



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA  
MESTRADO**

GTHIELLY MAIRA FERNANDES

**VIABILIDADE DE REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA  
INDÚSTRIA DO PETRÓLEO PARA IRRIGAÇÃO DO CAPIM ELEFANTE  
CV. BRS CAPIAÇU**

Defesa de projeto de dissertação avaliado em: 26/02/2024

**Área de concentração:** Manejo de Solo e Água no Semiárido

**Linha de Pesquisa:** Tratamento e Uso Agrícola de Resíduos e seus Impactos no Solo e Água

**ORIENTADOR**

Marcelo Tavares Gurgel, D. Sc. - Prof. Associado da UFERSA

Mossoró, RN  
Fevereiro de 2024

<b>Linha de Pesquisa:</b>		Tratamento e Uso Agrícola de Resíduos e seus Impactos no Solo e Água								
<b>Identificação dos membros da equipe de trabalho</b>										
Nome:		Marcelo Tavares Gurgel								
Coordenador		( )	Professor	( )	Graduação	( )	P. Graduação	( x)	Pesquisador	( )
Vínculo empregatício			40h - DE				Cargo/função	Docente do magistério superior		
Telefone		(84) 99930-9031		Fax			e.mail	marcelo.tavares@ufersa.edu.br		
Sexo	(x) M ( ) F	DN	04/07/1976	Titulação	Doutor		Ano Tit.	2006	Área	Recursos naturais
CPF	018804764-60		RG	1508779	Emissor	SSP/RN	Data	19/01/1999		

<b>Identificação dos membros da equipe de trabalho</b>										
Nome:		Lucas Ramos da Costa								
Coordenador		( )	Professor	( )	Graduação	( )	P. Graduação	( x)	Pesquisador	( )
Vínculo empregatício			Autônomo				Cargo/função	Professor		
Telefone		84 98872-1085		Fax			e.mail	lucasramosdacosta35@gmail.com		
Sexo	(x) M ( ) F	DN	07/06/1988	Titulaç	ão	Doutor	Ano Tit.	2018	Área	Impactos Ambiente
CPF	05244864416		RG	2321112	Emissor	SSP/RN	Data	01/10/2018		

<b>Identificação dos membros da equipe de trabalho</b>										
Nome:		Jardel Dantas da Cunha								
Coordenador		( )	Professor	( )	Graduaç	( )	P. Graduação	( x)	Pesquisador	( )
Vínculo empregatício			40h - DE				Cargo/função:	Docente do Magistério Superior		
Telefone		84 99927-8265		Fax			e.mail	jardel.dantas@ufersa.edu.br		
Sexo	(x) M ( ) F	DN	26/04/1979	Titulaç	ão	Doutor	Ano Tit.	2013	Área	Engenharais
CPF	010.634.734-97		RG	1692849	Emissor	Ssp/RN	Data	03/05/1996		

**Data prevista para início do Projeto: maio/2024**

**Data prevista de duração do Projeto: agosto/2024**

**Local de implantação do Projeto: Universidade Federal Rural do Semi-árido**

**RESUMO:** Diante da crescente demanda pelo uso sustentável e que propague a economia circular da água produzida de petróleo tratada, surge a possibilidade de estudos de uso desse resíduo líquido na agricultura. Desde a década de 1980, gramíneas perenes têm sido estudadas como culturas energéticas, sendo o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) pertencente ao grupo das gramíneas perenes de alto rendimento. O presente estudo tem como objetivo o desenvolvimento de esquemas de manejo apropriados da água produzida de petróleo tratada na irrigação do Capim Elefante, cultivar BRS Capiaçu. O experimento será realizado em estufa, com ambiente protegido, localizada na Universidade federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) durante o período de 100 dias após aplicação dos tratamentos. O cultivo do capim elefante será realizado em vasos de 25 L, que receberão 3 diluições da salinidade da água produzida (AP) em água de abastecimento (AA) e 3 lâminas de irrigação (LAM), sendo organizados os seguintes tratamentos: T1 (0% AP +100% LAM), T2 (100% AP +75% LAM), T3 (100% AP + 50% LAM), T4 (100% AP +100% LAM), T5 (50% AP +100% LAM), T6 (50% AP +75% LAM), T7 (50% AP + 50% LAM), T8 (0% AP +75% LAM) e T9 (0% AP +50% LAM). Cada tratamento contará com 4 repetições em DIC (Delineamento inteiramente casualizado). A cultivar utilizada será a BRS Capiaçu, e será cultivada em solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico. A aplicação dos tratamentos ocorrerá durante 100 dias após o pegamento dos colmos, sendo as análises das três diluições de água utilizadas no experimento feitas aos 0, 30 e 60 dias, a fim de se manter o padrão de salinidade pretendido. As análises de solo serão realizadas antes da aplicação dos tratamentos e aos 0, 30, 60 e 90 dias, juntamente com as análises das plantas. Com a obtenção de todos os resultados, eles serão comparados estatisticamente, sendo submetidos à análise de variância, teste de Tukey e análises de regressão, empregando o programa computacional SISVAR (Sistemas para Análises de Variância). Espera-se a obtenção dos resultados satisfatórios no cultivo do capim elefante cv. Capiaçu, resultando em uma biomassa energética de boa qualidade, bem como características químicas preservadas do solo utilizado.

**Palavras-chave:** biomassa; economia circular; manejo hídrico; *Pennisetum purpureum*.

## **1. Justificativa**

Essencial à vida moderna, o petróleo é matéria-prima para a produção de milhares de produtos de forma indireta, podendo ser encontrado no subsolo em profundidades variáveis (Gauto *et al.*, 2016). Grandes quantidades de recursos hídricos são movimentados durante a extração do petróleo, pois a medida que a idade do poço aumenta, o resultado é o declínio da produção de petróleo e gás, e aumento da quantidade de geração de água produzida (Kusworo *et al.*, 2018).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com o intuito de orientar os esforços globais em direção a um mundo mais sustentável, equitativo e próspero até 2030. Destes, destacam-se os de número 6 e 12, que visam garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos, bem como padrões de consumo e produção responsáveis. Aliado aos objetivos da ONU, vemos também que as alterações climáticas têm causado cada vez mais a necessidade de uso inteligente da água, uma vez que águas consideradas doces devem ser destinadas, preferencialmente, ao consumo humano.

A partir do momento em que o homem passar a sofrer com problemas de exaustão de recursos, poluição e desequilíbrios ecológicos, surge então o desenvolvimento da economia circular. Pomponi e Moncaster (2017) reforçam a ideia de que os recursos nunca devem ser transformados em resíduos, mas sim mantidos no processo durante o maior tempo possível, perdendo o mínimo de qualidade.

Diante da necessidade de ampliação das práticas de economia circular no setor petrolífero, visando o desenvolvimento sustentável dessa atividade, e mitigar a escassez de água para irrigação nas regiões semiáridas do país, se torna necessário o desenvolvimento de estudos acerca de águas que podem estar sendo descartadas e que poderiam vir a ter uso útil e eficiente, principalmente para agricultura, atividade importante para economia nacional. Considerando que a extração de petróleo também é uma atividade significativa na região semiárida do Brasil, e produz grandes quantidades de água devido aos campos maduros presentes na bacia potiguar, é crucial que sejam desenvolvidas estratégias para a reutilização dessas águas, de modo a utilizá-las como base para um desenvolvimento sustentável.

Atualmente, os principais usos dessa água produzida após tratamento são reinjeção, descarte e reuso, sendo o seu uso na agricultura uma alternativa mais atual e ainda pouco estudada. A reinjeção é feita para deslocar o óleo até os poços produtores para que seja

extraído em maior quantidade, sendo o descarte a saída geralmente indicada quando há o excesso de água e reinjetar não é mais viável. A resolução CONAMA N° 430/2011 determina as condições para o lançamento de efluentes e o limite da quantidade de poluentes tolerável para que possa ser realizado o descarte.

De acordo com Al-Ghouti *et al.* (2019), a composição química dessas águas tende a variar de acordo com alguns fatores, incluindo localização geográfica do campo, idade e profundidade da formação geológica, fazendo com tenhamos uma ampla gama de variações, no que se refere a composição dessas águas, mesmo que o poço esteja geograficamente próximo de outro. A água produzida de petróleo contém uma mistura de compostos orgânicos e inorgânicos, como óleos dissolvidos e dispersos, minerais de formação dissolvidos ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ), gases dissolvidos (hidrocarbonetos voláteis,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ ), sólidos (sólidos de formação, produtos de corrosão) e produtos químicos (inibidores de corrosão etc.) (Jiménez *et al.*, 2018; Fakhru'l-Razi *et al.*, 2009; Bagheri, Roshande e Shayegan, 2018).

Hoje, todo esse resíduo líquido petrolífero passa pelo menos por um tratamento primário e, na maioria das vezes, é reinjetado, o que vem se tornando inviável para as indústrias em poços maduros que já apresentam grandes volumes de água produzida. De acordo com Cooper *et al.* (2021) tivemos pouco progresso na última década no que se trata de tratamento econômico da água produzida para reutilização eficaz e benéfica fora das operações em campos petrolíferos, apesar do crescente aumento de interesse devido as preocupações ambientais.

De acordo com Almeida (2010) a qualidade da água de irrigação deve ser avaliada com base em parâmetros físicos, químicos e biológicos, incluindo pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, alcalinidade, dureza, taxa de adsorção de sódio, metais pesados e alguns outros parâmetros; indicando que o manejo dessa água na irrigação deve ser bem pesquisado e elaborado, para que ela cause o menor impacto possível no solo e na planta utilizada.

Atualmente, um dos maiores desafios é encontrar fontes alternativas de energia, e o uso de biomassa vegetal vem ganhando espaço como fonte de energia limpa, renovável e de baixo custo, podendo ser usada também para reduzir as emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (Ibrahim *et al.*, 2014). Uma das espécies vegetais mais promissoras para produção de biomassa energética é o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) (Pereira *et al.*, 2021). Como atributos favoráveis a este uso destacam-se seu grande potencial produtivo, o elevado poder calorífico e a qualidade da biomassa, com destaque

para o adequado teor de lignina e de cinzas (Pereira *et al.*, 2021). De acordo com Pereira *et al.* (2017), o capim-elefante é uma forrageira com alto potencial para produção de matéria seca e de grande resistência ao estresse hídrico. Mas, apesar de todas as aptidões do Capim Elefante aqui apresentadas, ele foi pouco explorado em pesquisas com água residuária de petróleo, o que justifica a necessidade de realização de estudos como esse.

Diante da composição altamente variável dessa água, e a certeza da presença de compostos que se mostram prejudiciais ao consumo humano, o cultivo do capim sugerido nesse trabalho se dará apenas para fins de produção de biomassa energética, excluindo qualquer possibilidade de consumo animal, pois tratam de pesquisas iniciais e apenas de aspecto agronômico.

Técnicas de manejo adequadas devem ser utilizadas para que se aplique a economia circular e seja possível reutilizar esse resíduo líquido da indústria do petróleo de forma eficiente e segura, além de proporcionar também sua utilização como fonte limpa e sustentável de energia.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente estudo tem como objetivo o desenvolvimento de práticas de manejo apropriados da água produzida de petróleo tratada na irrigação do Capim Elefante cv. BRS Capiaçu.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar a altura, diâmetro, número de folhas, área foliar e trocas gasosas da variedade de Capim Elefante utilizada durante a fase experimental;

A partir das análises de solo, verificar e comparar os índices avaliados a fim de concluir a qualidade final do solo;

Verificar o desempenho da cultura diante do fornecimento de lâminas deficitárias de irrigação;

Verificar a diluição de salinidade da água produzida de petróleo em água de abastecimento que proporcione o melhor desempenho produtivo do Capim Elefante;

Avaliar a potencialidade das amostras finais de cada tratamento para produção de biomassa energética.

### **3. Hipóteses**

A utilização de água produzida de petróleo pode suprir as necessidades hídricas da cultura do Capim Elefante cv. BRS Capiáçu, substituindo totalmente ou em parte o uso de água de abastecimento, possibilitando a prática da economia circular com esse efluente.

A utilização de água produzida não causará danos ao solo utilizado, podendo quaisquer danos causados serem amenizados e/ou mitigados pelo manejo adequado da água produzida.

O Capim Elefante reagirá bem às lâminas de irrigação deficitárias, possibilitando também seu cultivo em áreas com pouca disponibilidade de água.

O Capim Elefante cultivado por meio da irrigação da água produzida obterá índices favoráveis à produção de biomassa.

#### **4. Material e Métodos**

O experimento será realizado em estufa pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), localizada em Mossoró, no Rio Grande do Norte. O clima da região foi definido como sendo do tipo BSh (quente e seco), de acordo com a classificação de Koppen-Geiger. A precipitação pluviométrica é bastante irregular, sendo a média anual de 637,9 mm; a temperatura média de 27,4 °C; a umidade relativa do ar média de 68,9 %, a insolação média diária de 7,83 horas e a anual de 2771,27 horas de brilho solar, registrada durante período histórico de 30 anos (Alvares *et al.*, 2013).

A cultura utilizada para realização do experimento será o capim elefante cv. BRS Capiaçu. A BRS Capiaçu foi lançada pela Embrapa em 2016, é uma cultivar obtida através do cruzamento entre os acessos Guaco IZ2 (BAGCE 60) e Roxo (BAGCE 57), sendo fruto do Programa de Melhoramento do Capim Elefante conduzido pela Embrapa Gado de Leite (Pereira *et al.*, 2021). De acordo com Lisboa *et al.* (2023) o capim elefante BRS capiaçu na fase inicial possui tolerância à água com salinidade de até 3,0 dS m<sup>-1</sup>, parâmetro importante para esse trabalho, já que salinidade será um dos tratamentos realizados.

Serão utilizados vasos de 25 L para o cultivo do capim elefante, onde será adicionado o solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico, que será trazido de uma propriedade localizada na zona rural da cidade de Mossoró/RN. Esse tipo de solo foi escolhido por representar maior parte dos solos da região estudada. O solo será coletado na profundidade de 0 a 0,30 m, e serão realizadas as análises químicas (antes, durante e depois do experimento), no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da UFERSA.

O capim elefante será plantado por meio de propagação vegetativa, utilizando colmos trazidos de plantas sadias adultas (que tenham entre 70 e 90 dias), onde inicialmente serão implementados cinco colmos de capim-elefante por vaso, contendo 2 gemas em cada estaca. Estes colmos serão semeados horizontalmente nos vasos. Após a brotação das mudas, que levará de 7 a 10 dias, será realizado desbaste, deixando-se apenas uma planta vigorosa por vaso, dando assim início a aplicação dos tratamentos, que se dará pelo período de 100 dias.

A água produzida utilizada será proveniente de empresa petrolífera da região de Mossoró/RN, e será recebida na UFERSA através de caixas d'água localizadas próximo a estufa experimental. Para uso no experimento, a salinidade dessa água será avaliada, sempre que chegar uma nova quantidade, por meio de análise de água em laboratório

localizado na UFERSA e registrada para que se realizem as diluições experimentais explicadas conforme cada tratamento.

Os tratamentos utilizados serão 3 diluições de salinidade de água produzida (AP) em água de abastecimento (AA) e 3 lâminas de irrigação (LAM), sendo organizados os seguintes tratamentos: T1 (100% AP +100% LAM), T2 (100% AP +75% LAM), T3 (100% AP + 50% LAM), T4 (50% AP +100% LAM) , T5 (50% AP +75% LAM), T6 (50% AP + 50% LAM), T7 (0% AP +100% LAM), T8 (0% AP +75% LAM) e T9 (0% AP +50% LAM). Cada tratamento contará com 4 repetições em DIC (Delineamento inteiramente casualizado), a fim de estimar o erro experimental, aumentando a precisão do experimento pela redução do erro padrão da média dos tratamentos. As irrigações serão realizadas diariamente de acordo com a evapotranspiração da cultura (ETc), partindo do pressuposto em que esta teria um valor constante, sendo então adotado o turno de rega ou de irrigação (TI) fixo. A realização da CC desse solo será realizada para verificar a quantidade de água a ser absorvida e estimar a quantidade de água a ser utilizada na lâmina líquida (LL) de irrigação diária.

Durante a realização do experimento não serão fornecidas fertirrigações, pois, apesar de comprovadas melhorias no desempenho da cultura, a adição dos fertilizantes pode comprometer as análises experimentais dos resultados, uma vez que as quantidades dos nutrientes nas amostras de solo seriam alteradas. Também não será feita a utilização de herbicidas e, se houver presença de ervas daninhas, serão eliminadas por trato manual.

No que se refere ao solo, serão realizadas 4 coletas de amostras compostas (composição de amostras simples coletadas nas camadas 0 a 0,10 m; e 0,10 a 0,20 m) do solo nos vasos de cada tratamento, a primeira no dia 0, e as demais aos 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos tratamentos, e serão feitas para medição do pH, condutividade elétrica no extrato de saturação do solo, e também os metais cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), chumbo (Pb), níquel (Ni), cádmio (Cd) e bário (Ba), seguindo as recomendações da EMBRAPA (Teixeira *et al.*, 2017). Todas as Análises de solo serão realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da UFERSA.

Quanto às análises experimentais na água utilizada serão realizadas análises de todas as diluições nos períodos de 0, 30 e 60 e 90 dias após aplicação dos tratamentos, a fim de se verificar a composição dessas águas ao longo do experimento, bem como padronizar as diluições de salinidade que serão utilizadas. Nos mesmos períodos também serão feitas análises da água final de repetições aleatórias, de cada tratamento, a fim de se verificar a composição dessa água ao sair de cada vaso. Serão analisados: Sólidos

Suspensos, potencial hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CEes), Teor de Óleos e Graxas (TOG), Cálcio, Magnésio, Cloreto, Sódio, Potássio e Metais Totais. As análises serão realizadas de acordo com as metodologias indicadas por Parron, Muniz e Pereira (2011), utilizando-se em sua maioria da Espectroscopia com Plasma Induzido (ICP-OES). O TOG será determinado através do equipamento UV-vis, presente no Laboratório de Poços, que está localizado no Centro de Engenharias, lado leste da UFERSA.

Referente à cultura, as análises acontecerão também no período de 0, 30, 6, e 90 dias após aplicação dos tartamentos, onde serão analisadas as seguintes variáveis biométricas: número de folhas (por meio da contagem), diâmetro do caule (medido por meio de um paquímetro), número de perfilhos (por meio da contagem), altura da planta e área foliar (medida por meio de estimativa matemática para evitar métodos destrutivos). Aos 100 dias após aplicação dos tratamentos será realizada a análise de trocas gasosas (feita através de um analisador de fotossíntese- IRGA, modelo WALZ-GFS-3000FL) e logo após realizaremos as análises destrutivas, que são: a massa fresca e seca das folhas e caules, e o teor de macronutrientes da parte aérea da planta. Os parâmetros de qualidade de biomassa também são destrutivos, e serão avaliados os seguintes:

- Porcentagem de cinza (%CIN): estimada pela razão entre o peso da amostra seca na mufla 600 °C por 15 h e o peso da matéria seca definitiva (Silva e Queiroz, 2002);
- Porcentagem de fibras em detergente neutro (%FDN) e ácido (%FDA): estimada de acordo com a metodologia alternativa da Embrapa proposta em Souza *et al.* (1999);
- Porcentagem de celulose (%CEL) e Porcentagem de lignina (%LIG): serão realizadas de acordo com a metodologia descrita em Sluiter *et al.* (2012);
- Porcentagem de hemicelulose (%HEM): será estimada pela diferença entre as porcentagens obtidas de %FDN e %FDA.

O local de realização dessas análises ainda será definido.

Com a obtenção de todos os resultados, estes serão analisados estatisticamente, sendo submetidos à análise de variância, teste de Tukey e teste de regressão, empregando o programa computacional SISVAR (Sistemas para Análises de Variância) desenvolvido por Ferreira (2011).

## **5. Resultados esperados**

Obtenção de resultados favoráveis no que se trata ao desempenho do capim elefante quando irrigado com água produzida de petróleo;

Resultados satisfatórios nas análises de solo, que seria a detecção do menor número de danos possíveis ao mesmo;

Produção satisfatória da biomassa a partir do uso do capim elefante irrigado com água produzida;

Incentivar a aplicação da economia circular no setor petrolífero.

## **6. Literatura citada**

AL-GHOUTI, Mohammad Ahamd; AL-KAABI, Mayam A.; ASHFAQ, Mohammad Yousaf; DA'NA, Dana Adel. Produced water characteristics, treatment and reuse: a review. **J. Water Process. Eng.** 28, 222–239, 2019.

ALMEIDA, Otávio Álvares de. **Qualidade de água de irrigação.** Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BAGHERI, Marzieh; ROSHANDEL, Ramin; SHAYEGAN, Jalal. Optimal selection of an integrated produced water treatment system in the upstream of oil industry. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 117, p. 67-81, 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução n 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Publicação do **Diário Oficial da União**, n. 92, p. 89. 2011.

COOPER, Carolyn M.; MCCALL, James; STOKES, Sean C.; MCKAY, Cameron; BENTLEY, Matthew J.; ROSENBLUM, James S.; BLEWETT, Tamzin A.; HUANG, Zhe; MIARA, Ariel; TALMADGE, Michael; EVANS, Anna; SITTERLEY, Kurban A.; KURUP, Parthiv; STOKES-DRAUT, Jennifer R.; MACKNICK, Jordan; BORCH, Thomas; CATH, Tzahi Y.; KATZ, Lynn E. Oil and Gas Produced Water Reuse: Opportunities, Treatment Needs, and Challenges. **ACS ES&T Engenharia**, v. 2, n. 3, p. 347-366. 2021.

FAKHRU'L-RAZI, Ahmadun; PENDASHTEH, Alireza; CHUAH, Abdullah Luqman; RADIAH, Dayang; MADAENI, Sayed Siavash; ABIDIN, Zurina Zainal. Review of technologies for oil and gas produced water treatment. **Journal of hazardous materials**, v. 170, n. 2-3, p. 530-551, 2009.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GAUTO, Marcelo Antunes; APOLUCENO, Daniela de Melo; AMARAL, Messias Cândido; AURÍQUIO, Paulo Cezar. **Petróleo e gás: princípios de exploração, produção e refino**. Bookmann Editora, 2016.

IBRAHIM, Norhazilah; KAMARUDIN, Siti Kartom; MINGGU, Lorna Jeffery. Biofuel from biomass via photo-electrochemical reactions: An overview. **Journal of Power Sources**, v. 259, p. 33–42, 2014.

JIMÉNEZ, Silvia; MICÓ, María M.; ARNALDOS, Marina; MEDINA, Francesc. State of the art of produced water treatment. **Chemosphere**, v. 192, p. 186-208, 2018.

KUSWORO, Tutuk Djoko; ARYANTI, Nita; QUDRATUN; UTOMO, Dani Puji. Oilfield produced water treatment to clean water using integrated activated carbon-bentonite adsorbent and double stages membrane process. **Chemical Engineering Journal**, v. 347, p. 462-471, 2018.

LISBOA, Samila Barbosa; PEREIRA, Arifa Abdullah Barbosa; CORREIA, Francisco Davy dos Santos; DIAS, Marco Aurélio Barros Silva; ALVAREZ-PIZARRO, Juan Carlos; FONTENELE, Rildson Melo. Efeito do estresse salino sobre a altura do capim pennisetum purpureum schum cv. Brs capiaçu. **Ciência das plantas: desafios e potencialidades em pesquisa**, v. 2, n. 1, p. 92-98, 2023.

ONU BR – NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **A Agenda 2030**. 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br>>. Acesso em: 05 de março de 2024.

PARRON, Lucilia Maria; MUNIZ, H. de F.; PEREIRA, Claudia Mara. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. 1. Ed. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011.

PEREIRA, Antônio Vander; LÉDO, Francisco José da Silva; MACHADO, Juarez Campolina. BRS Kurumi and BRS Capiaçu - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.59–62, 2017.

PEREIRA, Antônio Vander; AUAD, Alexandre Machado; BRIGHENTI, Alexandre Magno; MITTELMANN, Andrea; GOMIDE, Carlos Augusto de Miranda; MARTINS, Carlos Eugenio de; PACIULLO, Domingos Savio Campus; LEDO, Francisco José da Silva; OLIVEIRA, Jackson Silva e; LEITE, José Luiz Bellini; MACHADO, Juarez Campolina; MATOS, Leovegildo Lopes de; MORENZ, Mirton José Frota; ANDRADE, Paulino José Melo; BENDER, Sérgio Elmar; ROCHA, Wadson Sebastião Duarte da. **BRS Capiaçu e BRS Kurumi: cultivo e uso**. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

POMPONI, Francesco; MONCASTER, Alice. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of cleaner production**, v. 143, p. 710-718, 2017.

SILVA, Dirceu Jorge; QUEIROZ, Augusto César de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, p. 235, 2002.

SLUITER, Amie D.; HAMES, Bonnie; RUIZ, R.; SCARLATA, C.; SLUITER, J.; TEMPLETON, David W.; CROCKER, D. Determination of structural carbohydrates and lignin in Biomass - NREL/TP-510-42618. **Laboratory Analytical Procedure (LAP)**, n. Abril 2008, p. 17, 2012.

SOUZA, Gilberto Batista de; NOGUEIRA, Ana Rita de Araújo; SUMI, Lourdes Mitsuko; BATISTA, Luiz Alberto Rocha. **Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudoeste, p. 21, 1999.

TEIXEIRA, Paulo César; DONAGEMMA, Guilherme Kangussu; FONTANA, Ademir; TEIXEIRA, Wenceslau Geraldus. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 573, 2017.

## 7. Orçamento

### 7.1 Despesas de custeio

#### 7.1.1 Pessoal técnico e científico

Descrição	Remuneração	Fonte
Bolsa de mestrando	41.940,00	PRH-55.1 / ANP / FINEP
<b>Subtotal</b>	<b>41.940,00</b>	

#### 7.1.2 Material de consumo

Especificações	Unid.	Quant.	Valor		
			Unitário (R\$)	Total (R\$)	Fonte
Luva nitrílica sem pó	cx.	1	25,00	25,00	PRH
Sacos plásticos 50x80	und	100	2,50	250,00	PRH
Vasos plásticos 25 L	und	40	20,30	812,00	PRH
Caixa d'água 1000 L	und	3	390	1170,00	PRH
Mangueiras de irrigação	m	54	51,22	102,44	PRH
Micro tubos para irrigação	m	9	0,72	6,48	
Bomba para irrigação	und	3	150,00	450,00	PRH
Garrafa plástica com tampa 500ml	und	100	1,25	118,75	PRH
Sacos ziploc n7 14x20cm	und	100	19,50	19,50	PRH
Sacos ziploc n9 20x28cm	und	100	34,00	34,00	PRH
<b>Subtotal</b>				<b>2988,17</b>	

### 7.2 Resumo de usos e fontes

Usos	Fonte			Valor
	PRH-ANP/FINEP	CNPq	UFERSA	
Pessoal técnico e científico	41490,00			<b>41.490,00</b>
Material de consumo				<b>2988,17</b>
<b>Total</b>				<b>44.478,17</b>

## 9. Cronograma

ATIVIDADES	2024				2025		
	MAR/ABR	MAI/JUN	JUL/AGO	SET/OUT	NOV/DEZ	JAN/FEV	MAR
Disciplinas							
Revisão bibliográfica							
Preparação do plano de trabalho							
Execução do experimento							
Obtenção de resultados							
Análises dos resultados							
Escrita dos resultados e discussão							
Entrega e defesa da dissertação							

Documento assinado digitalmente

 MARCELO TAVARES GURGEL  
Data: 25/03/2024 07:45:23-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

---

Orientador: Prof. D. Sc. Marcelo Tavares Gurgel

Documento assinado digitalmente

 LUCAS RAMOS DA COSTA  
Data: 21/03/2024 22:18:13-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

---

Conselheiro: Dr. Lucas Ramos da Costa

Documento assinado digitalmente

 JARDEL DANTAS DA CUNHA  
Data: 19/03/2024 11:17:09-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

---

Conselheiro: Prof. D. Sc. Jardel Dantas da Cunha