiais podem ser observados na Figura 3.



Figura 3: Material utilizado para confecção e construção do SAO.

Após montagem, o sistema foi apresentado para o proprietário e funcionários da oficina, posterior a sua apresentação foi realizado um treinamento, a fim de auxiliar o manuseio e manutenção do mesmo.

Foram feitos vistorias frequentes pelos autores na oficina, após a entrega do

sistema de separação para vistoriar o funcionamento e avaliar a eficiência do SAO.

Teve-se cuidado também durante o trabalho da retirada periódica dos filtros coalescentes do SAO e descarte correto dos resíduos gerados durante esse processo (CONAMA, 2011).

3.4 Coleta das amostras

Para análise da eficiência do sistema compacto montado na oficina mecânica, foram coletadas duas amostras de efluentes em vidro âmbar com capacidade de 1 litro na saída do sistema no dia 26 de outubro de 2016, a fim de determinar os seguintes parâmetros da água contaminada pelo óleo lubrificante: pH, turbidez, temperatura e óleos e graxas. A metodologia adotada pelo laboratório consta no Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2013).

As análises das amostras coletadas foram realizadas no Laboratório de Físico-Química dos Alimentos e Água (LAFQA) da Universidade Estadual do Maranhão em São Luís - MA e foi realizada no dia 26 de outubro de 2016.

3.5 Métodos de análise

A Metodologia analítica empregada para a análise físico-química dos parâmetros estudados foi baseada no Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2013).

Tabela 1: Técnicas de análises dos parâmetros químicos.

PARÂMETRO	TÉCNICA
pH	pHmetro
Turbidez	Turbidímetro
Temperatura	Termômetro de Mercúrio

Os resultados obtidos na prática dessa utilização estão apresentados em tabelas com o objetivo de simplificar e tornar os dados mais facilmente perceptíveis e foram comparados com os valores padrões permitidos para lançamento de efluentes, segundo Resolução CONAMA nº 430/2011.

Os dados fornecidos serão devidamente comprovados por meio de uma declaração de requerimento da análise das amostras para o laboratório responsável pela análise físico-química, Anexo A deste trabalho.

4. RESULTADOS

Os resultados dos parâmetros, pH, turbidez e temperatura analisados do efluente na saída da caixa separadora são apresentados na Tabela 2 e comparados com os padrões de lançamento de efluentes permitidos pela resolução CONAMA nº 430/2011.

Tabela 2: Dados de saída do separador de água e óleo.

Parâmetros	Valor de encontrado	*Valor máx. permitido
Ph	5,2	5,0 a 9,0
Turbidez (NTU)	1,56	≤ 5,0
Temperatura (°C)	32	≤ 40
*Valor máx. permitido: Segundo Resolução CONAMA nº 430/2011		

O valor de pH encontrado para foi 5,2, diferente de valores obtidos em outros estudos com o mesmo objetivo, como Almeida (2010) que encontrou valores entre 9,63 e 10,32 mostrando um efluente alcalino e fora do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 430/2011. Logo se notou uma eficiência no sistema no que tange o valor do pH do efluente.

Vale ressaltar que, Dias et al. (2010) em estudo sobre o tratamento biológico de efluente contaminado por óleo utilizando um reator UASB, encontrou pH variando entre 6,0 e 8,0, esse valor pode estar vinculado a utilização de detergentes e solventes regularmente para a lavagem de ferramentas, componentes do motor, peças e lavagem do piso, por se tratar de um tratamento biológico os reagentes químicos utilizados no mesmo deixaria o efluente com características alcalinas, portanto fez-se necessário a adição de hidróxido de sódio para corrigir o pH obtido para 7,0. Com isso, é possível comprovar novamente que o separador compacto de água e óleo implantado na oficina mecânica em São Luís possui boa eficácia, pois para obter o pH 5,20 não houve necessidade de adicionar nenhum tipo de reagentes ao longo do seu tratamento.

É pertinente saber que, quando uma atividade industrial ácida ou alcalina altera o pH das águas provoca a mortandade da vida aquática e, portanto, diversos impactos ambientais (MULLER, 2002).

Já para a turbidez a partir da utilização do SAO foi obtido valor igual a 1,56 NTU, deste modo dentro dos valores permitidos pela CONAMA nº 430/2011. Demonstrando a competência do sistema.

É importante salientar que, altos valores de turbidez no efluente fazem com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex: coagulantes) sejam utiliza-

dos nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação (ANA, 2016). Por isso, a importância do SAO como sistema de tratamento prévio do efluente *in loco* antes de ser lançado no corpo hídrico.

A análise dos parâmetros dos óleos e graxas do efluente tratado apresentou uma grande eficiência já que eles separam-se com maior facilidade, mantendo-se dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA nº 393/07 (BRASIL, 2007). Os bons resultados na remoção de óleos e graxas encontrados no trabalho podem estar relacionados com o fato de que eles não necessitam de muito tempo de detenção como para a DQO (Demanda Química de Oxigênio) o que não significa que o dimensionamento da caixa esteja adequado para a vazão do sistema.

Quando essas substâncias estão presentes em quantidades excessivas, podem interferir nos processos biológicos aeróbicos e anaeróbicos, causando ineficiência do tratamento de águas residuárias. Nesses casos, podem causar acúmulo excessivo de escória em digestores obstruindo os poros dos filtros e impedir o uso do lodo como fertilizante. Quando descartados juntos com águas residuárias ou efluentes tratados, os óleos e graxas podem formar filmes sobre a superfície das águas e se depositarem nas margens, causando assim diversos problemas ambientais (VON SPERLING, 1995).

A temperatura da amostra apresentou valor de 32°C na saída, estando dentro do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 430/2011 para lançamento em corpos receptores. O sistema de tratamento do efluente é por caixa separadora aberta e acoplada na pia de lavagem, não sofre alterações pela irradiação de calor do sol e por tanto não ocorre um aumento significativo da temperatura final do efluente.

No que tange o parâmetro dos sólidos suspensos, obteve-se uma remoção positiva e relativamente superior ao obtido no sistema avaliado por Crema (2003), onde só foram removidos 5,56%, empregando a turbidez como parâmetro para essa análise.

O sistema estudado também se encontrou em conformidade com os padrões de lançamento permitidos pela CONAMA para remoção de sólidos sedimentáveis, tal resultado era previsível visto que à caixa separadora utiliza o meio de decantação, onde os sólidos se acumulam no fundo dessa.



5. CONCLUSÃO

Após a finalização do experimento e realização das análises do efluente evidenciou-se a importância que desempenha o sistema de separação de água e óleo em oficinas mecânicas, com instalação e manutenção correta na geração de um efluente menos agravante para o meio ambiente, e conseqüentemente, à saúde humana.

O sistema em funcionamento na oficina tem uma grande redução de diversos impactos ambientais que pode acarretar sérios problemas para a sociedade.

O sistema apresentou uma boa eficiência, comprovada pela grande redução de quase todos os parâmetros estudados, tornando o efluente final menos poluente. Tendo em vista o atendimento à legislação ambiental vigente; as características dos resíduos e as especificidades ambientais do local destinado à implantação do sistema e destinação final do efluente.

Diante dos resultados foram todas positivas, a utilização deste recurso é extremamente viável, pois apresenta um custo de implantação baixo e sustentável, já que o sistema de separação foi confeccionado em sua maioria por materiais reutilizados. E relacionado aos custos decorrentes da contaminação dos corpos d'água seu final também se apresenta inferior. Logo por que, quanto maior a quantidade de poluentes presentes na água, maior será o custo de tratamento, que, logicamente, é transferido ao consumidor.

Referências

- ANA. Agência Nacional das Águas. **Indicadores de qualidade - índice de qualidade das águas (IQA)**. 2016. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2017.
- ALFAMEC. **Soluções Ambientais**. 2016. Disponível em: <<http://alfamec.com.br/produtos/separadores-de-agua-e-oleo/>>. Acesso em: 25 Jul.2016.
- ALMEIDA, Caroline Bacheta. **A importância da utilização de caixas separados de água e óleo em empresas de troca de óleo – uma questão ambiental**. Foz do Iguaçu, 2010.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 393, de 8 de agosto de 2007**. Brasília.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005**. Brasília.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Brasília.
- BOHN, Fernando Pudell. **Tratamento do efluente gerado na lavagem de veículos**. 2014. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi - Rs, 2014.
- CREMA, Daniel Barp. **Diagnostico dos postos de combustíveis no município de Criciúma – SC**. 2003. 73 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental, UNESC, Criciúma, 2003.
- DIAS, Joelma; LOPES, Wilton Silva; OLIVEIRA, Maria Janaína; CAMPOS, Danuza Costa. Tratamento biológico



de efluente contaminado por óleo. Ambiente e Saúde em Revista, Duque de Caxias, v. 1, n. 4, p.12-18, 24 mar. 2009.-

EMBRAPA (São Carlos). Unidade de Apoio, Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária. Paulo Estevão Cruvinal. Medidor digital multissensor de temperatura para solos. BR nº PI 8903105-9, 26 jun. 1989, 30 maio 1995.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água** – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013.

LEPPA, Adriano Lopes. **Sistema de separação de água e óleo em atividades automotivas** – Centro de Educação Profissional – UNIVATES, Lajeado, Rio Grande do Sul 2015.

LORENZETT, Daniel Benitti; ROSSATO, Marivane Vestena. A gestão de resíduos em postos de abastecimento de Combustível. **Revista Gestão Industrial**, v. 06, n. 02: p. 110-125, 2010.

MULLER, A. C. **Introdução à Ciência Ambiental**. Curitiba, PUCPR, 2002. 98 p.

NICOLELLA, Gilberto; MARQUES, João Fernando; SKORUPA, Ladislau Araújo. **Sistema de Gestão Ambiental: aspectos teóricos e análises de um conjunto de empresas da região de Campinas, SP**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP 2004.

OLIVEIRA, L; LOUREIRO, C. Contaminação de aquíferos por combustíveis orgânicos em Belo Horizonte: Avaliação Preliminar. **Revista Águas Subterrâneas**. América do Norte, jul. 2011.

REIS, Jalbas Alves dos; ANDRADE, Josiano de Sousa; SANTOS, Alexandre Barreto Almeida dos. **Sistema de gestão ambiental em lava jatos de Palmas – TO**. 2010.

SECRON, Marcelo B.; GANDHI Giordano; FILHO Olavo B. **Controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas**. Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

VON SPERLING, M. V. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias**. IN: Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 1995.



AUTORES¹

1 Currículo vide Lattes / LinkedIn

Adriana Gradela

Possui Graduação e Mestrado em Medicina Veterinária e Doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCAV-UNESP). Atuou como Professora Adjunta da Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO (10 anos), Universidade de Franca (2 anos) e Fundação de Ensino Otávio Bastos (06 meses) e desde 2009 atua na Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. Foi Coordenadora de Estágios e TCC de 2003 a 2008 na UNICASTELO e de 2009 a 2013 no CMVET d da UNIVASF. Desde fevereiro de 2013 é Presidente da Comissão Permanente de Pessoal Docente - CPPD da UNIVASF. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Fisiopatologia da Reprodução, Inseminação Artificial, Andrologia, Ginecologia, Transferência de Embriões, Obstetrícia Veterinária e Anatomia Animal. Fez parte do grupo de Avaliadores de Curso de Graduação do BASIs - INEP. É consultora "Ad Hoc" da FAPEMIG, FACEPE, FUNDECT-MS, Prêmio de Incentivo em Ciência e Tecnologia para o SUS e das Revistas ARS Veterinária, Ciência Rural; Athens Institute for Education & Research, World Research Journal Biology of Biological Science; International Journal of Gynecology and Obstetrics Research; International Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry; Revista de Medicina Veterinária; Journal of Applied Animal Research, Journal of Morphological Science; Archives of Veterinary Science; Journal Health NPEPS. Participa do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde e Biológicas da UNIVASF.

Alan Patrick Andrade de Souza

Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Petrolina-PE. Participante do Projeto Carroceiro (extensão). Participante do Grupo de Estudo em Pets (extensão).

Ana Carolina Alves Rodrigues Naves

Zootecnista (PUC-GO); Mestranda em Agronegócios, na linha de pesquisa de Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – PPGAGRO- UFG; Área de atuação: Extensão Rural pelo Serviço do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR); foco em serviços rurais: àqueles destinados à produção de gado de corte.

Antônio Carlos De Oliveira Martins Júnior

Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2019). Engenheiro Civil e Engenheiro Ambiental pela Universidade Vale do Rio Doce (2018). Atua na área de Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias, com vista à remoção de nutrientes de esgoto sanitário e aproveitamento de Resíduo de Estação de Tratamento de Água. Contribuiu com suporte técnico na revisão de Plano Municipal de Saneamento Básico no estado do Rio Grande do Sul. Possui experiência com atividades de pesquisa na área de ecologia e meio ambiente, onde trabalhou com



bioindicação e estudos de solo em unidades de conservação, e com projeto de extensão universitária relacionado ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e educação ambiental. Estagiou na Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Governador Valadares (Minas Gerais), onde contribuiu para a elaboração e desenvolvimento de projetos de infraestrutura urbana.

Arthur Carniato Sanches

Professor Doutor da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS. Foi professor substituto da Universidade Federal da Fronteira Sul, lecionando as disciplinas de Irrigação e Drenagem, Máquinas e Mecanização Agrícola, Campus Chapecó-SC. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (2009), onde desempenhou atividades extracurriculares com soja e milho, e extensão rural. Atuou como Assistente Técnico de Mercado pela Bayer CropScience na safra 2010/2011 em Campo Novo do Parecis-MT. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Grande Dourados, área Engenharia de Água e Solos, onde atuou com Manejo e Conservação da Água e Solo, Culturas Irrigadas e Sistemas Pressurizados de Irrigação. Doutor pelo programa de Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" -ESALQ/USP com ênfase em estudos de evapotranspiração e coeficiente de culturas em pastagens irrigadas. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Extensão Rural, manejo de culturas irrigadas, hidráulica, Irrigação e Drenagem.

Bruno Machado Antunes

Possui graduação em Engenharia de Energia pela Universidade Federal da Grande Dourados (2016) e Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Cândido Mendes (2019). Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados - FCA, Dourados-MS . Atualmente trabalha com projetos elétricos, energia solar fotovoltaica e atua como docente no curso de Engenharia Elétrica na Anhanguera Educacional Dourados-MS.

Caio Alves Aimi

Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia - UFRGS Campus Litoral Norte. Graduando em Engenharia de Gestão de Energia - UFRGS Campus Litoral Norte.

Calil Abumanssur

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1979) e mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2006). Professor em instituição de ensino superior. Atua na área de Engenharia Civil com ênfase em Instalações Prediais, Mecânica dos Fluidos e Saneamento, especializado nos seguintes temas: projeto de prevenção de incêndio, projetos hidráulico sanitário e gestão de água, projetos da área de saneamento ambiental, além de ministrar cursos e treinamentos. Experiência com projetos



de meio ambiente nas áreas de: resíduos sólidos; diagnóstico e prognóstico ambiental; avaliação de impactos ambientais; sistemas de controle e tratamento de efluentes; projetos de uso e reúso de água residuárias e água de chuva. Professor Assistente na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, concursado e efetivado desde 2012 no Campus Toledo-PR.

Christoph Gehring

Graduação em geografia - Universidade de Heidelberg (1993), Mestrado em agronomia tropical - Universidade de Göttingen (1997) e doutorado em agronomia - Universidade de Bonn (2003), Alemanha. Desde 2004 pesquisador no Programa de Pós-Graduação em agroecologia, pesquisador adjunto desde 2011, membro do corpo editorial de Nutrient Cycling in Agroecosystems. Pesquisa no interface entre a agronomia e a ecologia, principais áreas de interesse englobam: matas ciliares e matas secundárias, agroflorestais e quintais agroflorestais, , interações planta:planta (ecologia espacial) e planta:solo / rizosfera, com foco na macro- e microbiologia tradicional e molecular. Duas espécies chaves são focados e objeto de estudo (agro-)ecológico próprios, a palmeira babaçu (*Attalea speciosa*) - abundante em áreas frequentemente queimadas, e a leguminosa arbórea sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) - leguminosa arbórea multi-uso promissora para pousios melhorados na agricultura itinerante. Outra linha de pesquisa&desenvolvimento é no aperfeiçoamento ecológico e agrônômico da rizipiscicultura como forma de intensificação agroecológica para o combate à pobreza rural e à insegurança alimentar.

Cinthya Sousa Vasconcelos

Acadêmica do curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Possui experiência na atividade microbiana em áreas com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) em diferentes estágios de sucessão vegetal.

Claudeir de Souza Santana

Possui graduação em C. ST. em Controle de Obras pelo Instituto Federal de Mato Grosso (2012), Ensino profissional de nível técnico, Técnico em Construções Prediais (Edificações) (2007). Especialização em Docência do Ensino Superior pela Faculdade Tecnológica do Ipê (2018). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em concreto e argamassa, atuando principalmente nos seguintes temas: concreto e argamassa com resíduos de construção e demolição (RCD) como materiais alternativos para a Construção Civil. Leciona nos cursos: Técnico de Edificações subsequente ao ensino médio e integrado ao ensino médio e nas modalidades regular e PROEJA. Ministra disciplinas nas áreas de materiais de construção, tecnologia das construções e inspeção e manutenção predial.



Cristianne dos Santos Pinto Percilio

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Maranhão (2014). Mestre em Ciência Animal e Pastagens pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns (fevereiro de 2017), trabalhando na área de pesquisa voltada para Produção e Nutrição Animal, Análise de Alimentos. Graduanda em Medicina Veterinária (portadora de diploma) desde 2017, foi bolsista de extensão (BEX/FAPEMA), trabalhando na área de Parasitologia Veterinária. Especialista em Vigilância Sanitária e Qualidade dos alimentos em pela Faculdade Unyleya (2020). Atualmente é Bolsista de apoio técnico nível II (UEMA) do Laboratório de apoio à Clínica Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9719-8946>.

Cristiano Trindade Serrão

Possui graduação em engenharia ambiental e sanitaria pela Faculdade Atenas Maranhense (2017). Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Engenharia Sanitária. Professor do Técnico em Meio Ambiente no Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

Danrley Silva Oliveira

Graduação em andamento em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Brasil.

Débora Danna Soares da Silva

Mestrado acadêmico em andamento em Tecnologia e Gestão Ambiental no Instituto Federal do Ceará (IFCE) - campus Fortaleza, Pós-Graduação em andamento em Engenharia Sanitária e Controle Ambiental (ESCA) na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Pós-Graduação em andamento em Saneamento e Saúde Ambiental (CESSA) na Universidade Federal de Goiás (UFG), e Graduação em Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras - São Luís/MA (2017).

Eder Pereira Gomes

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (1998), mestrado em Irrigação e Drenagem - UNESP / BOTUCATU (2001) e doutorado em Água e Solo pela Faculdade de Engenharia Agrícola / UNICAMP (2005). Professor associado da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), participa do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA-UFGD) como docente permanente. Coordenou o projeto de criação do PPGEA-UFGD e atuou como coordenador nos 4 primeiros anos (2012-2015). A linha de pesquisa atual aborda o monitoramento ambiental de sistemas produtivos biofertilizados com efluentes agroindustriais.



Eduardo Mendonça Pinheiro

Doutorado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, em andamento). Mestre em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2017). Pós Graduação em Gestão de Projetos pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER, em andamento). Especialista em Gestão Agroindustrial pela Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA, 2006), Especialista em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER, 2017). Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2004), Licenciatura Plena pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL, 2008). Mestrado em Engenharia pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA, interrompido em 2014). Engenheiro Agrônomo concursado pela Secretaria Municipal de Agricultura, Pesca e Abastecimento de São Luís (SEMAPA). Sócio Proprietário da Editora Pascal LTDA. Professor substituto do Curso de Engenharia de Produção na Universidade Estadual do Maranhão (2014-2016). Professor dos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica e Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras/FAMA. Professor Conteudista e Pesquisador do Curso de Tecnologia de Alimentos pela UEMANET. Consultor pelo Programa Alimentos Seguros (PAS). Têm experiência em agricultura, gestão e processo produtivo industrial com ênfase em alimentos e bebidas. Já atuou como consultor e instrutor no setor de alimentos e bebidas pelo SENAI-MA (2004-2014). Atuou na Assessoria técnica na Secretária de Estado de Agricultura do Maranhão (2015-2017).

Elisbeth de Oliveira Pinto de Sousa

Acadêmica de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Tucuruí-Pará.

Elmary da Costa Fraga

Possui Graduação em Ciências Licenciatura Plena, Habilitação em Biologia pela Universidade Estadual do Maranhão (1993), Mestrado em Ciências Biológicas (Entomologia) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (2000) e Doutorado em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Pará (2005). Atualmente é professor adjunto IV da Universidade Estadual do Maranhão, Diretor do Curso de Ciências Naturais do Centro de Estudos Superiores de Caxias-CESC-UEMA e Professor/Permanente dos Programas de Pós-Graduação "Mestrado em Biodiversidade Ambiente e Saúde" CESC/UEMA e "Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca" CECEN/UEMA. Bolsista de Produtividade Doutor-Sênior/FAPEMA. Tem experiência na área de Genética, com ênfase em Genética de Populações e Sistemática Molecular, atuando principalmente nos seguintes temas: Sequenciamento de genes mitocondriais e nuclear, Sistemática Molecular de Peixes e Genética de Populações de Insetos vetores.



Fagner Lopes Theodoro

Engenheiro Civil graduado pela UFMS com especialização em Gerenciamento de Obras pelo IPOG. É professor do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul na área de Edificações/Engenharia Civil. Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados - FCA, Dourados-MS. Como engenheiro civil, possui experiência na elaboração de projetos, gerenciamento de obras de edificações, infraestrutura e construção civil pesada incluindo inspeção e manutenção.

Fernanda Lamede Ferreira De Jesus

Possui graduação em engenharia agrícola e ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG (2013), graduação em letras inglês pelo Instituto Superior de Educação Ibituruna (2008), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2016) e doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Universidade de São Paulo - ESALQ/USP (2019). Atualmente é professora efetiva na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. Durante o mestrado, trabalhou na área de concentração: Recursos Hídricos e Ambientais, Linha de pesquisa: Manejo e aproveitamento de resíduos agroindustriais, já no doutorado, trabalhou na área de Irrigação e Drenagem. Atua prioritariamente com os seguintes tópicos: Irrigação pressurizada, hidráulica aplicada, Fertirrigação, Manejo, tratamento e disposição de águas residuárias, sistemas alagados construídos (wetlands), Biodigestão anaeróbia e Controle de poluição.

Flávio Henrique Reis Moraes

Atual Encarregado do Laboratório de Análises Ambientais da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (LAA / SEMA). Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL (1993), Mestrado (1997), Doutorado (2003) em Agronomia área de concentração Fitopatologia pela Universidade Federal de Lavras - UFLA e Pós-Doutorado em Agroecologia / Fitopatologia pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (2003 a 2005). Possui experiência como professor Universitário nos cursos de graduação e pós-graduação nas disciplinas de: Fitopatologia (Micologia, Bacteriologia e Virologia Vegetal); Microbiologia Ambiental; Manejo de Sistemas Agroecológicos; Recuperação de Áreas Degradadas; Ciências do Ambiente; Remediação de Sítios Contaminados; Meio Ambiente e Indicadores de Sustentabilidade. Possui habilidades e competências desenvolvidas como colaborador ou coordenador de projetos de pesquisa e extensão nas áreas de Agronomia, Fitopatologia, Ecologia e Microbiologia Ambiental, principalmente com: Manejo integrado de fitopatógenos; Isolamento e Caracterização biológica, sorológica e molecular de Microrganismos (Fungos, Bactérias e/ou Vírus) associados a espécies vegetais de interesse agrícola ou ecológico; Microbiologia do solo (Diversidade Microbiana e a relação planta-solo versus serviços ecossistêmicos); Indicadores físico-químicos e microbiológicos do solo e da água ou ambientes aquáticos, e Rizipiscicultura. Na extensão atuou com assistência técnica de extensão rural (ATER) para pequenos agricultores e agricultoras da Agricultura Familiar,



além disso coordenou atividades Socioambientais de Educação Ambiental formal e não-formal, respectivamente em escolas e comunidades em vulnerabilidades sociais, integradas ao Projeto Semeando na Escola.

Francine Neves Callil

Engenheira Florestal (Universidade Federal de Santa Maria, 2000); graduada em Licenciatura Plena Em Letras Português Inglês pelo Centro Universitário Franciscano (2000); Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (2003); Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (2008). Professora do Curso de Engenharia Florestal, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás (PPGAGRO/UFG).

Francisca Karoline Marinho Ferreira

Graduando em Ciências Naturais, Centro de Estudos Superiores de Caxias – CESC/UEMA, Caxias-MA.

Francisco Barbosa de Macêdo Júnior

Graduação em andamento em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Piauí, UFPI, Brasil.

Gladis Cristina Furlan

Possui graduação em Tecnologia em Construção Civil pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná(2004), especialização em Elaboração de Projetos Ambientais pela Faculdade Palas Atena(2005), mestrado em Construção Civil pela Universidade Federal do Paraná(2008) e curso-tecnico-profissionalizante pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná(2000). Atualmente é professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil.

Gabriela Pereira da Silva Maciel

Possui graduação em Química Industrial (2006) e Licenciatura em Química (2016) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestrado (2012) e doutorado em Química pelo PPGQ/UFRGS (2016). Atualmente é Professora Adjunta no curso de Engenharia de Gestão de Energia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul no Campus Litoral Norte. Tem experiência na área de Química Analítica Ambiental, com ênfase em cromatografia gasosa monodimensional e bidimensional abrangente e preparo de amostras. Experiência na área de Energia Renováveis com ênfase



na recuperação energética de resíduos. Atua na geração de energia elétrica e produção de combustíveis e materiais provenientes da pirólise de resíduos agroindustriais, pneus, plásticos não recicláveis, lodo de esgoto e resíduos sólidos urbanos.

Iara Maria Soares Costa da Silveira

Doutora em Geografia da Saúde pela Universidade Federal de Uberlândia (2013), possui Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia (2003), Especialista em Geografia e Meio Ambiente (2002), Saneamento e Meio Ambiente (2002), Psicologia do Trabalho e Desenvolvimento Organizacional (UNB/FUNM, 1991). Especialista em Ciências Sociais Área III (FUNM/UFNMG, 1983). É licenciada em Geografia pela Fundação Norte-Mineira de Ensino Superior (1973). Atualmente é professora efetiva da Universidade Estadual de Montes Claros, atuando principalmente nos seguintes temas: Geografia Regional, Geografia da Saúde, Crescimento Urbano, Globalização, Educação Ambiental e Cerrado.

Jadson Emanuel Lopes Antunes

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (2004), com Especialização em Zoologia, graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Piauí (2006), mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), pela Universidade Federal do Piauí (2010). Doutorado Sanduíche na Universidade de Sevilla na Espanha (2015), pelo Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior, CAPES, processo 007284/2014-04. Doutor em Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2016), realizando as suas atividades de pesquisa no Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA. Atualmente é bolsista PNPD Capes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal do Piauí. Professor Permanente do Programa de Pós-graduação em Agronomia. Ministra aulas na Pós-Graduação e na Graduação da UFPI nas disciplinas Ciências do Solo I e Microbiologia do Solo, para o curso de Engenharia Agrônoma. Consultor técnico na área de microbiologia aplicada a produção vegetal, Revisor de periódicos Nacionais e Internacionais. Tem experiência na área de agronomia com ênfase em microbiologia, fertilidade e bioquímica do solo e dos microrganismos, atuando principalmente nos seguintes temas: fixação biológica do nitrogênio nas culturas do feijão-fava, caupi, milho e sorgo, biodiversidade de bactérias diazotróficas, biologia molecular, função ecológica dos microrganismos, xenobióticos, bactérias promotoras de crescimento em plantas, aditivos organominerais, indução de resistência em plantas pela atuação de bactérias e fungos benéficos, biofertilizantes organominerais, Biotecnologia Microbiana, biorremediação de solos contaminados com metais pesados com uso de bactérias, enriquecimento de compostos orgânicos com aplicação de microrganismos benéficos e inoculantes microbianos. Na área da biologia trabalhou com Doenças parasitárias (Calazar).

Jamilly Garcia Gonçalves

Graduanda de Engenharia Civil, Univasf, Juazeiro-BA.



Jaqueline Lima dos Santos

Acadêmica de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Tucuruí-Pará.

João Pedro Alves Aquino

Doutorado em Agronomia - Agricultura Tropical (2021), Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal (2016) e Graduado em Engenharia Agrônômica (2013) todos pela Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portela. Experiência com adubação, plantio e monitoramento (MIP) em grandes culturas (ano agrícola 2011-12). Experiência com pesquisas científicas desenvolvidas na área de Fruticultura/Fisiologia vegetal, pela Embrapa Meio Norte (2012-2013). Bolsista PIBIC/CNPq de iniciação científica, pela Embrapa Meio Norte, desenvolvendo trabalhos com fruteiras nativas (2013). Experiência com docência, nas áreas de Bioestatística (2015), Agricultura Geral (2017 a 2018) e Agricultura Especial I (2018).

João Pedro Rodrigues da Silva

Engenheiro Agrícola, pela Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (2018). Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados - FCA, Dourados-MS. Experiência na área de Pós Colheita com ênfase em Armazenamento de Produtos Agrícolas e Pré-Processamento de Produtos Agrícolas e na área de Máquinas e Implementos Agrícolas. Estágio Obrigatório na BTG CASE, com ênfase em máquinas e implementos.

José Carlos Alves Barroso Júnior

Possui graduação em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2010), mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2015) e doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2020). Atualmente é professor da Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre e professor universitário do Centro Universitário Metodista. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Engenharia Sanitária, atuando principalmente nos seguintes temas: tratamento de esgoto, microalgas, lagoa de alta taxa, macrófitas flutuantes, microalgas, flotação por ar dissolvido e bioenergia.



José Ribamar Gusmão Araujo

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (1987), mestrado em Agronomia (Horticultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1995) e doutorado em Agronomia (Horticultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1998). Atualmente é professor adjunto do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Estadual do Maranhão. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fruticultura, atuando principalmente nos seguintes temas: manejo cultural de plantas frutíferas, porta-enxertos, prospecção e domesticação de fruteiras nativas, propagação e produção de mudas frutíferas, e sistemas agroecológicos de produção vegetal com ênfase para os componentes perenes. Atualmente, desenvolve projetos de inovações tecnológicas e estudos de qualidade de frutos na cultura do abacaxi Turiagu voltados para consolidar proposta de Indicação geográfica; realização de pesquisas com extrativismo e manejo agroecológico de bacurizeiros (*Plantonia insignis* Mart.) nativos da região do Munim, Maranhão; prospecção e caracterização de fruteiras nativas do Estado do Maranhão, com ênfase para ecótipos de açazeiros (*Euterpe oleracea* Mart.) da Baixada Maranhense; e ensino, pesquisa e extensão no âmbito do Núcleo de Estudo em Agroecologia e Produção Orgânica (NEAPO) da UEMA.

Juliane Cruz da Silva Araújo

Acadêmica de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Tucuruí-Pará.

Júnia Matilde Lopes Freitas

Possui graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Montes Claros (2019). Mestranda em Geografia pelo Programa de Pós Graduação em Geografia- PPGeo- UNIMONTES, e pós Graduada em Geoprocessamento Aplicado Pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Campus Diamantina. Tem experiência na área de Geografia Urbana, com ênfase em Geografia. Atuou como bolsista do programa de estágio remunerado para estudantes da Universidade Estadual de Montes Claros, vinculado ao Laboratório de Educação Geográfica e Estudos Populacionais/Unimontes., foi bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência - PIBID, Residência Pedagógica e voluntário no Laboratório de Educação Geográfica e Estudos Populacionais/Unimontes.

Kássia Kelly Custódio de Araújo

Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Foi bolsista de Iniciação Científica pelo PIBIC/UEMA 2019/2020 (Identificação de coccídeos de importância veterinária presentes em cama de aviário de criatórios do Sertão Maranhense. Atualmente é bolsista PIBIC/FAPEMA, com o seguinte tema: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANT-Ehrlichia DE *Ageratum conyzoides* L. ASSOCIADO COM DOXICICLINA EM CULTURA DE CÉLULAS INFECTADAS COM *Ehrlichia canis*.



Kathleen Costa Caetano Silva

Graduação em Pedagogia pela Faculdade Adventista Paranaense, FAP, Brasil.

Lara de Carvalho Teixeira

Engenheira Florestal, mestranda em Agronegócios; linha de pesquisa em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - PPGAGRO- UFG.

Louise Melo de Souza Oliveira

Possui graduação em Bacharelado ciências biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2010), mestrado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco (2012) e doutorado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco (2017). Atualmente é técnico laboratório área biologia da Universidade Federal do Piauí. Tem experiência na área de Genética, com ênfase em Genética Molecular e de Microorganismos, atuando principalmente nos seguintes temas: bioprospecção e caatinga.

Luana Araújo de Sousa

Graduação em Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras, FP, Brasil.

Lucas Souza da Silva

Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Petrolina-PE.

Luciana Sousa Lages

Graduação em andamento em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, Brasil.

Luciano Oliveira Geisenhoff

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras (1998), Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (2010) Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (2008). Atualmente é Docente Adjunto I da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), atuando no ensino de graduação e pós-graduação em Engenharia Agrícola. Possui experiência na área de Ciências Agrárias, com ênfase em Engenharia de Água e Solo, Irrigação e Drenagem, Irrigação Paisagística e Gramados, Cultivo Protegido, Cultivo sem Solo, Fertirrigação, Eletrificação Rural, Eletrotécnica e Eletrônica Aplicada a Agricultura, Desenvolve pesquisa nos seguintes temas Irrigação em Cultivo Protegido e Cultivo



Convencional, Fertiirrigação, Hidroponia e Automação Agrícola.

Luciano Santos da Fonseca

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Maranhão (2001), Especialização em Patologia Clínica Veterinária pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2006) e mestrado em Patologia Veterinária pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2009) em Patologia Veterinária Animal e doutorado em Ciência Animal pela Universidade Federal do Piauí (2014). Atualmente é Professor Adjunto I da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) - campus Imperatriz, Membro Titular do Comitê Institucional de Pesquisa e Inovação da UEMASUL e Professor Permanente do Programa de Pós-graduação em Defesa Sanitária Animal (UEMA) - campus de São Luís.

Luiz Raí Coelho Vale

Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Tucuruí-Pará. Graduação em Educação Física pela Universidade do Estado do Pará, UEP, Brasil.

Mallú de Mendonça Barros

Administradora, Doutoranda em Agronegócios, na linha de pesquisa de Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – PPGAGRO- UFG; Mestre em Conservação e Preservação do Cerrado (PPGCRENAC-IFGOIANO); Especialista em Gestão Pública (UFG); Especialista em Planejamento Estratégico, Gestão e Implementação EaD (UFF); Especialista em Docência Universitária (FacLIONS). Servidora pública da Prefeitura de Goiânia, lotada na Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA). Área de atuação: Gerência de Políticas Públicas; Docente universitária. Bolsista FUNARBE/EMBRAPA Arroz e Feijão/ UNIVERSIDADE DE NOTINGHAM-UK “Avaliação da intensificação sustentável de sistemas agropecuários integrados (ILPF) no Brasil.”

Marcelo Domingues de Faria

Possui graduação em Medicina Veterinária, mestrado (2003) e doutorado (2007) em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Clínica e Cirurgia Animal e atua em ensino, pesquisa e extensão na área de anatomia dos animais domésticos e silvestres, sendo Professor Associado da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), no Município de Petrolina, Estado de Pernambuco, onde suas linhas de pesquisa são: Zoometria e Zooscopia; e Saúde, Sociedade e Ambiente. Membro da Sociedade Brasileira de Anatomia (SBA). Coordena um projeto de extensão universitária denominado Museu Itinerante de Anatomia Animal. É professor formador vinculado à Secretaria de Educação à Distância (SEAD/Univasf), professor permanente do Curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde e Biológicas da Univasf.



É, ainda, membro da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/Univasf), Editor da Revista de Educação do Vale do São Francisco (REVASF), além de exercer a função de Vice-Presidente da Associação dos Servidores da Universidade Federal do Vale do São Francisco (ASSUNIVASF). Foi Coordenador e Vice-Coordenador do Curso de Medicina Veterinária, Coordenador da Comissão Própria de Avaliação, Ouvidor Geral, Assessor Especial da Reitoria, membro e Presidente do Conselho de Curadores da Univasf e Presidente do Comitê de Ética em Experimentação Animal (2007-2009). Foi Presidente do Rotary Club Petrolina (2010-2011) e Governador Assistente do Distrito 4.500 (2011-2012).

Marcelo Silva de Almeida

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca-PP-GRAP/UEMA. Especialista em Educação e Ensino de Ciências pelo Instituto Federal do Maranhão - IFMA Campus Caxias (2019). Possui graduação em Ciências Licenciatura Habilitação em Biologia pela Universidade Estadual do Maranhão (2016). Foi bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - MA, no Laboratório de Genética e Biologia Molecular/GENBIMOL no período de 2012 a 2016. Foi bolsista de Apoio Técnico Institucional no Laboratório de Genética e Biologia Molecular- GENBIMOL do CESC/UEMA. Tem experiência na área da docência ministrando aulas de Ciências. Possui experiência na área de Genética, com ênfase em Genética Animal, atuando principalmente nos seguintes temas: extração de DNA e sequenciamento dos genes COI, 16s, Cytb, das espécies de peixes dos Rios Aurá, Itapecuru, Mearim e Pindaré/MA na identificação via DNA Barcoding.

Márcia Medeiros de Araújo

Docente do Colegiado de Zootecnia, Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Petrolina-PE. Doutorado em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Brasil.

Maria Claudene Barros

Possui graduação em Ciências Habilitação em Biologia pela Universidade Federal do Piauí (1992), mestrado em Genética pela Universidade Federal da Paraíba (1999) e doutorado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará (2004). Professora adjunto IV da Universidade Estadual do Maranhão, Professora permanente do Programa de Pós-Graduação stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) em Biodiversidade, Ambiente e Saúde” no Centro de Estudos Superiores de Caxias CESC/UEMA; do programa Ciência Animal CCA/UEMA e Rede BIONORTE. Foi Diretora do Curso de Ciências Biológicas do CESC/UEMA no quadriênio 2011 a 2014. Coordenadora do Mestrado Acadêmico em Biodiversidade, Ambiente e Saúde CESC/UEMA de 2014 a 2020. Tem experiência na área de Genética, com ênfase em Biologia Molecular, atuando principalmente nos seguintes temas: Sistemática Molecular Animal, Filogenia Animal, Genética de População. Foi bolsista produtividade FAPEMA no



quadriênio de 2016 a 2020.

Maria Cristina de Almeida Silva

Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Mestre e Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Professora do Instituto de Pesquisas Hidráulicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Maria dos Remédios da Silva Andrade

Graduanda em Engenharia Agrônoma na Universidade Federal do Piauí, com experiência na área de microbiologia, principalmente na produção de fungos e bactérias em meio líquido, bem como no controle de qualidade de produtos biológicos.

Maria Elisabeth Detert

Possui mestrado em Agronomia/Fitopatologia/Ecologia de solos pela Rheinische Friedrich Wilhelms Universität Bonn (1997). Fundadora e Coordenadora da ONG Associação Educação e Meio Ambiente. Tem experiência em pesquisa aplicada em torno de sistemas agrosilvopastoris, recuperação de áreas degradadas, formas de uso sustentável da Reserva Legal e Recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP), apicultura e outros, com ênfase em extensão rural.

Mariana Fernandes Monteiro Martins

Graduanda do curso de Engenharia Civil pela Universidade Federal do Vale do São Francisco. Possui o título de Bacharela em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Semi-Árido(2017) com experiência na área de Topografia. Técnica em Informática pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (2013).

Max Emerson Rickli

Possui graduação em zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (2000) e mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (2010). Atualmente é conselheiro municipal do Conselho Municipal do Direito da Criança e do Adolescente de Umuarama, conselheiro nacional do Conselho Nacional de Economia Solidária, zootecnista da Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Pastagem e Forragicultura, atuando principalmente nos seguintes temas: feira agroecológica, economia solidária,, extensão, manejo de pastagens e incubação de ees. Atualmente estou cursando doutorado em Biotecnologia Aplicada a agricultura, na UNIVERSIDADE PARANAENSE - Umuarama -PR.



Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

Química Industrial e Engenheira Química pela Universidade Católica de Pernambuco. Gestor Público em Arranjos Produtivos Locais, e Especialista em Gestão Ambiental. Mestre em Engenharia Química (UFPB, 1995), Doutora em Engenharia Química (UFPE, 2015). Atuou entre os anos de 1997 e 2009 como Engenheiro efetivo da Companhia Pernambucana de Saneamento e como Pesquisador conveniado da Embrapa Semiárido. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do Vale do São Francisco, lecionando as disciplinas de Poluição Ambiental, Tratamento de Resíduos e Saneamento Básico. Líder do Grupo de Pesquisas Saneamento Ambiental em Meios Rural e Urbano no Vale do São Francisco (CNPq), integrando também o Grupo de Processos e Tecnologias Ambientais - UFPE (CNPq). Coordena o Núcleo Temático Recuperação de Áreas Degradadas e o Laboratório de Engenharia Ambiental, sendo Tutora do Programa de Educação Tutorial Saneamento Ambiental (MEC). Linhas de pesquisa atuais são: Tratamentos biológicos e reuso de resíduos sólidos e líquidos de origem agrícolas e agroindustriais; Reuso de biossólidos, esgotos sanitários e águas cinzas; Qualidade de água de recursos hídricos no Submédio São Francisco; Tecnologias sócio ambientais apropriadas para a convivência no Semiárido.

Paula Tereza de Souza e Silva

Bacharel em Química pelo Departamento de química fundamental da UFPE (1999). Mestre em química pelo Departamento de química fundamental da UFPE (1999). Doutorado com dupla titulação "cotutela" entre o Departamento de química fundamental da UFPE e Institut National Polytechnique de Lorraine França (2007). Pós-doutorado pelo Institut National Polytechnique de Lorraine França (2008). Tem experiência na área de Química com ênfase em Química Analítica, Ambiental e Engenharia ambiental. Atualmente é pesquisador da Embrapa na área de química ambiental.

Rafael Tassinari Resende

Engenheiro florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade de São Paulo, campus Luiz de Queiroz (USP/ESALQ); Doutor em Genética e Melhoramento e em Ciência Florestal, ambos pela UFV. Professor efetivo na Universidade Federal de Goiás (UFG) - Escola de Agronomia, nas cadeiras de Melhoramento e Estatística Florestal e do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás (PPGAGRO/UFG). Áreas de atuação: Biometria; Silvicultura e manejo de florestas equiâneas; Métodos e estratégias do melhoramento florestal clássico; Biotecnologia (Genômica); Genética quantitativa; Sistemas de Informações Geográficas (SIG) com aplicação em estudos da interação Genótipo × Ambiente; Ecologia da produção florestal; Otimização computacional de processos. Revisor de periódicos nacionais e internacionais.



Raimundo Morais dos Santos

Graduando em Agronomia, Instituto Federal do Maranhão - IFMA, Pirapemas-MA.

Raisa Rodrigues Neves

Possui graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (2015) e especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Ideal (2016). Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. Doutoranda no Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará, com linha de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Atualmente faz parte do grupo de professores efetivos da Faculdade de Engenharia Civil - Universidade Federal do Pará/ Campus de Tucuruí.

Regina de Oliveira Araújo

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Brasil.

Renata Silva do Espírito Santo

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Petrolina-PE

Renato Fernando Menegazzo

Mestre em Desenvolvimento Rural pela Universidade de Cruz Alta - RS (UNICRUZ), possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Paranaense (2008) e especialização em Psicopedagogia Clínica e Institucional (2011). É professor DE no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Colorado do Oeste. Membro dos grupos de pesquisa Ciência de Alimentos e Educação e Práticas Integradas (EDUCA), ambos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, coordena projetos de pesquisa institucionalizados pelo IFRO. Possui experiência em Bioquímica, obtida por meio de pesquisa com linha de atuação voltada ao desenvolvimento e aplicações de produtos que combatem a ação deletéria de radicais livres no organismo. Realizou monitorias em Biofísica e Fisiologia Geral, no âmbito da sala de aula, e em Horto Medicinal, na área de fitoterápicos, na UNIPAR. Foi coordenador do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFRO, campus Colorado do Oeste. Atualmente é aluno do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Biotecnologia Aplicada à Agricultura - Linha de Pesquisa Biotecnologia Aplicada ao Melhoramento Vegetal, em nível de Doutorado, da Universidade Paranaense (UNIPAR).



Rodrigo Couto Santos

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (1999), especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (2001) e doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (2007). Atualmente é professor Efetivo da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) na área de Construções Rurais e Ambiente. Tem experiência na área de Engenharia, com ênfase em Construções Rurais e Ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: ambiente, materiais e técnicas construtivas, sustentabilidade no desenvolvimento rural, monitoramento ambiental, produção animal e internet das coisas (IoT). Possui também conhecimentos na área de Engenharia de Segurança do Trabalho, nos temas: proteção do meio ambiente e prevenção e combate a incêndios. Além disso, possui formação complementar em Administração e Educação Ambiental. Já ocupou vários cargos de responsabilidade como Chefia de Departamento e Coordenadoria de Pós-Graduação. Trabalhou com marketing educacional e desenvolvimento institucional. Possui várias publicações, orientações e pesquisas a nível de graduação e pós-graduação. Aprovado em primeiro lugar em 3 concursos federais para Professor Doutor.

Romana de Fátima Cordeiro Leite

Possui graduação em Geografia pela Fundação Norte-Mineira de Ensino Superior (1983)/Universidade Estadual de Montes Claros-Unimontes. Especialização em Geografia Regional do Brasil e Minas Gerais pela Unimontes (1997), Especialização em Metodologia e Didática do Ensino pela Faculdade Integrada Claretianas -FIC de Rio Claro (SP) ano 1990 e mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia (2003). Professora de Educação Básica no Colégio Tiradentes da PMMG - Montes Claros aposentada desde 2013. Atuou como professora de Geografia do Ensino Médio na Fundação Educacional de Empreendedores do Norte de Minas-Escola Técnica do SEBRAE no período de 01/02/1999 a 01/03/2000. Atuou como professora do Curso de Geografia da Sociedade Educativa do Brasil -SOEBRAS, no período 01-04-2004 a 30/12/2008 e Coordenadora do mesmo Curso até 2005. Foi Coordenadora Didática do Curso de Geografia da Unimontes no período 1998 a 2001. Atualmente é professora efetiva por Concurso de Educação Superior da Universidade Estadual de Montes Claros desde o ano de 2005. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia Regional e Geociências. Atuou também na Educação a Distância, no curso de Geografia da UAB - Unimontes. Concluiu o I Módulo do IV Curso de Educação a Distância pela Unimontes em 2008. Coordenadora Didática do Curso de Geografia da Unimontes no período de 1998 a 2001 e de Junho de 2014 até Julho de 2016. Professora de Geografia da Comissão Técnica de Concursos-COTEC/Unimontes de fevereiro de 2010 à Junho 2014, retornando em Agosto de 2016 com vinculação à CEPS até Julho de 2019. Professora Colaboradora no período de 01-08-2012 à 01-02-2014 e Coordenadora de Área de 01-03-2014 até 01/03/2018 de projetos de Geografia do PIBID/Unimontes/Capes. Coordenadora do Projeto de Extensão: Práticas Pedagógicas Reflexão e Ação da Li-



cenciatura em Geografia da Unimontes de o ano de 2011.

Sandra Mara Barbosa Rocha

Graduação em Bacharelado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Piauí (2016). Mestranda em Agronomia- Produção Vegetal na linha de pesquisa uso e manejo do solo e da água (2016-2018) e membro do grupo de pesquisa Ecologia Microbiana do Solo da Região Meio Norte.

Sara de Lima Saeghe Alcanfor Ximenes

Advogada, Mestranda em Agronegócio na linha de pesquisa Agricultura Familiar e o Agronegócio- PPGAGRO- UFG; Especialista em Direito do Consumidor (Faculdade Darwin); Formada em Direito (Unievangélica); Docente Universitária com atuação em cursos de graduação, pós graduação lato sensu e preparatórios para o exame da OAB.

Silvana da Silva Ramme

Possui graduação em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (1991) e mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (2002). Foi diretora executiva e diretora técnica do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Mal Cândido Rondon. Atualmente é professora no curso de Engenharia Civil na UTFPR-Toledo. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Saneamento e Construção Civil, atuando principalmente nos seguintes temas: saneamento básico e processos de gestão.

Stephany Lillian Silveira França

Graduada em Engenharia Agrícola - Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD. Graduanda de pós graduação em Agricultura de precisão pela FAVENI. Foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) entre 2016 à 2017. Realizou o trabalho de conclusão de curso com pesquisa na área de Engenharia de água e solo na Faculdade de Ciências Agrárias / UFGD. Estágio obrigatório na empresa Matra Tratores concessionária New Hollando - Dourados MS no 2º semestre de 2017. Foi Diretora Geral da Associação Atlética Acadêmica de Engenharias Agrárias (Agrícola e Aquicultura) - A.A.A.E.A. e Secretária Executiva da Empresa Junior da Engenharia Agrícola, JeeAgri, entre os anos de 2014 à 2015.

Thayanna Vieira Costa

Atualmente é estudante da Universidade Estadual do Maranhão, Estágio no Núcleo de Estudo e Multiplicação de Plantas Alimentícias Não Convencionais cultivadas em sistema agroecológico e Trainee da Empresa Júnior de Agronomia.



Valdívia Thais Alves de Lima

Formada no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de Pernambuco/UPE Campus III Petrolina. Possui pós-graduação *latu sensu* em Gestão Ambiental. Foi estagiária do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Embrapa/ CPATSA) no laboratório de Genética e Melhoramento Vegetal e no laboratório de Aquicultura. Foi professora do Estado de Pernambuco (mini-contrato), ministrando as disciplinas de Biologia e Química e professora substituta ministrando aulas de Ciências e Biologia. Atuou como Bióloga-Responsável Técnica na Depel-Controle Ambiental de Pragas Urbanas. Foi bolsista DTI-RH do Programa Água Doce. Atuou como Perita Ambiental do município de Petrolina-PE. Atualmente é Servidora Pública Municipal ocupando o cargo de Técnica em Controle de Meio Ambiente do Serviço de Água e Saneamento Ambiental (SAAE) de Juazeiro-BA e Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde e Biológicas da Univasf.

Vinícius Duarte Soroka

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e bolsista de iniciação científica do Laboratório de Saneamento/LADETEC do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da mesma Universidade.

Viviane Correa Silva Coimbra

Possui doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE), mestrado em Saúde e Ambiente pela Universidade Federal do Maranhão-UFMA (2006) e graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Maranhão-UEMA (2000). É especialista em Saúde Pública pela UFMA (2003) e especialista em Vigilância Sanitária e Epidemiológica pela UNAERP (2003). Foi Fiscal Estadual de Defesa Agropecuária da Agência de Defesa Agropecuária do Maranhão-AGED/MA, onde exerceu cargo de diretora de defesa e inspeção sanitária animal. Foi tutora à distância do Curso de Tecnologia de Alimentos da UEMANET (Programa E-TEC Brasil/SETEC/MEC). Tem experiência na área de Defesa e Inspeção Sanitária e Epidemiologia, com ênfase em Vigilância em Saúde, Biotecnologia, Microbiologia Geral e de Alimentos. Atualmente é docente e pesquisadora do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, docente permanente e coordenadora do Programa de Pós-Graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal-PPGPDSA da UEMA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7611-6673>.

Waldivia Dias Oliveira

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Piauí (1997). Atualmente é fiscal estadual agropecuário da Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em DEFESA E INSPEÇÃO ANIMAL.



Wallyson Santos Araujo

Mestrado em Agroecologia e Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Maranhão e Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão, experiência como Técnico Agrícola, com ênfase em mecanização agrícola, ecologia, também com noções técnicas em AUTOCAD, cafeicultura e irrigação para lavouras e jardins.

Wesley Erasmo Alves Boitrigo

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Montes Claros-UNIMONTES. Graduado em Geografia/Licenciatura pela Universidade Estadual de Montes Claros- UNIMONTES (2015-2019). Tem experiência na área de Geografia Física, com ênfase em temáticas da hidrografia, desenvolvendo trabalhos principalmente relacionados as bacias hidrográficas. Atuou como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais- FAPEMIG, vinculado ao laboratório de Geografia Econômica/Unimontes, foi bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência - PIBID e do Programa Residência Pedagógica RP. Atuou como monitor voluntário da disciplina de Geografia no Projeto Núcleo de Atividades para a Promoção da Cidadania (NAP)/ Unimontes.

Yandra Suellen Santos Pesqueira da Silva

Graduação em andamento em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Brasil.



ORGANIZADORAS

Camila Pinheiro Nobre



Professora Adjunta I - Campus Itapecurú-Mirim da Universidade Estadual do Maranhão. Foi bolsista de Fixação de Doutor - UEMA/ Programa de Pós Graduação em Agroecologia. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2008), mestrado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2011) e doutorado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2014). Foi bolsista de pós doutorado CAPES/ PVE da Universidade Estadual do Maranhão de 2015 a 2016. Atuou como professora substituta do Departamento de Química e Biologia da Universidade Estadual do Maranhão ministrando as disciplinas de Microbiologia, Microbiologia Ambiental e Diversidade de Micro-organismos. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Microbiologia e Bioquímica do Solo, atuando principalmente nos seguintes temas: Fungos micorrízicos arbusculares - identificação morfológica e ecologia; Micorrizas - aplicação e eficiência. E-mail: camilanobre@twamf.com. ORCID: 0000-0001-8137-7456; ResearcherID: L-4252-2014; Scopus Author ID: 55847138300.

Anna Christina Senazario de Oliveira



Possui Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF - 2007), mesma instituição que fez Mestrado (2009) e Doutorado (2013) em Produção Vegetal, além disso, também possui Formação Complementar em Ciências Biológicas, pela Universidade Salgado de Oliveira. Fez parte da Equipe de Formação da UENF no PROJÓVEM Campo - Saberes da Terra do Estado do Rio de Janeiro, lecionou as disciplinas Estatística, Economia Ambiental e Sustentabilidade e Metodologia Científica na Faculdade de Educação Santa Terezinha, em Imperatriz - MA, além de ter atuado como Professora Visitante do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), onde ainda permanece com bolsa de pesquisa. Com isso, possui experiência na área de Agronomia, com ênfase em Produção Vegetal, atuando e publicando principalmente em temas relacionados à produção, qualidade fisiológica e armazenamento de sementes, agroecologia.

Esta obra, apresentada em 18 capítulos, tem como objetivo apresentar estudos realizados por pesquisadores de diferentes regiões do Brasil, os quais trabalham nas áreas das Ciências Ambientais e Agrárias. Neste quinto volume os resultados e conclusões, destes trabalhos, abordam temas como agroecologia, microbiologia do solo, recursos hídricos, fruticultura, forragicultura, qualidade da água, tratamento de resíduos sólidos e efluentes, pescados, zoonoses, dentre outros. Contribuindo com diferentes subáreas das duas grandes áreas contempladas.

