



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

KEILA MENDES ASANO

**FERTIRRIGAÇÃO COMO MEDIDA DE DISPOSIÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS
NO SOLO – PROJETO PROPOSTO PARA EMPREENDIMENTO NA AMAZÔNIA
LEGAL**

ARIQUEMES – RO

2021

KEILA MENDES ASANO

**FERTIRRIGAÇÃO COMO MEDIDA DE DISPOSIÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS
NO SOLO – PROJETO PROPOSTO PARA EMPREENDIMENTO NA AMAZÔNIA
LEGAL**

Trabalho de Conclusão de Curso para a obtenção do grau em Engenharia Ambiental e Sanitária apresentado à Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA.

Orientador: Prof. Me. Felipe Cordeiro de Lima.

ARIQUEMES – RO

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A798f Asano, Keila Mendes.

Fertirrigação como medida de disposição de águas residuárias no solo – projeto proposto para empreendimento na Amazônia Legal. / Keila Mendes Asano. Ariquemes, RO: Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2021.

64 f. ; il.

Orientador: Prof. Ms. Felipe Cordeiro de Lima.

Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes RO, 2021.

1. Lagoas de Estabilização. 2. Água Residuária. 3. Aspersão. 4. Fertirrigação. 5. Rondônia. I. Título. II. Lima, Felipe Cordeiro de.

CDD 628

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

KEILA MENDES ASANO

**FERTIRRIGAÇÃO COMO MEDIDA DE DISPOSIÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS
NO SOLO – PROJETO PROPOSTO PARA EMPREENDIMENTO NA AMAZÔNIA
LEGAL**

Trabalho de Conclusão de Curso para a
obtenção do grau em Engenharia Ambiental e
Sanitária apresentado à Faculdade de
Educação e Meio Ambiente – FAEMA.

Banca examinadora

Prof. Me. Felipe Cordeiro de Lima.

Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Professora Me. Liliane Coelho de Medeiros

Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Professora Me. Evelin Samuelsson

Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Dedico este trabalho aos meus pais Renilda e Miguel, que sempre acreditaram no meu potencial e contribuíram com essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Ms. Felipe Cordeiro de Lima pela paciência, ensinamentos, conselhos e por acreditar no meu potencial no decorrer do curso.

Ao engenheiro Fábio Pazini pela oportunidade que me foi concedida, ensinamentos e por contribuir com este trabalho.

Aos meus pais Irenilda Mendes de Oliveira e Miguel Asano e meus irmãos Beatriz Mendes Asano e Luiz Miguel Mendes Asano pela paciência, amor e por acreditarem no meu potencial.

Ao meu namorado Eric Matos pelo amor, carinho, incentivo e por contribuir com este trabalho.

Aos meus amigos e colegas de curso pelo apoio, suporte e momentos memoráveis.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado!

*“Há um prazer nas florestas desconhecidas;
Um entusiasmo na costa solitária;
Uma sociedade onde ninguém penetra;
Pelo mar profundo e música em seu rugir;
Amo não menos o homem, mas mais a natureza.”*

Lord Byron

RESUMO

A fertirrigação como alternativa de disposição final de esgoto doméstico é uma solução viável, tendo em vista o baixo custo de implantação, o aproveitamento dos nutrientes pelas plantas e a quantidade de matéria orgânica que atua na estruturação do solo. Neste trabalho, foi apresentada uma proposta de solução para a disposição de água residuária, analisando a viabilidade da disposição de água residuária em solo por sistema de fertirrigação. Para a realização da proposta, fora analisado qualitativamente e quantitativamente o solo, os efluentes domésticos tratados por sistemas australianos de lagoas de tratamento, bem como fora realizado o teste de infiltração no solo. Posteriormente aos estudos técnicos realizados na área do empreendimento, definiram-se os parâmetros para a idealização de um projeto que atendesse as especificações necessárias do meio para a instalação do sistema. Para a aplicação do projeto, tomou-se uma área de 0,575 ha, optando pelo sistema de irrigação de aspersão convencional fixa, culminando para a cultura a pastagem pioneira (BRS Capiáçu).

Palavras-chave: Lagoas de Estabilização. Água residuária. Aspersão.

ABSTRACT

Fertigation as an alternative for the final disposal of domestic sewage is a viable solution, considering the low implementation cost, the use of nutrients by plants and the amount of organic matter that acts in the structuring of the soil. In this work, a proposal for a solution for the disposal of wastewater was presented, analyzing the feasibility of the disposal of wastewater in soil by a fertigation system. To carry out the proposal, the soil, domestic effluents treated by Australian systems of treatment ponds were analyzed qualitatively and quantitatively, as well as the soil infiltration test. After the technical studies carried out in the area of the project, the parameters for the idealization of a project that met the necessary specifications of the environment for the installation of the system were defined. For the application of the project, an area of 0.575 ha was taken, opting for the fixed conventional sprinkler irrigation system, culminating in the pioneer pasture crop (BRS Capiáçu).

Keywords: Stabilization Ponds. Wastewater. Sprinkling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mapa de localização e acesso ao Município de Alvorada do Oeste Fonte: DIEFRA.....	32
Figura 02: Croqui do Local de Instalação do Projeto de Fertirrigação.....	33
Figura 03: Mapa Planialtimétrico da Área do Sistema de Fertirrigação.....	34
Figura 04: Mapa Equipotencial.....	34
Figura 05: Mapa de Classificação Köppen-Geiger na Área do Empreendimento.....	35
Figura 06: Mapa de Declividade do Empreendimento Auto Fossa Urupá.....	36
Figura 07: Mapa de Unidade de Relevo do Empreendimento Auto Fossa Urupá	37
Figura 08: Mapa Geológico do Empreendimento Auto Fossa Urupá.....	38
Figura 09: Mapa Geomorfológico do Empreendimento Auto Fossa Urupá.....	41
Figura 10: Mapa Pedológico do Empreendimento Auto Fossa Urupá.....	43
Figura 11: Mapa Vegetativo do Empreendimento Auto Fossa Urupá.....	44
Figura 12: Croqui de Localização dos Asperssores.	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Fontes e componentes dos efluentes coletados.....	21
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Comportamento climático para o Clima Tropical Úmido de Savana	36
Tabela 02: Análise do solo da área de aplicação.....	46
Tabela 03: Resultados Analíticos de efluentes tratados de limpa fossa	47
Tabela 04: Valores de altura da amostra (Z_w), carga hidráulica (h), área da secção transversal (A), tempo de cada leitura (t) e fluxo (Q).....	47
Tabela 05: Resultado do teste de condutividade hidráulica (K_{sat}).....	48
Tabela 06: Relação de valores de condutividade hidráulica	48
Tabela 07: Dados técnicos do projeto.....	49
Tabela 08: Fator disponibilidade hídrica em função da cultura e evapotranspiração de referência (ET_o).	51
Tabela 9: Valores de profundidade efetiva do sistema radicular (z), para diversos capins irrigados.	51

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

% - Por Cento

°C – Graus Celsius

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Al – Alumínio

AMT – Amostra

AQS – Adubação Química Convencional

B – Boro

Ca – Cálcio

CaCl₂ – Cloreto de Cálcio

CC – Capacidade de Campo

CE – Condutividade Elétrica

CH₄ – Cetano

cmolc – Centimol de Carga

CO₂ - Dióxido de Carbono

CTC – Capacidade de Troca Catiônica

Cu – Cobre

dag – Decagrama

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

dm⁻³ – Decímetro Cúbico

Ds - Densidade do Solo

ET_o – Evapotranspiração de Referência

ET_{pc} – Evapotranspiração Potencial da Cultura

f – Fator Disponibilidade Hídrica

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura

Fe – Ferro

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

H+AL – Acidez Potencial

ha – Hectare

hab – Habitante

I_p – Intensidade da Precipitação do Aspensor

IRN – Irrigação Real Necessária

ITN – Irrigação Total Necessária

K – Potássio

Kc – Coeficiente da Cultura

Ksat – Condutividade Hidráulica Saturada

m.c.a. – Metros de Coluna de Água

Mg – Magnésio

Mn – Manganês

MO – Matéria Orgânica

NA – Nível da Água

Na – Sódio

NBR – Norma Brasileira

OD – Oxigênio Dissolvido

OH⁻ - Hidroxila

OMS – Organização Mundial da Saúde

P – Fósforo

pH – Potencial de Hidrogênio

PMP – Ponto de Murcha Permanente

PZ – Piezômetro

Qa – Vazão Necessária

RFTS – Resíduos de Fossas e Tanques Sépticos

SAI – Soluções Alternativas Individuais

Tin – Tempo de Irrigação Necessária por Aspensor

TR – Turno de Rega

UFC – Unidade Formadora de Colônias

UNEP – United Nations Environment Programme

VIB – Velocidade Básica de Infiltração

WHO – World Health Organization

z – Profundidade do Sistema Radicular

Zn – Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO	18
2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS	19
3.2 EFLUENTES DOMÉSTICOS	20
3.3 LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO.....	22
3.3.1 Lagoa Anaeróbia	22
3.3.2 Lagoa Facultativa	23
3.3.3 Lagoa de Maturação.....	24
3.3.4 Características biológicas das lagoas estabilização	24
3.3.5 Bactérias	25
3.3.6 Algas.....	26
3.4 SISTEMA DE FERTIRRIGAÇÃO	27
3.4.1 Tipos de Sistemas de Fertirrigação	28
3.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	29
4 JUSTIFICATIVA	31
5 MATERIAIS E MÉTODOS	32
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	32
5.1.1 Clima.....	35
5.1.2 Declividade	36
5.1.3 Relevo.....	37
5.1.4 Geologia.....	38
5.1.5 Geomorfologia.....	41

5.1.6 Pedologia	43
5.1.7 Vegetação	44
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
6.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DA ÁREA DE APLICAÇÃO	46
6.2 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE	46
6.3 TESTE DE INFILTRAÇÃO	47
6.4 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE FERTIRRIGAÇÃO	48
6.4.1 Capacidade de campo (CC)	49
6.4.2 Ponto de murcha permanente (PMP).....	49
6.4.3 Densidade do solo (Ds).....	50
6.4.4 Fator disponibilidade hídrica (f).....	50
6.4.5 Coeficiente da cultura (Kc).....	51
6.4.6 Profundidade do sistema radicular (z)	51
6.4.7 Velocidade básica de infiltração (VIB).....	51
6.4.8 Evapotranspiração de referência (ET _o).....	52
6.5 DIMENSIONAMENTO AGRONÔMICO	52
6.5.1 Irrigação Real necessária (IRN).....	52
6.5.2.Irrigação Total Necessária (ITN).....	52
6.5.3 Evapotranspiração Potencial da cultura (ET _{pc})	52
6.5.4 Turno de Rega (TR)	52
6.5.5 Correção da Lâmina em Função do Turno de Rega Adotado	53
6.5.6 Vazão necessária (Q _a)	53
6.5.7 Aspensor.....	53
6.5.8 Intensidade de Precipitação do Aspensor (I _p).....	54
6.5.9 Tempo de Irrigação Necessária por Aspensor (T _{in})	54
6.5.10 Conjunto motor bomba.....	54
6.6 MANEJO DA CULTURA IRRIGADA	55
6.7 MEDIDAS DE SEGURANÇA	56
6.8 MONITORAMENTO	56
7 CONCLUSÃO	58
8 PROPOSTAS.....	59

9 REFERÊNCIAS.....60

1 INTRODUÇÃO

Por conta da crise hídrica, tem-se estipulado muitas propostas tencionando à economia no uso da água e a aplicação de águas servidas. Hodiernamente no Brasil, aproveita-se cerca de $23.330 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$ de água residuária (JIMÉNEZ; ASANO, 2008), todavia, esse valor encontra-se longínquo do razoável. Por essa razão, tecnologias devem ser desenvolvidas a fim de estimular o aproveitamento desse recurso.

O aproveitamento, em larga escala, de águas residuárias como fonte hídrica e de fertilizantes para plantas surgiu em meados do século XIX, notadamente na Europa e nos Estados Unidos (WOLMAN, 1977). A técnica tornou-se, então, alternativa aos métodos tradicionais de tratamento e disposição final de águas residuárias (MATOS, 2010; MONTE; ALBUQUERQUE, 2010).

Os benefícios de sistemas de fertirrigação de culturas agrícolas com a utilização de efluente doméstico tem-se evidenciado em estudos no Brasil e exterior. Sua comprovação é evidente na majoração da produtividade em culturas, indicando uma relação direta com o fornecimento de nutrientes existentes no esgoto doméstico.

Este trabalho apresenta uma dissertação de proposta de solução para a disposição de água residuária, explorando a viabilidade da disposição de água residuária no solo por meio de um sistema de fertirrigação. Para a realização da proposta, analisou-se qualitativamente e quantitativamente efluentes domésticos tratados por sistemas australianos de lagoas de tratamento existentes em meios similares à área de estudo, bem como a realização de teste de infiltração no mesmo. Posteriormente aos estudos técnicos realizados na área do empreendimento, definiram-se os parâmetros para a idealização de um projeto que atendesse as especificações necessárias do meio para a instalação do sistema. Para a aplicação do projeto, tomou-se uma área de 0,575 há (5.750 m^2), optando pelo sistema de irrigação por aspersão convencional fixa, resultando na utilização para a cultura a pastagem pioneira (BRS Capiáçu).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

O objetivo geral desta pesquisa é apresentar uma proposta de solução para a disposição de água residuária de efluentes domésticos e analisar a viabilidade da disposição desse, quando aplicado no solo pelo método de aspersão, na fertirrigação de Capiacu.

2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Caracterizar a área de estudo;
- Tipificar o solo;
- Caracterizar o efluente tratado;
- Dimensionar sistema de fertirrigação para empreendimento de Auto Fossa;
- Avaliar os resultados futuros após a implementação do sistema.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Por conta da crise hídrica, tem-se estipulado muitas propostas tencionando à economia no uso da água e a aplicação de águas servidas. Hodiernamente no Brasil, aproveita-se cerca de $23.330 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$ de água residuária (JIMÉNEZ; ASANO, 2008), todavia, esse valor encontra-se longínquo do razoável. Por essa razão, tecnologias devem ser desenvolvidas a fim de estimular o aproveitamento desse recurso.

A irrigação é responsável por cerca de 70% da utilização de águas superficiais e subterrâneas do mundo e, nesta perspectiva, a irrigação com águas residuárias se tornou uma alternativa viável para a economia. A China é o país que mais se destaca quanto o aproveitamento de águas residuárias no meio agrícola, com mais de 1,3 milhões de hectares irrigados, seguido por México, com 190 mil hectares (JIMÉNEZ; ASANO, 2008).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece a aplicação de águas residuárias na agricultura como uma prática sustentável, ressaltando a necessidade de capacitação adequada de agricultores, técnicos e projetistas, a nível nacional, para que se possa maximizar os benefícios do uso de águas residuárias e diminuir os riscos à saúde pública (WHO/UNEP, 2006).

Ademais dos benefícios agronômicos congruentes à utilização de efluentes tratados na fertirrigação, há benefícios sanitários, tendo em vista que a utilização de águas residuárias, quando feita de forma planejada na agricultura, pode reduzir os riscos de contaminação das águas superficiais, reduzindo, como consequência, os riscos de contaminação de comunidades usufrutuárias dessas fontes de águas superficiais. Em comunidades marginais a centros urbanos, onde seja praticada agricultura, o uso de águas residuárias pode dar fim ao problema de saneamento local, além de contribuir para subsistência dessas populações (WHO/UNEP, 2006).

As vantagens do aproveitamento de águas residuárias urbanas estão respaldadas na certeza de sua disponibilidade durante todo o ano, principalmente em cidades contempladas com rede de esgotamento sanitário, e na redução dos custos de seu tratamento (MOYO et al., 2015).

Seguindo a citação de Hamilton et al. (2007), atualmente o aproveitamento de águas residuárias em culturas agrícolas tem-se tornado uma técnica de ampla difusão em países desenvolvidos, contrapondo-se a visão de uma prática exclusiva de regiões áridas. A aplicação do efluente tratado no meio agrícola fundamenta-se no aporte de matéria orgânica e, principalmente, dos nutrientes ao sistema solo- planta e menos no atendimento às necessidades hídricas das plantas.

A prolongação da aplicação de águas residuais irá incorporar, gradativamente, matéria orgânica ao solo, melhorando significativamente suas características físicas (massa específica, porosidade, retenção de água, além de promover melhorias nas suas condições hidrodinâmicas), influenciando no aumento e na manutenção da produtividade das culturas agrícolas, ao longo dos anos (YANG et al., 2011).

Para manter altas produtividades na agricultura atual, necessita-se da adição de fertilizantes químicos, geralmente proporcionando aumento considerável nos custos de produção. Nessa perspectiva, a utilização de águas servidas tornar-se-á fonte de nutrientes para as plantas, possibilitando a redução da aplicação de adubos minerais às culturas agrícolas (KIHILA et al., 2014).

O uso da fertirrigação com águas residuárias, que deve ser baseado na redução dos custos com adubação química convencional (AQC), vem sendo um dos grandes atrativos da agricultura atualmente, dado que, para alcançar uma ampliação na produtividade, torna-se fundamental o gasto excessivo de consideráveis recursos com financeiros com AQC no processo de produção. Avaliam-se gastos na compra de insumos na faixa de 30% a 60% dos custos de produção (ALVES FILHO et al., 2003; NEUMANN et al., 2005).

3.2 EFLUENTES DOMÉSTICOS

Conforme a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2006), o esgoto doméstico é categorizado como o efluente que advém principalmente de residências, instituições, estabelecimentos comerciais ou quaisquer edificações que dispõe de bacias sanitárias, cozinhas e lavanderias. Consiste, essencialmente, de água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas cinzas (águas de lavagens).

Na composição do esgoto doméstico, 99,9% é água e apenas 0,1% constituem-se de sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, assim como microrganismos. Sendo justamente estes 0,1% a real necessidade de tratar os esgotos (VON SPERLING, 1996).

Ao passo que as Soluções Alternativas Individuais (SAI) de tratamento e disposição de esgoto recebem o esgoto sanitário, ocorrem reações físico-químicas e biológicas, acarretando o acúmulo de materiais de fração sólida e líquida nestes ambientes, além da geração de gases e materiais flotáveis (escuma). Esses materiais, aqui denominados de Resíduos de Fossas e Tanques Sépticos (RFTS), são esgotados por caminhões limpa-fossa (durante a etapa de limpeza das SAI) e se não dado destinação correta podem causar enormes problemas ambientais e sanitários em sua disposição, devido sua elevada carga orgânica e de patógenos (JORDÃO e PESSÔA, 2011).

Habitualmente, a temperatura de despejo indica uma variação na faixa de 28°C a 30°C. Essa temperatura, associada à composição biológica e química do efluente, favorece a atividade bactericida dos sistemas de tratamento naturais. A origem dos efluentes e tipo de resíduos coletados por empresas de limpa fossa, são conforme o quadro abaixo:

Quadro 01: Fontes e componentes dos efluentes coletados

Fontes	Resíduos
Residências	Resíduos de fossas e tanques sépticos
Bares e Lanchonetes	Gorduras e lodos de fossas
Mercados e Feiras	Gorduras, águas residuais de lavagem e lodo de fossas
Hotéis	Lodos de fossas e água residuais de lavagem

Os despejos gerados nas unidades citadas no Quadro X assemelham-se aos dos efluentes domésticos, porém, mais concentrados. A maior porção das impurezas carregadas são orgânicas e entram em estado séptico rapidamente, elevando a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), desagregando gases com odores desagradáveis. Esses despejos são constituídos, principalmente, de água de lavagem e banho, fezes humana e resíduos de pia de cozinha (gorduras e graxas), sólidos grosseiros e materiais terrosos.

Conforme a Norma Brasileira NBR 7.229 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), estima-se que a taxa de produção de RFTS fresco é da ordem de até $1,0 \text{ litro.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ para esgoto tipicamente doméstico.

Os resíduos coletados pelo serviço de limpa fossa carecem de definição específica, uma vez que apresentam características intermediárias entre esgoto sanitário e lodo de estações de tratamento de água ou esgoto.

De maneira geral, estes resíduos, sem tratamento, serão denominados como Resíduos de Fossas e Tanques Sépticos. Já a fração sólida retida na operação da Estação de Tratamento proposto será definida como lodo, uma vez que apresenta características mais similares a este e terá tratamento específico através de leito de secagem e utilização em processos com solo.

3.3 LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Segundo Branco (1978), o tratamento biológico presente no sistema de lagoas de estabilização busca reproduzir, em ambiente controlado e restrito, bem como em um curto espaço de tempo, os mesmos fenômenos que se verificam ao longo de um rio, com respeito à autodepuração.

As lagoas de estabilização procuram reproduzir os fenômenos observados na natureza, sem que para isso seja utilizado qualquer tipo de equipamento mecânico, apresentando, portanto, baixo custo de operação e manutenção, além de não exigir pessoal altamente qualificado para sua operação.

Segundo PESSOA e JORDÃO (1982), as lagoas de estabilização são descritas como um sistema de tratamento biológico, onde objetiva-se estabilizar a matéria orgânica através da oxidação bacteriológica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou pela redução fotossintética das algas.

O sucesso da aplicação de processos biológicos no tratamento de águas servidas depende, entre outros fatores, das características do efluente, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de material orgânico.

As lagoas de estabilização são classificadas conforme a atividade biológica que apresentam, sendo predominante identificadas em anaeróbias, facultativas e de maturação.

3.3.1 Lagoa Anaeróbia

As lagoas anaeróbias são dimensionadas para receber elevadas cargas orgânicas propiciando o desenvolvimento de um ambiente anaeróbio. São usadas com grandes vantagens como pré-tratamento para águas residuárias com grande concentração e alto teor de sólidos. Os sólidos sedimentam no fundo da lagoa, sendo digeridos anaerobicamente e o líquido sobrenadante parcialmente clarificado é encaminhado para o tratamento secundário (SILVA e MARA 1979).

Embora se consiga considerável redução de DBO, o efluente para atender a legislação estadual de lançamento em corpos de água necessita de tratamento complementar.

Conforme KELLNER e PIRES (1998), a profundidade deste tipo de lagoa varia de 3,0 a 5,0 metros e o tempo de detenção hidráulico nunca inferior a 4 dias, podendo ser considerada como tratamento primário.

3.3.2 Lagoa Facultativa

As lagoas facultativas são as mais comumente utilizadas, sendo responsáveis pelo tratamento secundário. O termo facultativa refere-se à dualidade ambiental característica deste tipo de lagoa: aeróbia na superfície e anaeróbia na maior parte da coluna líquida, devido principalmente à produção de oxigênio fotossintético, ao anoitecer, cessada a incidência de luz solar sobre a lagoa, a produção de oxigênio fotossintético é interrompida, tornando anaeróbia a maior parte da coluna líquida (KELLNER e PIRES, 1998).

De acordo com VON SPERLING (1996), as lagoas facultativas geralmente apresentam três zonas: anaeróbia, facultativa e aeróbia. A zona anaeróbia constituída pela matéria orgânica sedimentada, que é decomposta anaerobicamente, dá origem ao lodo digerido e libera CO_2 e CH_4 . Na parte aeróbia, localizada próxima a superfície da lagoa, bactérias decompõem a matéria orgânica em suspensão. Já a zona facultativa, que dá origem ao nome, localiza-se entre as duas regiões anteriores, estando presentes bactérias facultativas que realizam seu metabolismo na presença ou não de oxigênio.

Na lagoa facultativa, a maior parte do oxigênio necessário para manter a camada superior aeróbia provém da atividade fotossintética de algas, que crescem naturalmente em corpos hídricos com elevadas quantidades de nutrientes e com

energia da luz solar incidente, outra parcela é fornecida pela reaeração atmosférica através da superfície. Existe, portanto, uma associação de mútuo benefício (simbiose) entre as algas e as bactérias em uma lagoa.

Devido a fotossíntese ser uma atividade dependente de luz, ocorre a variação diária na concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) na lagoa e também flutuação similar no pH, o qual pode atingir valores próximos a 10, com intensificação da fotossíntese (SILVA e MATA, 1979).

Com relação à profundidade, as lagoas facultativas apresentam valores que variam de 1,5 m a 3 m e tempo de detenção hidráulica próximo de 20 dias (KELLNER e PIRES, 1998).

3.3.3 Lagoa de Maturação

As lagoas de maturação são utilizadas como tratamento complementar das lagoas facultativas (efluentes secundários). Trabalham com uma taxa de carregamento orgânico muito inferior ao das lagoas facultativas. Sua função principal é na remoção de fósforo e nitrogênio do efluente, garantindo significativas taxas de remoção de organismos patogênicos, decorrentes da elevada quantidade de oxigênio dissolvido, dos altos valores de pH e da grande zona fotótica (DANIEL, 1989 e CAMPOS, 1991).

A profundidade das lagoas de maturação é de 1,0 m a 1,5 m e com tempo de detenção hidráulica variando de 7 a 21 dias. Ao ser implantada em sistemas australianos de tratamento, a qualidade do efluente tratado é otimizada, principalmente no que tange a remoção de patógenos conveniente à menor profundidade (CAMPOS, 1991).

3.3.4 Características biológicas das lagoas estabilização

Por se tratar de um tratamento biológico, a eficiência do processo está associada às condições ambientais favoráveis e à disponibilidade de alimento para uma variedade de organismos existentes nas lagoas de estabilização. Portanto, é de se esperar que, dependendo das características do meio e do tipo de nutriente disponível, determinados tipos de organismos se desenvolvam em maior número do que os outros, levando nestes casos a uma concorrência pelo alimento disponível.

Entretanto, alguns alimentos, como por exemplo, as bactérias e as algas, não competem pelo mesmo substrato, mas suas atividades são complementares. No ambiente aeróbio as bactérias se utilizam do oxigênio disponível para metabolizar a matéria orgânica disponível, liberando gás carbônico e água. Enquanto as algas, por sua vez, utilizam o gás carbônico, água e amônia e outros compostos inorgânicos para a síntese celular, liberando oxigênio para o meio líquido, que novamente é utilizado pelas bactérias, desenvolvendo desta forma uma relação de simbiose entre bactérias e algas.

3.3.5 Bactérias

As bactérias são microrganismos unicelulares, apresentando-se isoladamente ou em agregados, formando colônias de aspecto típico como: filamentosas, em forma de cachos de uva, entre outros. Caracterizam-se pela presença de uma membrana mais ou menos rígida, ausência de núcleo típico, de plastos ou cromatóforos, como também vacúolos na maior parte dos casos (BRANCO, 1978).

As bactérias presentes nas lagoas de estabilização são os principais organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, apresentando-se das mais variadas formas, sendo classificados sob vários aspectos: necessidade de oxigênio ou não, fonte de carbono, temperatura ótima de crescimento, entre outros (PELCZAR et al., 1993; BRANCO, 1978).

Com relação à necessidade de oxigênio molecular, as bactérias classificam-se em três grupos: aeróbia, que necessitam de oxigênio para o desenvolvimento de suas atividades; anaeróbias, que não necessitam de oxigênio para a obtenção de energia de suas reações e as bactérias facultativas, que se desenvolvem na presença ou não de oxigênio (BRANCO, 1980).

Por conseguinte, em condições de disponibilidade de oxigênio a matéria orgânica é decomposta em condições aeróbias, originando como produtos finais CO_2 , água, nitratos e fosfatos, os quais são fundamentais ao desenvolvimento das algas.

Na ausência de oxigênio, a matéria orgânica é decomposta pelas bactérias anaeróbias, compondo gás sulfídrico, metano, dióxido de carbono e amônia. Segundo KELLNER e PIRES (1998), este grupo de bactérias geralmente é encontrado no fundo das lagoas facultativas e em lagoas anaeróbias.

3.3.6 Algas

As algas formam o grupo mais importante no ponto de vista hidrobiológico, caracterizando-se como organismos por grande simplicidade de estrutura, com exceção das algas azuis, diferem das bactérias devido a presença de núcleo celular, reprodução sexuada e cromotografos contendo pigmentos fotossintetizantes.

Conforme, GLOYNA (1971), o oxigênio produzido pelas algas por meio da fotossíntese é suficiente para suprir o seu próprio consumo, bem como o de outros organismos aeróbios.

Segundo BRANCO (1989), outro papel importante desses organismos é a remoção de nutrientes, em especial nitrogênio e fósforo, utilizados no seu desenvolvimento.

De acordo com UEHARA (1989), há dois grupos que mais se destacam: as algas verdes e as algas azuis, por apresentarem características especiais. As algas verdes conferem uma coloração esverdeada, indicando uma boa condição de funcionamento, estando sempre associadas a altos valores de pH e as algas azuis são geralmente predominantes onde o pH atinge valores próximos ao neutro, ou tendendo ao alcalino, em águas que apresentam temperaturas elevadas, acima de 30°C, e onde ocorre deficiência ou desequilíbrio de nutrientes.

As algas azuis discernem da demais algas através da sua coloração, que varia de verde a azulado, ausência de reserva de amido, não possuem núcleo típico, estando a substância nuclear difundida na massa protoplasmática (BRANCO, 1980). Já as algas verdes apresentam uma tonalidade que pode variar do verde claro amarelado ao verde escuro, possui reação positiva ao iodo e núcleo presente em todas as células.

A floração provocada por algumas algas azuis que, quando envelhecem, formam pseudovacúolos gasosos no interior de suas células, diminuindo sua densidade, podendo contribuir na origem de formação de massas ou ilhas flutuantes, cobrindo toda a extensão superficial da lagoa, dificultando a penetração de luz e interferindo no processo de fotossíntese realizado pelas algas verdes. Sua decomposição nas enseadas das lagoas causa um forte odor, além de originar o consumo excessivo de oxigênio dissolvido. Mesmo quando não entram em decomposição, as algas, quando em número elevado, demandam na respiração

elevadas quantidades de oxigênio e, durante a noite, cessando a produção de oxigênio pela fotossíntese, diminuem consideravelmente os níveis de oxigênio. Ainda, nas lagoas em que ocorrem a floração de algas notou-se distúrbios relacionados com a elevação do pH. Valores menores são observados no início do dia e, à medida que o processo fotossintético se desenvolve, consumida parte do CO₂, ocorre a dissociação dos íons bicarbonatos em CO₂ e hidroxila (OH⁻), aumentando o pH. (BRANCO, 1980).

3.4 SISTEMA DE FERTIRRIGAÇÃO

O aproveitamento, em larga escala, de águas residuárias como fonte hídrica e de fertilizantes para plantas surgiu em meados do século XIX, notadamente na Europa e nos Estados Unidos (WOLMAN, 1977). A técnica tornou-se, então, alternativa aos métodos tradicionais de tratamento e disposição final de águas residuárias (MATOS, 2010; MONTE; ALBUQUERQUE, 2010).

Os benefícios de sistemas de fertirrigação de culturas agrícolas com a utilização de efluente doméstico tem-se evidenciado em estudos no Brasil e exterior. Sua comprovação é evidente na majoração da produtividade em culturas, indicando uma relação direta com o fornecimento de nutrientes existentes no esgoto doméstico (AZEVEDO; SAAD, 2005; BLUM, 2011; DEON et al., 2010; DUARTE et al., 2008; DUARTE et al., 2006; FIRME, 2007; FREITAS et al., 2013; SANTOS et al., 2012; SILVA et al., 2011; SOUSA NETO et al., 2012; SOUZA et al., 2015; THAPLIYAL et al., 2011; VAZQUEZ-MONTIEL et al., 1996), bem como aumento da atividade microbiana no solo (PAULA et al., 2010; SIMÕES et al., 2013).

A fertirrigação é caracterizada pela aplicação de fertilizantes via água de irrigação, por si é o mais eficiente meio de fertilização, combinando dois principais fatores para o crescimento e desenvolvimento das plantas: nutrição e água.

A aplicação de águas residuárias como fertirrigação deve ser feita no período de desenvolvimento da cultura, pois nessa fase os nutrientes são exigidos em maior quantidade pela cultura, o que geralmente coincide com o período de maior crescimento vegetativo ou com o estágio de desenvolvimento associado à produção agrícola de interesse. No caso de culturas permanentes, a aplicação da água residuária pode ser subdividida em subdoses a serem distribuídas durante todo o ano. Essa subdivisão na aplicação do efluente irá favorecer a absorção dos

nutrientes pelas plantas e minimizará as possibilidades de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Conceitualmente, o sistema de fertirrigação está baseado na premissa de aplicação de nutrientes em quantidades pouco superiores ou equivalentes às necessidades da cultura ou de poluentes nas quantidades máximas admissíveis, por isso é fundamental que, na definição da dose, seja considerado o nutriente ou o poluente cuja quantidade seja satisfeita pela menor dose de água residual a ser aplicada.

3.4.1 Tipos de Sistemas de Fertirrigação

Aplicação dos nutrientes líquidos pode ser feita de várias formas, via superfície (sulcos, faixas, inundações) por aspersão e gotejamento. A escolha do método de aplicação deverá levar em consideração riscos sanitários, além de economia, eficiência, manutenção e operação do sistema.

3.4.1.1 Aspersão

A aspersão é a forma de aplicação de águas residuárias de maior risco potencial de geração de maus odores e dispersão de patógenos no ar e nas culturas agrícolas, sendo de aplicação recomendável apenas em culturas perenes e capineiras devido às considerações de saúde. O emprego de aspersores se torna não recomendado em determinados locais por causa da emissão de aerossóis que podem conceder, em relativamente longas distâncias, contaminação ambiental.

A escolha do aspersor deve estar fundamentada principalmente na precipitação por eles fornecidos, a disposição no campo mais comum é a retangular, entretanto pode ser quadrado ou triangular. O espaçamento entre os aspersores são múltiplo de 6, equivalente ao do comprimento comercial das tubulações definido pelas condições do vento velocidade e direção no local.

Sistemas com aspersores fixos: esses sistemas são constituídos pela disposição fixa de aspersores nas linhas de tubulações, formando uma rede de distribuição permanente no local, o espaçamento entre as linhas, o número de aspersores e a distância entre eles são determinados pela capacidade dos aspersores, pressão de serviço e condições do vento. As linhas de tubulações onde

são acoplados estão ligados a tubulações mestras ou principais que tem a finalidade de alimentá-la com a água residuária a ser aplicada.

Sistemas com aspersores móveis: sistemas móveis de aplicação são aqueles que se deslocam por toda a área para efetuar a aplicação da água residuária. Entre os sistemas móveis destaca-se o de linhas de aspersores, deslocados na linha principal de forma a promover a aplicação em toda área variantes do sistema de aspersão em linha, são sistemas autopropelidos, existem outros sistemas móveis de aplicação por aspersão, como o pivô central, que têm sido frequentemente utilizado na aplicação de águas residuárias diluídas ou efluentes do sistema de tratamento primário e secundário.

3.4.1.2 Gotejamento

Sistema de aplicação por gotejamento é constituído além de tubos e asmissões pelo cabeçal de controle onde ocorre a filtragem, a medição, o controle de pressão e a aplicação de fertilizantes junto com a água residuária. A água residual apresenta, no entanto, alguns problemas de qualidade que limitam a utilização de sistemas de aplicação localizada, especialmente no que se refere aos riscos de obstrução dos emissores. A sua filtragem antes da aplicação os filtros comumente utilizados no tratamento de água não residuárias são os de areia, malha e disco. Os primeiros são utilizados como objetivo de remover algas, impurezas orgânicas e vegetais e reter partículas minerais, enquanto de tela e disco são recomendados para a redução apenas de impurezas minerais a camada filtrante é, no entanto, um ambiente extremamente favorável à atividade microbiológica, particularmente quando nutrientes e matéria orgânica estão disponíveis, podendo haver com colmatação do meio poroso e formação de caminhos preferenciais para água, baixando a eficiência da filtragem.

3.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Alguns países já contam com algumas legislações como Estados Unidos, Austrália, Japão, Israel e alguns países europeus (JIMÉNEZ; ASANO, 2008), todavia o Brasil não conta com legislação específica para uso de águas residuárias na agricultura, que decorre por se tratar de uma metodologia que ressurgiu atualmente

no cenário e que está sendo desenvolvida em diferentes locais, de diferentes maneiras, não podendo os exemplos práticos serem extrapolados para todos os casos, tornando essa discussão ainda emergente.

4 JUSTIFICATIVA

Considerando a realidade dos empreendimentos do estado e a demanda de viabilizar uma disposição de efluentes de forma controlada, bem como o desenvolvimento técnico e científico de aplicação de águas residuais sem ocasionar impactos ambientais, propõe-se viabilizar uma alternativa de disposição de águas servidas em culturas agrícolas.

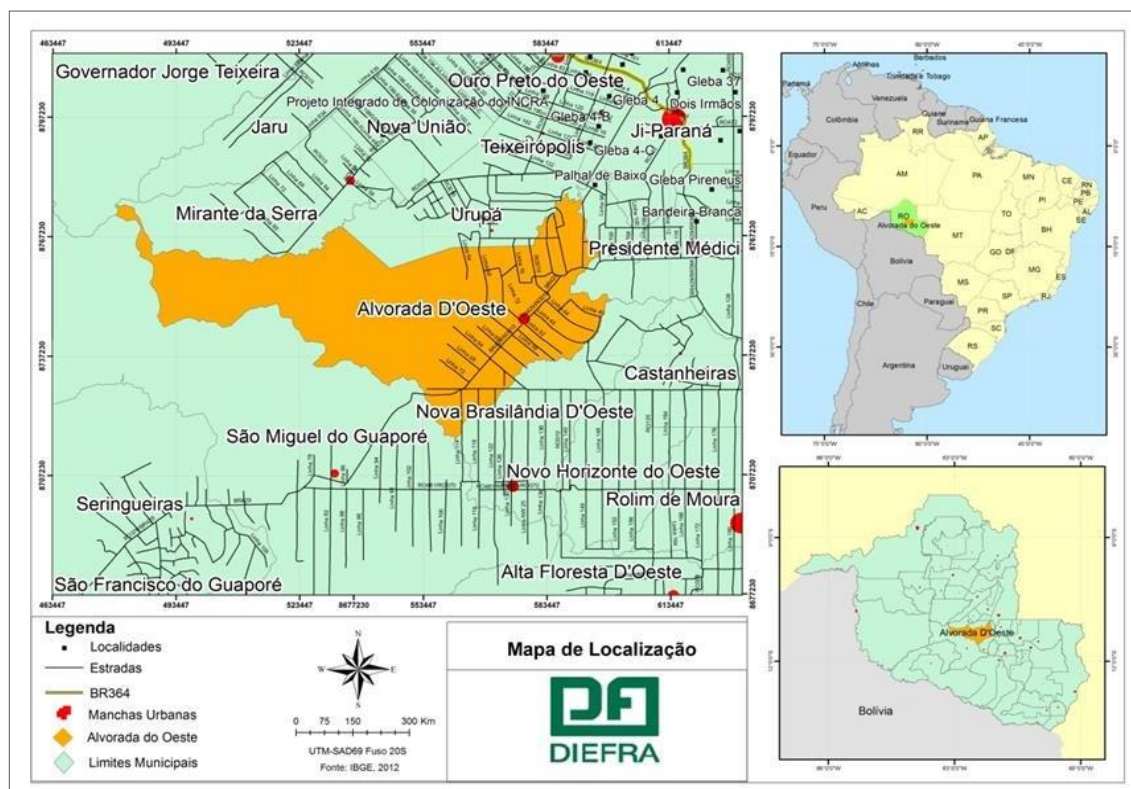
5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município de Alvorada do Oeste localiza-se no Leste de Rondônia, mais precisamente às coordenadas 11°20'29"S, e 62°17'11" O e altitude média de 224 metros acima do nível do mar, distante 438 km da capital Porto Velho, faz limites com os Municípios de São Miguel do Guaporé, Urupá, Presidente Médici, Mirante da Serra e Nova Brasilândia do Oeste (FIGURA 1), e ocupa uma área territorial de 3.029,190km².

A distância entre a sede municipal e os municípios da região é de: 62,4 km para São Miguel do Guaporé; 55,4 km para Urupá; 92,1 km para Presidente Médici; 113,8 km para Mirante da Serra e; 43,7 km para Nova Brasilândia do Oeste.

Figura 01: Mapa de localização e acesso ao Município de Alvorada do Oeste Fonte: DIEFRA.

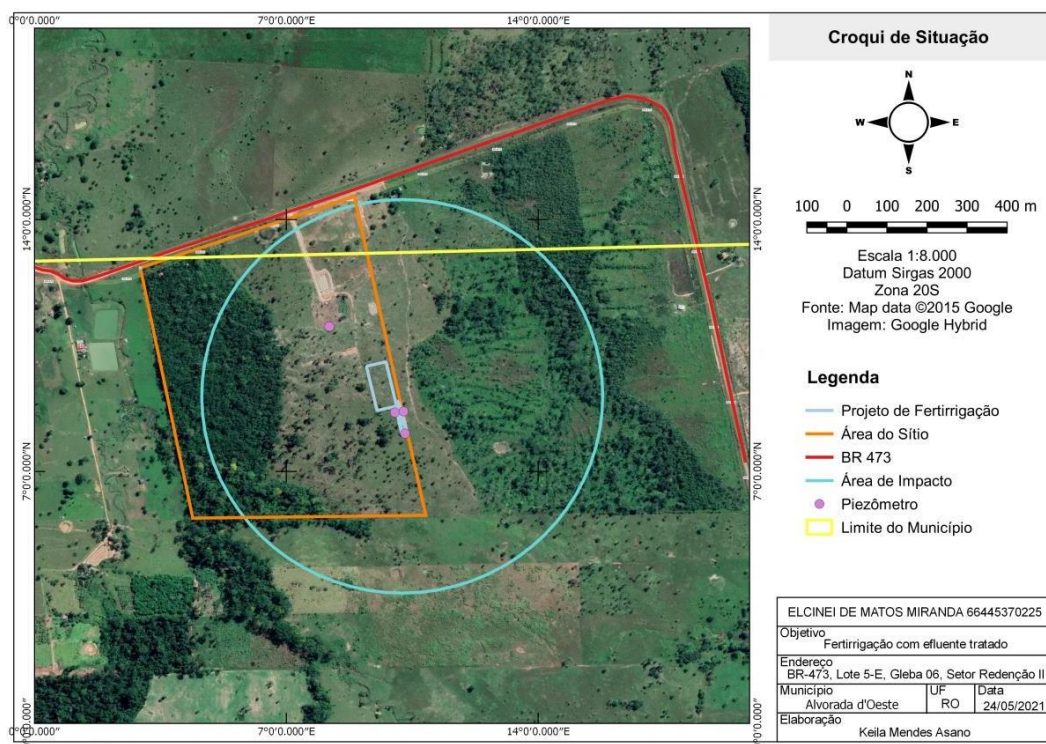


O Sistema de Fertirrigação em tela será instalado no Lote Rural da RO-473, Lote 5-E, Gleba 06, Setor Redenção II, no Município de Alvorada d'Oeste. O sistema abrangerá uma área de 0,575 há, delimitado pelas coordenadas:

- Ponto 1. Latitude 11°10'36.43"S; Longitude 62°21'36.25"O;
- Ponto 2. Latitude 11°10'36.06"S; Longitude 62°21'34.64"O;
- Ponto 3. Latitude 11°10'40.08"S; Longitude 62°21'35.38"O;
- Ponto 4. Latitude 11°10'39.68"S; Longitude 62°21'33.76"O;
- Ponto 5. Latitude 11°10'41.92"S; Longitude 62°21'33.36"O;
- Ponto 6. Latitude 11°10'41.81"S; Longitude 62°21'32.91"O.

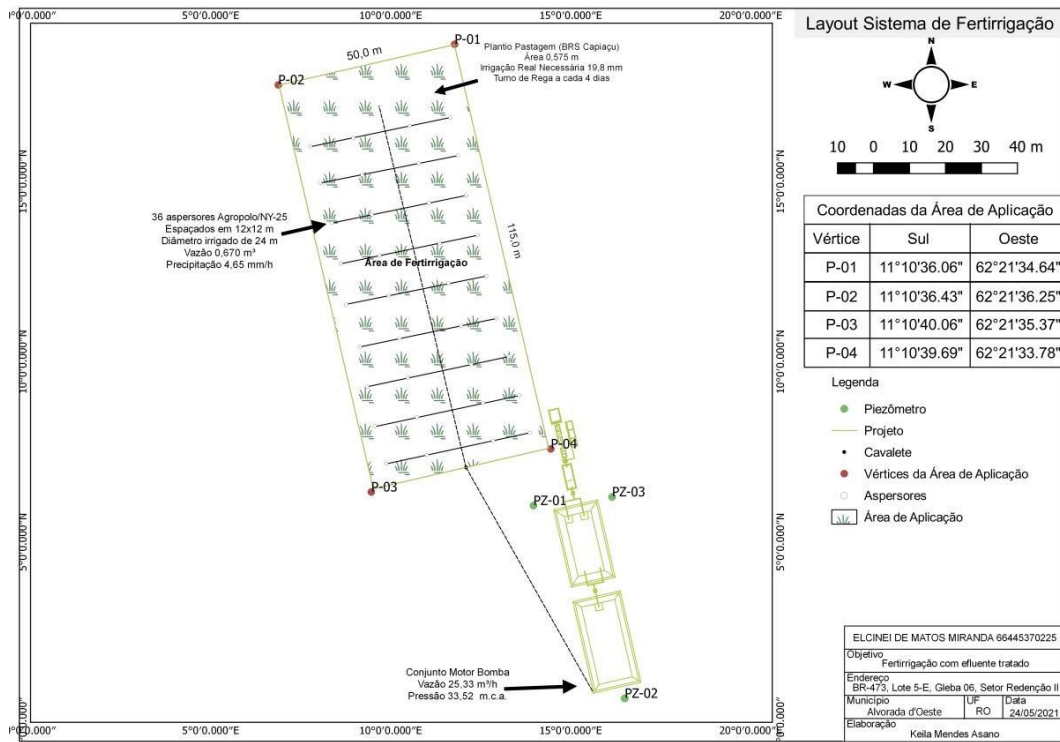
O acesso ao local onde será instalado o Sistema de Fertirrigação do empreendimento se dá por via terrestre, por meio da RO-473 sentido Alvorada do Oeste a aproximadamente 5,3 km do município de Urupá-RO. O croqui do local de instalação do Projeto está representado na Figura 02, abaixo.

Figura 02: Croqui do Local de Instalação do Projeto de Fertirrigação. Fonte: A autora.



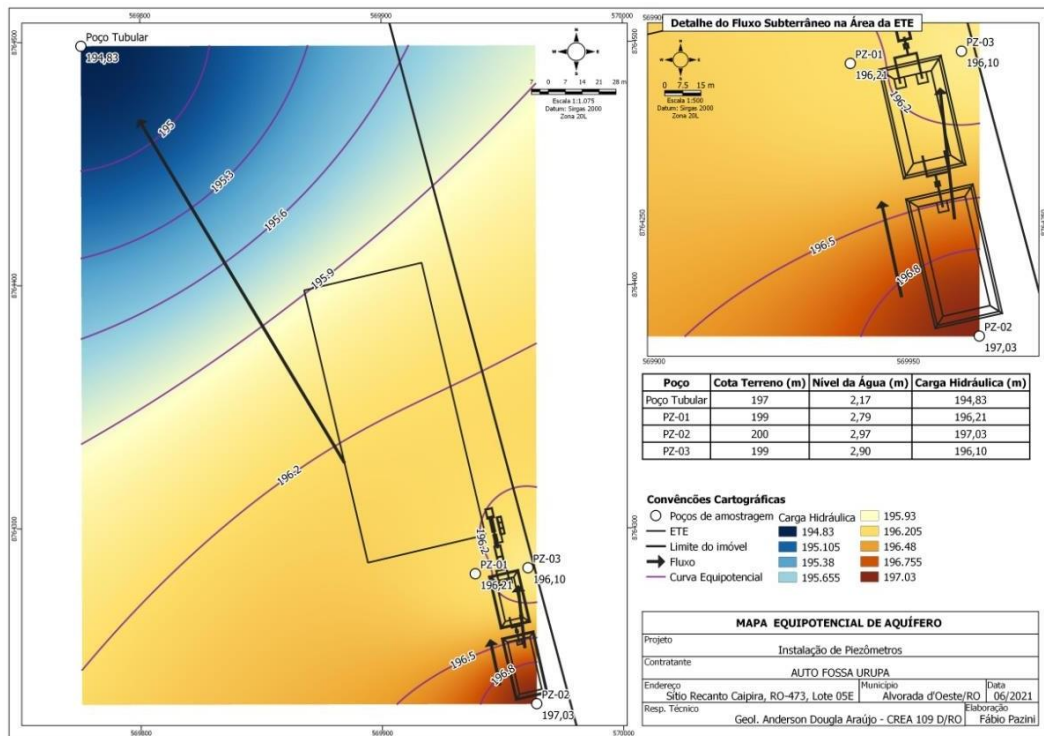
O Sistema de Fertirrigação receberá o efluente da lagoa de maturação do sistema de tratamento de efluentes do empreendimento. A vazão diária apresentada pela lagoa é de 4,5 m³/h. A área entorno do local de instalação do sistema de fertirrigação é caracterizada pela unidade da Auto Fossa, áreas de pastagem, a via de acesso BR-473 e área consolidada de pastagem.

Figura 03: Mapa Planialtimétrico da Área do Sistema de Fertirrigação. Fonte: A autora.



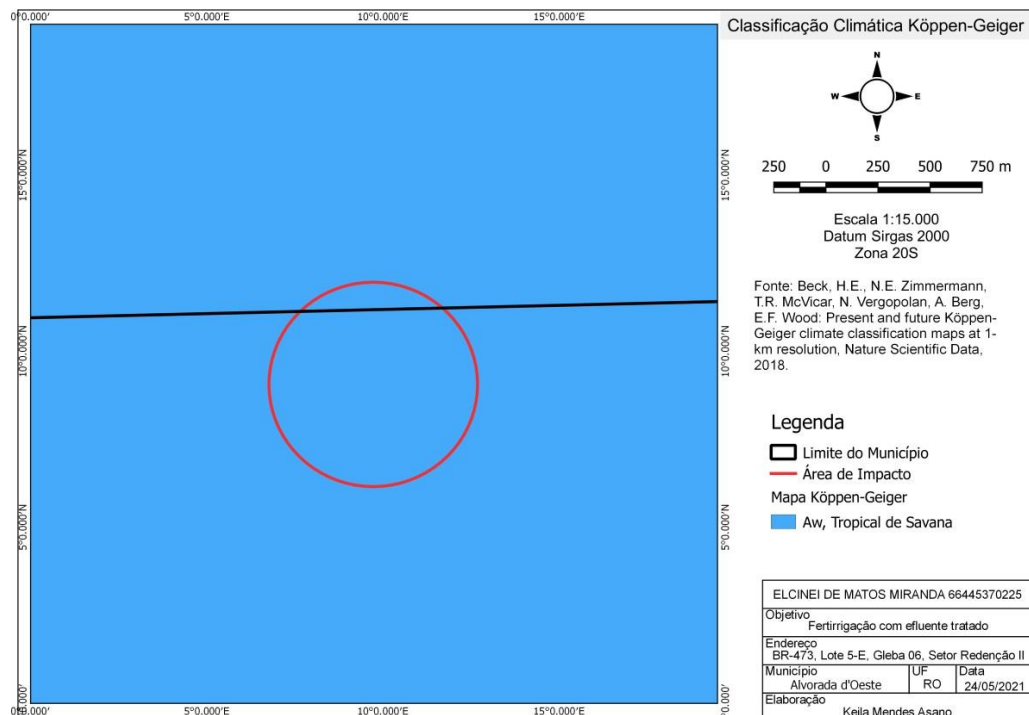
A 500 metros da área encontram-se os poços de inspeção PZ-01 com cota do terreno de 199 m, nível de água a 2,79 m e carga hidráulica de 196,21 m; PZ-02 com cota do terreno de 200 m, nível de água a 2,97 m e carga hidráulica de 197 m; 03 PZ-03 com cota do terreno de 199 m, nível de água a 2,90 m e carga hidráulica de 196,10 m e um poço tubular na cota de terreno 197 m, nível de água a 2,17 m e carga hidráulica de 194,83 m, todavia a área de impacto do projeto não atinge áreas de conservação.

Figura 04: Mapa Equipotencial. Fonte: A autora.



5.1.1 Clima

Figura 05: Mapa de Classificação Köppen-Geiger na Área do Empreendimento.
Fonte: A autora.



O Clima tropical úmido de savana (zonas de transição entre bosques e prados cuja vegetação predominante são as gramíneas). A época mais seca coincide com o inverno, tendo como precipitação máxima observada para o mês mais seco nesta estação, valores menores que 60 mm. A vegetação observada nessas áreas é arbustiva e rasteira.

A partir das médias dos valores obtidos nos pixels para precipitação e temperatura médias mensais na área correspondente á classe climática Aw, foi possível observar o comportamento desses elementos ao longo de um ano.

Tabela 01: Comportamento climático para o Clima Tropical Úmido de Savana

Estação	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
Meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Prec. (mm)	191,0	150,0	137,0	73,0	34,5	33,5	36,0	27,5	38,5	104,5	180,5	227,0
T (°C)	24,6	24,7	24,0	22,7	21,1	20,4	20,6	22,0	23,2	23,9	23,9	23,7

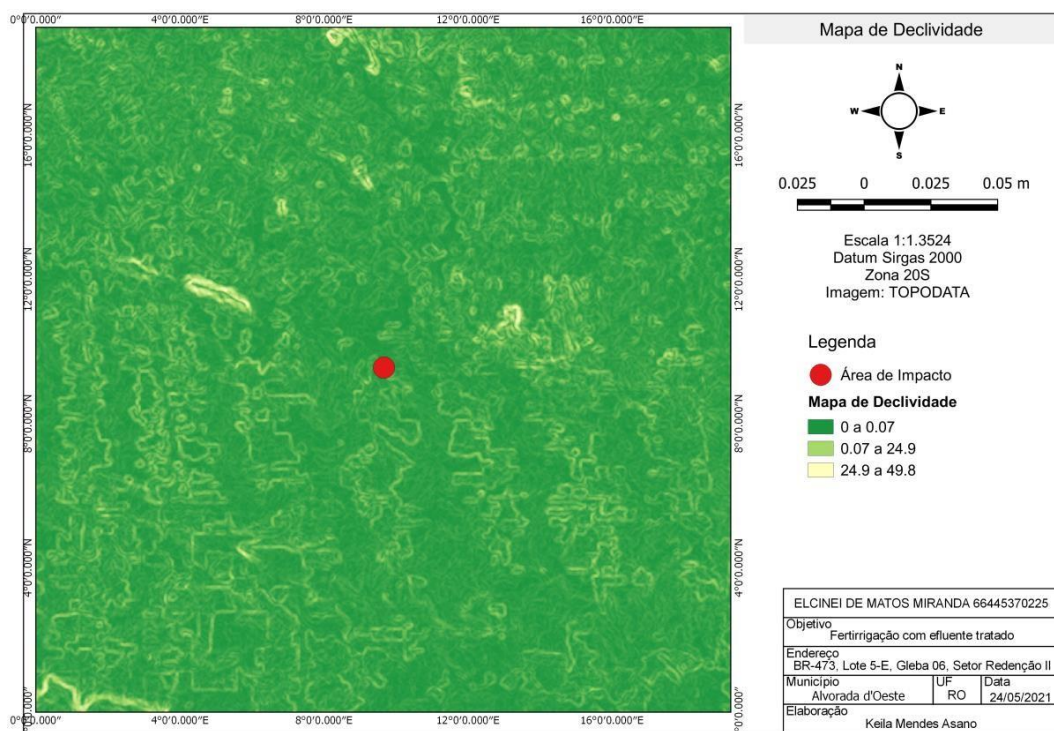
A menor temperatura média foi observada no mês de junho, com 20,4°C e a máxima no mês de fevereiro, com 24,7°C. A média de temperatura invernal é de 22°C e de verão 24,4°C.

A partir do mês de maio, estendendo-se até setembro, inicia-se o período seco com a decorrência de precipitação menor que 40 mm/mês. Os menores valores de precipitação por estação foram observados nos meses de julho, agosto e setembro, período de inverno, com um total de 102 mm, média de 34 mm/mês, correspondendo 8,3% do total de precipitação anual.

Observa-se que os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro concentram as maiores precipitações, sendo responsáveis por, aproximadamente, 60% do total das precipitações ocorridas no ano.

5.1.2 Declividade

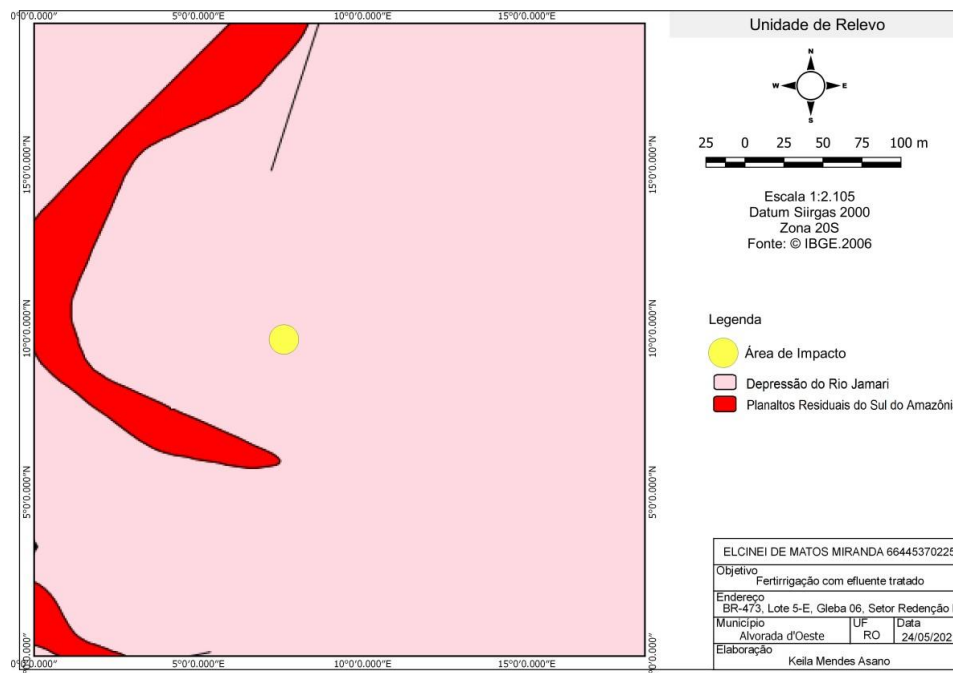
Figura 06: Mapa de Declividade do Empreendimento Auto Fossa Urupá. Fonte: A autora.



A declividade foi calculada através do Software QGis, utilizando imagem de satélite do Mapa Índice TOPODATA, para a avaliação da declividade média a imagem fora trabalhada e assim, encontrada declividade média de 22°.

5.1.3 Relevo

Figura 07: Mapa de Unidade de Relevo do Empreendimento Auto Fossa Urupá.
Fonte: A autora.



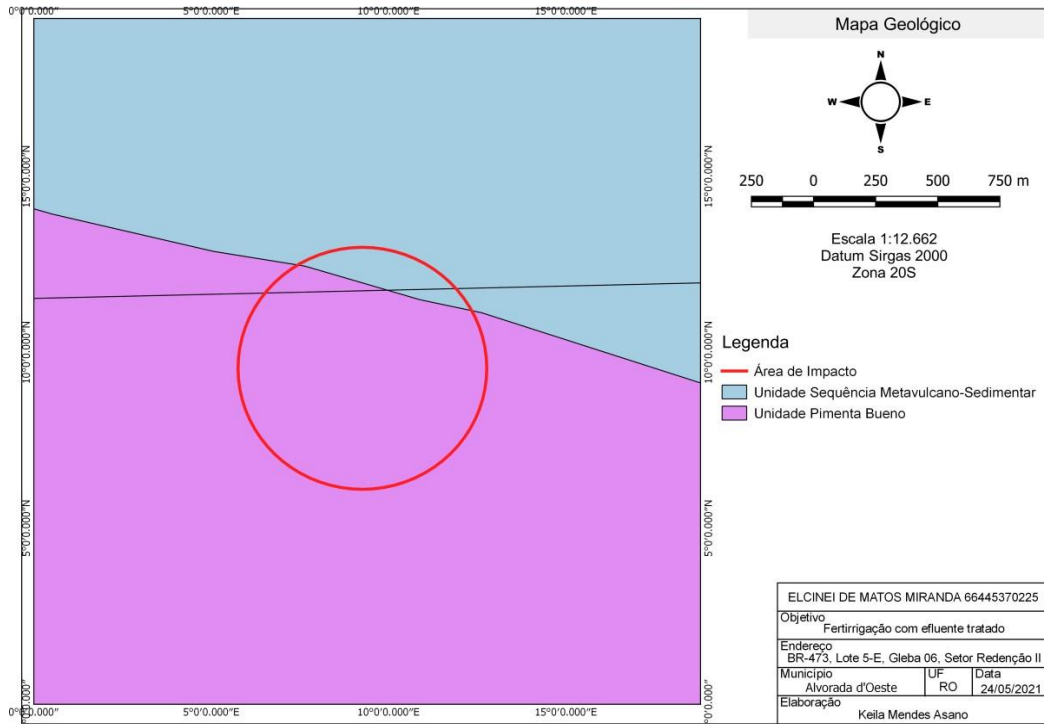
A área do empreendimento encontra-se no Compartimento de Relevo: Depressão, Unidade Depressão do Rio Jamari; Domínio Morfoclimático Amazônico: Terras Baixas Florestadas Equatoriais com Domínio Morfoestrutural: Crátos Neoproterozóicos.

O domínio amazônico é composto por formas de relevo predominantemente marcados por depressões, sendo que sua classificação não é fundamentada pela relação nível do mar, mas sim, em comparação ao relevo circundante da área, havendo baixos planaltos e planícies fluviais da Bacia Amazônica. Nas áreas mais ao sul de sua área e também mais ao norte encontram-se dois conjuntos de planaltos, o das Guianas e o Central, respectivamente.

Por conseguinte, o termo “terras baixas” é utilizado para classificar esse domínio morfoclimático, referenciando, justamente, às baixas altitudes e à predominância das depressões, onde a deposição de sedimentos supera o desgaste de suas formas. Em áreas planálticas, predomina a estrutura geológica dos escudos cristalinos, que caracterizam-se pela presença de uma elevada riqueza mineral, com exceção dos baixos planaltos, que se formam a partir de bacias sedimentares.

5.1.4 Geologia

Figura 08: Mapa Geológico do Empreendimento Auto Fossa Urupá. Fonte: A autora.



Informações gerais:

Nome: Pimenta Bueno

Letra Símbolo: SDpb

Tipo de Unidade: Formação ou unidade de rocha ígnea ou metamórfica

Descrição

Arcóseos e arenitos feldspáticos marrons a avermelhados, granulação fina à média, folhelhos marrom chocolate a avermelhados, físseis, conglomerados, paraconglomerados e calcário róseo. A Formação Pimenta Bueno compreende a sequência sedimentar que preencheu duas estruturas tafrogênicas: o Graben de Pimenta Bueno e o Graben da Serra João Antunes. O Graben de Pimenta Bueno forma uma faixa entre 10 e 20 km de largura e direção aproximada leste-oeste. Nesta área a Formação Pimenta Bueno está posicionada estratigraficamente acima da Formação Prosperança, sendo recoberta discordantemente pela Formação Salto das Nuvens. Litologicamente é composta por arcóseos, arenitos feldspáticos, folhelhos, conglomerados e calcários dolomíticos. Os arcóseos e arenitos feldspáticos, são marrom a avermelhados, granulação fina a média, constituídos

principalmente por quartzo e feldspatos. Mostrando estratificação plano-paralela e algumas vezes cruzada de pequena amplitude, bem como marcas de ondas (Leal et al., 1978). Os folhelhos de cor marrom-chocolate e avermelhada com porções cinza-esverdeados, normalmente de aspecto rítmico e subordinadamente apresentam intercalações de arenitos.

Estratigraficamente estes folhelhos estariam posicionados sob os arenitos e sobre os paraconglomerados, Calcários foram descritos por Pinto Filho et al. (1977) nas cabeceiras do igarapé Félix Fleury, afluente do rio Comemoração. Estes calcários estariam posicionados (Soeiro et al. 1981) acima dos paraconglomerados e abaixo dos folhelhos. As frações rudáceas ocorrem tanto na borda sul quanto na borda norte (região do igarapé Félix Fleury), foram classificadas como tilitos por Pinto Filho et al. (1977) e conglomerados (paraconglomerados) por Leal et al. (1978). Ocorrem juntos às falhas delimitadoras da estrutura. Cruz (1980) registrou em folhelhos restos carbonosos, a presença de algas do gênero SYNSPHAERIDIUM Sp, com idade relativa ao Siluro-Devoniano, sendo este o posicionamento estratigráfico mais aceito para esta unidade. O ambiente de sedimentação mais provável para esta formação é o marinho de águas rasas com importante contribuição fluvial (Bezerra et al. 1985). Arcóseos e arenitos feldspáticos marrons a avermelhados, granulação fina à média, folhelhos marrom chocolate a avermelhados, físeis, conglomerados, paraconglomerados e calcário róseo.

Tempo Geológico Inicial: Fanerozoico Paleozoica Siluriano

Tempo Geológico Final: Fanerozoico Paleozoica Devoniano Inferior

Unidade Geotectônica: cplataforma paleozoico

Característica Genética: Sedimentar clástica

Litologias predominantes: arcósio; arenito; calcário; conglomerado; folhelho

Província Estrutural Predominante: Parecis

Subprovíncia Estrutural Predominante: Pimenta Bueno-Casa Branca

Nome: Sequência Metavulcano-sedimentar Nova Brasilândia

Letra Símbolo: MP3nb

Tipo de Unidade: Informal

Descrição

Sequência litológica formada por rochas psamo-pelíticas e químico-exalativas, metabasaltos de fundo oceânico e piroclásticas, depositadas em ambiente subaquoso, transformadas em condições metamórficas de grau anfibolito a xisto-verde. Scandola; Rizzoto; Silva (1992), descreveram esta unidade como sendo constituída por três conjuntos de rochas: o primeiro representado por rochas calcossilicáticas sulfetadas, de caráter químico-exalativo; um segundo, de caráter vulcanogênico, gerando anfibolitos, metabasaltos e biotita gnaisses tonalíticos e um terceiro constituído por rochas psamo-pelíticas, tais como quartzitos, quartzo-mica-xistos; silimanita-quartzo-mica-xistos. Anteriormente, Pinto Filho (1976, apud Leal et al., 1978) fez referências à ocorrência de rochas vulcanoclásticas com baixo grau de metamorfismo, em discordância angular com o Embasamento Cristalino, no sudeste de Rondônia. Chamou-as informalmente de Sequência Metavulcano-Sedimentar descrevendo-as da base para o topo como metarcóseo, lentes de metaconglomerados petromíticos, metassedimentos e metatufitos ácidos. O topo desta sequência é representado por quartzitos, itabiritos e hematita xistos. Estas rochas foram posicionadas preliminarmente no Pré-Cambriano Superior. Sequência litológica formada por rochas psamo-pelíticas e químico-exalativas, metabasaltos de fundo oceânico e piroclásticas, depositadas em ambiente subaquoso, transformadas em condições metamórficas de grau anfibolito a xisto-verde.

Tempo Geológico Inicial: Proterozoico Mesoproterozoica Esteniano

Tempo Geológico Final: Proterozoico Mesoproterozoica Esteniano

Unidade Geotectônica: cplataforma mproterozóico esteniano

Característica Genética: Metavulcanossedimentar

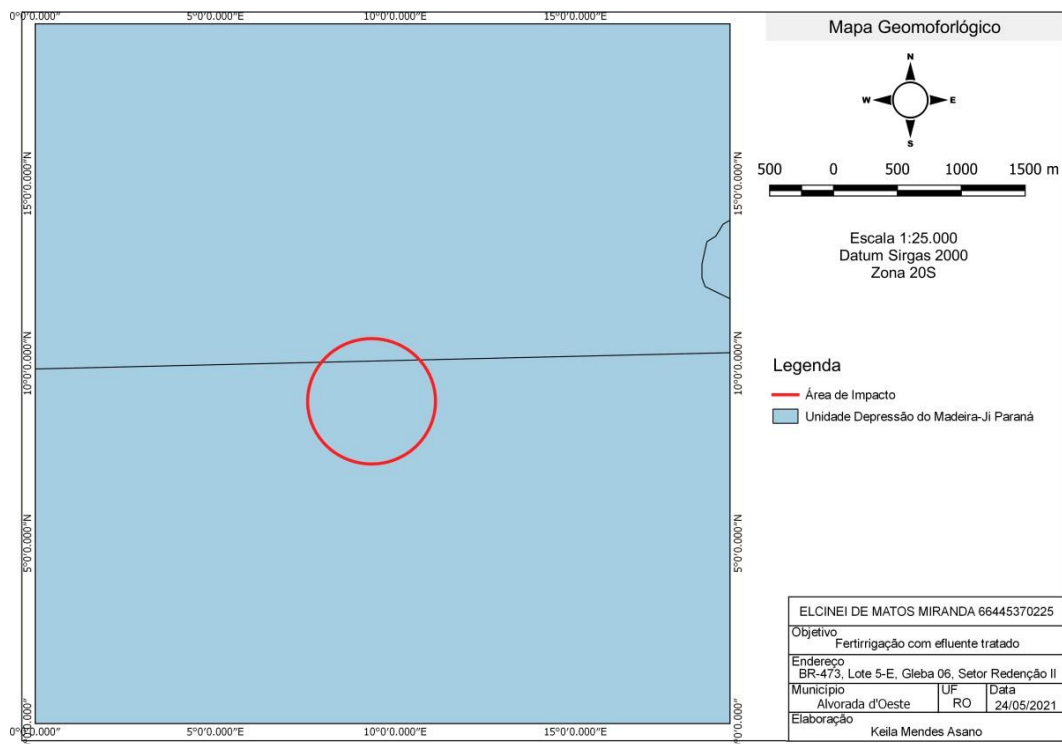
Litologias predominantes: anfibolito; gnaisse; metavulcânica básica; micaxisto; quartzito

Província Estrutural Predominante: Amazônia

Subprovíncia Estrutural Predominante: Jaci-Paraná

5.1.5 Geomorfologia

Figura 09: Mapa Geomorfológico do Empreendimento Auto Fossa Urupá. Fonte: A autora.



Informações gerais:

Nome: Depressão do Madeira - Ji-Paraná

Região Geomorfológica: Depressões da Amazônia Meridional

Morfogênese: química

Altimetria Mínima: 100

Padrão de Drenagem: Não possui

Altimetria Máxima: 250

Caracterização Geral

A unidade alterna grandes áreas suavemente dissecadas ou planas, com outras medianamente dissecadas, sendo ainda interrompida por inúmeros relevos residuais dispersos na superfície rebaixada.

Caracterização Geral das Formações Superficiais

A alteração de diferentes rochas do embasamento gerou a diversidade pedológica observada, onde predominam solos Podzólicos, Cambissolos e solos Litólicos.

Processos Formadores

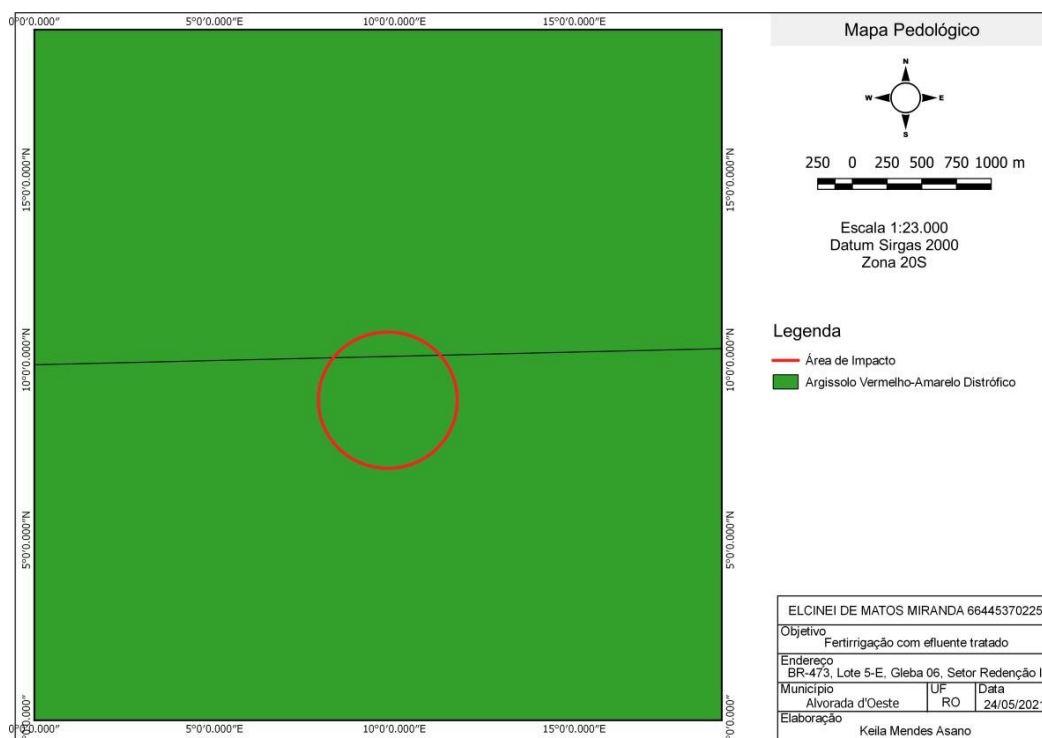
O Pediplano Pleistocênico truncou litologias do embasamento cristalino, nivelando-o, e o clima atual, caracterizado por maior umidade, promoveu a dissecação.

Contatos com outras Unidades

Contato gradual com as depressões vizinhas e abrupto com os planaltos residuais e estruturais que permeiam a superfície rebaixada.

5.1.6 Pedologia

Figura 10: Mapa Pedológico do Empreendimento Auto Fossa Urupá. Fonte: A autora.



Informações Gerais:

Identificação: SC20 - PVAd40

Letra Símbolo: PVAd

Legenda Completa: PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico

Ordem (1º nível): ARGISSOLO

Subordem (2º nível): VERMELHO-AMARELO

Grande Grupo (3º nível): Distrófico

Subgrupo (4º nível): petroplíntico

Horizonte/Camada: A moderado

Textura: arenosa cascalhenta/média cascalhenta

Relevo Local: plano

Erosão: Não possui

Classe de Pedregosidade: Não possui

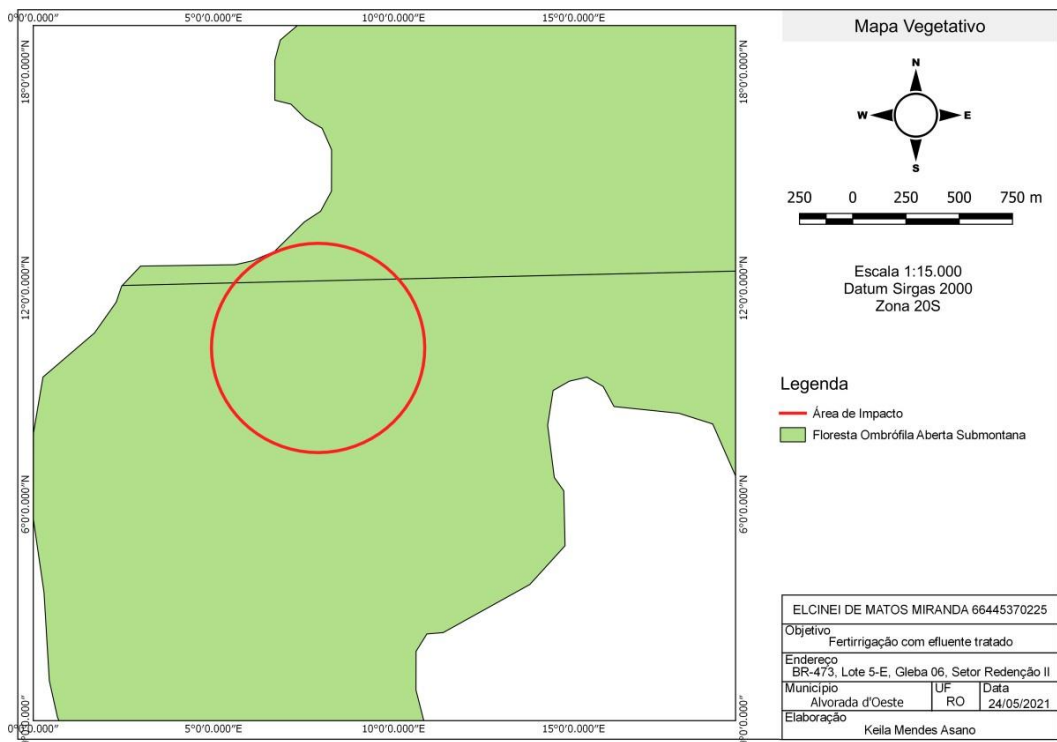
Classe de Rochosidade: Não possui

Componentes: D ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico
petroplíntico arenosa cascalhenta/média cascalhenta A moderado plano + S
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico arenosa A moderado plano + S
CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico argilosa A moderado plano

Inclusões: I LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Ácrico petroplíntico
arenosa/muito argilosa cascalhenta A moderado plano

5.1.7 Vegetação

Figura 11: Mapa Vegetativo do Empreendimento Auto Fossa Urupá. Fonte: A autora.



Informações Gerais:

Legenda: SOc/Asp+Sd

Primeira Cobertura Vegetal ou outras áreas: Asp

Vegetação/Área Natural ou Área Antrópica (predominante): Vegetação Natural Dominante em Tensão Ecológica

Região Fitoecológica ou outras áreas: Contato (Ecótono e Enclave)

Vegetação/Área Natural (quando predominante): Asp "-" Floresta Ombrófila Aberta Submontana com palmeiras

Área Antrópica (quando predominante): Não possui

Contato (Ecótono ou Enclave): SO "-" Contato Savana/Floresta Ombrófila

Vegetação pretérita: Não possui

Segunda Cobertura Vegetal ou outras áreas: Sd "-" Savana Florestada

Terceira Cobertura Vegetal ou outras áreas: Não possui

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DA ÁREA DE APLICAÇÃO

A análise do solo fora realizada pelo empreendimento AgroLab Análises Ambientais aos 25 (vinte e cinco) dias do mês de janeiro deste ano. Como solicitado, realizou-se a análise dos seguintes parâmetros: pH, matéria orgânica, P, Ca, K, Mg, Na, acidez potencial (H+Al), soma de bases (S), capacidade de troca catiônica (CTC) e porcentagem de saturação em bases (V%) nos solos.

Tabela 02: Análise do solo da área de aplicação.

Amostra	pH		P (melh)	K	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	C.O.
	H ₂ O	CaCl ₂	mg.dm ⁻³			cmolc.dm ⁻³					dag.kg ⁻¹	
AMT 01 (0-20cm)	5,0	4,1	1,8	41	0,02	0,105	0,90	0,20	0,69	3,90	1,1	0,6

Amostra	SB	t	T	V	m	Ca/ Mg	Ca/ K	Mg/ K	Ca+Mg /K	Ca/ T	Mg /T	K/T	H+Al /T	Ca+M g/T
	cmolc.dm ⁻³			%		Relações entre bases (T) %				Relações entre bases e T (%)				
AMT 01 (0-20cm)	1,2 3	1,9 2	5,1 3	2 4	3 6	5	9	2	10	18	4	2	76	22

Amostra	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia T.	Classificação Textural
	mg.dm ⁻³					g.kg ⁻¹			
AMT 01 (0-20cm)	ns	ns	ns	ns	ns	172	138	690	Média

6.2 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE

O Sistema de Tratamento de Efluentes adotado pelo empreendimento não encontra-se em operação, por conseguinte, não fora realizado análise qualitativa e

quantitativa do efluente tratado. Todavia, em comparação com laudos de efluentes tratados de limpa fossa, espera-se que o efluente tratado do empreendimento apresente as seguintes características.

Tabela 03: Resultados Analíticos de efluentes tratados de limpa fossa.

RESULTADOS ANALÍTICOS			
Parâmetros	Unidade	Efluente Tratado	Referência 430/2011
pH	--	7,7	5,0 a 9,0
Cloretos	mg/L	56,8	--
Óleos e Graxas	mg/L	<10,0	Máx. 100,00
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO	mg/L	50,0	Remoção de 60%
Demanda Química de Oxigênio – DQO	mg/L	70,0	--
Sólidos Dissolvidos Totais – SDT	mg/L	320,0	500
Sulfato	mg/L	20,0	--
Sulfeto	mg/L	< 0,07	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	7,0	20,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L	9,0	--
Coliformes Totais	UFC/100 ml	$2,0 \times 10^2$	--
Escherichia Coli	UFC/100 ml	$9,0 \times 10^1$	4.000

6.3 TESTE DE INFILTRAÇÃO

Subsequentemente encontram-se os resultados obtidos no Teste de Infiltração, realizado pelo método de infiltrômetro de duplo anel, no empreendimento em tela.

Tabela 04: Valores de altura da amostra (Zw), carga hidráulica (h), área da secção transversal (A), tempo de cada leitura (t) e fluxo (Q).

Ponto	Altura - Zw (cm)	Carga Hidráulica - H (cm)	Área - A (cm ²)	Volume – V (cm ³)	Tempo – t (s)	Fluxo – Q (cm ³ /s)
01	10	20	176,71	88,355	3.600	0,02454

02	10	20	176,71	88,355	3.600	0,02454
03	7	15,1	176,71	88,355	3.600	0,02454

O valor encontrado de Condutividade Hidráulica Saturada – K_{sat} (permeabilidade) para o teste realizado na área de implantação do Sistema de Fertirrigação está descrito na tabela 3.

Tabela 05: Resultado do teste de condutividade hidráulica (K_{sat}).

Ponto	K_{sat} (cm/s)
01	$1,9287 \times 10^{-8}$
02	$1,9287 \times 10^{-8}$
03	$1,7882 \times 10^{-8}$

Para a classificação da condutividade hidráulica em meio saturado, utiliza-se os valores sugerido por Terzaghi & Peck (1967), como consta na Tabela 4, sendo esta classificação aplicada em vários estudos e relatórios técnicos da área.

Tabela 06: Relação de valores de condutividade hidráulica.

Coefficiente de Permeabilidade K_{sat} (cm/s)	Grau de Permeabilidade
10^9 a 1	Alta
1 a 10^{-1}	Alta
10^{-1} a 10^{-3}	Média
10^{-3} a 10^{-5}	Baixa
10^{-5} a 10^{-7}	Muito Baixa

Fonte: Terzaghi & Perck (1967).

De acordo com Tabela 07, tem-se que o grau de condutividade hidráulica do solo na área destinada à instalação do sistema de fertirrigação, onde fora realizados os testes, classifica-se como “muito baixa”, valores de ordem de grandeza inferior a 10^{-7} .

6.4 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE FERTIRRIGAÇÃO

Tabela 07: Dados técnicos do projeto

DADOS TÉCNICOS DO PROJETO			
Tamanho da área	119 x 50 m (0,575 ha)	Cultura	Pastagem (BRS Capiáçu)
Sistema de irrigação	Aspersão convencional fixa	Eficiência do sistema (Ef)	80%
Tempo disponível (Tid)	8 horas	Vazão disponível	4,5 m ³ h ⁻¹
Textura do solo	Média	Densidade do solo	1,32 g cm ⁻³
Capacidade de Campo	12 %	Ponto de Murcha Permanente (PMP)	7 %
Evapotranspiração de referência (ETo)	5,37 mm dia ⁻¹		
Fator disponibilidade de água no solo (f)	0,60		
Coeficiente de cultura (Kc)	0,80	Profundidade do sistema radicular (z)	50 cm

Abaixo segue a descrição da obtenção dos dados técnicos utilizados nos cálculos do projeto de irrigação.

6.4.1 Capacidade de campo (CC)

A umidade do solo na capacidade de campo foi estimada com base na função de pedotransferência proposta por Nascimento et al. (2010), que leva em consideração o teor de areia no solo, sendo assim:

$$CC = (0,418 - 0,000377 * \text{areia} - 0,000269 * \text{silte}) * 100$$

$$CC = (0,418 - 0,000377 * 690 - 0,000269 * 138) * 100$$

$$CC = 12,07 \% \Rightarrow 12 \%$$

6.4.2 Ponto de murcha permanente (PMP)

Assim como para a capacidade de campo, a umidade do solo no ponto de murcha permanente foi estimada com base na função de pedotransferência, também proposta por Nascimento et al. (2010), através do teor de argila no solo, sendo assim:

$$\text{PMP} = (0,0221 + 0,000288 * \text{argila}) * 100$$

$$\text{PMP} = (0,0221 + 0,000288 * 172) * 100$$

$$\text{PMP} = 7,16 \% \Rightarrow 7 \%$$

Os valores de capacidade de campo e ponto de murcha permanente foram arredondados para 12% e 7%, respectivamente, considerando um ajuste de cálculo para o manejo da irrigação, contudo os valores estão dentro dos limites orientativos de CC e PMP propostos por Pereira et al. (2010) para solos com textura média.

6.4.3 Densidade do solo (Ds)

Semelhante ao que foi realizado para encontrar os valores de CC e PMP, a densidade do solo foi estimada a partir da equação proposta por Gomes et al. (2017) tendo como base o teor de argila, carbono orgânico, soma de bases, pH e alumínio no solo, para predição da Ds na região amazônica:

$$D_s = 1,171 - 0,0237 * CO + 0,0622 * \text{pH} - 0,0230 * SB - 0,0124 * Al^{3+} + 0,0002 * \text{argila}$$

$$D_s = 1,171 - 0,0237 * 6,38 + 0,0622 * 5,0 - 0,0230 * 1,23 - 0,0124 * 0,69 + 0,0002 * 172$$

$$D_s = 1,32 \text{ g cm}^{-3}$$

Onde:

CO: Carbono orgânico (CO = MO/1,724 = 11/1,724 = 6,38 g kg⁻¹;

SB: Soma de bases;

Al³⁺: Alumínio trocável

6.4.4 Fator disponibilidade hídrica (f)

O fator disponibilidade hídrica é um valor tabelado que leva em consideração o tipo de cultura a ser cultivada e a evapotranspiração da região. Então, os valores de disponibilidade hídrica para irrigação de pastagens estão descritos na Tabela 05, elaborada pela FAO (Doorenbos e Kassam, 1979). Sendo assim, como a

evapotranspiração de referência da região onde está inserida a área a ser irrigada é de 5,37 mm dia⁻¹, o valor de f utilizado foi de 0,60.

Tabela 08: Fator disponibilidade hídrica em função da cultura e evapotranspiração de referência (ET_o).

Cultura	ET _o (mm dia ⁻¹)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pastagens	0,88	0,80	0,70	0,60	0,55	0,50	0,45	0,42	0,40

Fonte: (FAO, 1979)

6.4.5 Coeficiente da cultura (K_c)

O coeficiente de cultura é um componente representativo da cultura, variando de acordo com o estágio de desenvolvimento fenológico desta. Sendo assim, pode ter pequenas variações de acordo com o manejo da pastagem. No entanto Alencaret al. (2009) recomendam K_c de 0,80 para irrigação de pastagens, sendo esse valor adotado no projeto.

6.4.6 Profundidade do sistema radicular (z)

Foi utilizado o valor de 50 cm recomendado por Alencar (2007), após avaliação da profundidade efetiva do sistema radicular de seis espécies de capins irrigados, cujo valores estão descritos na Tabela 06.

Tabela 9: Valores de profundidade efetiva do sistema radicular (z), para diversos capins irrigados.

Capim	Xaraés	Mombaça	Pioneiro*	Estrela	Marandu
Z (cm)	45	45	50	60	65

*Variedade de capim-elefante

6.4.7 Velocidade básica de infiltração (VIB)

O solo do local apresenta características de compactação, apresentando VIB demasiadamente baixa (< 1,0 mm h⁻¹). Porém, será realizada uma operação de aração do solo, que promoverá o aumento da VIB. Sendo assim, como a VIB está

diretamente relaciona à textura do solo, tomando como base a textura média e levando em consideração as condições iniciais de compactação do solo trabalhado, foi utilizado o valor mínimo de $2,5 \text{ mm h}^{-1}$, para os cálculos de irrigação envolvendo aVIB, seguindo recomendação do manual de irrigação elaborado por Bernado et al. (2006).

6.4.8 Evapotranspiração de referência (ET_o)

A ET_o foi obtida através de dados diários extraídos da estação meteorológica de Ariquemes - A940, no período de 01/01/2020 à 31/01/2021, disponíveis no site do Sistema de Suporte à Decisão Agropecuária - SISDAGRO (<http://sisdagro.inmet.gov.br/>), sendo assim o valor de ET_o utilizado para os cálculos de irrigação foi de $5,37 \text{ mm dia}^{-1}$.

6.5 DIMENSIONAMENTO AGRONÔMICO

6.5.1 Irrigação Real necessária (IRN)

$$\begin{aligned} IRN (mm) &= 0,1 * (CC - PMP) * Ds * z * f \\ IRN (mm) &= 0,1 * (12 - 7) * 1,32 * 50 * 0,60 \\ IRN &= 19,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

6.5.2.Irrigação Total Necessária (ITN)

$$\begin{aligned} ITN (mm) &= \frac{IRN}{Ef} * 100 = \frac{19,8}{80} * 100 \\ ITN &= 24,75 \text{ mm} \end{aligned}$$

6.5.3 Evapotranspiração Potencial da cultura (ET_{pc})

$$\begin{aligned} ET_{pc} &= ET_o * Kc = 5,37 * 0,80 \\ ET_{pc} &= 4,30 \text{ mm dia}^{-1} \end{aligned}$$

6.5.4 Turno de Rega (TR)

$$TR = \frac{IRN}{ETpc} = \frac{19,8}{4,30} = 4,60$$

$$TR = 4 \text{ dias}$$

6.5.5 Correção da Lâmina em Função do Turno de Rega Adotado

$$IRN' = ETpc * TR = 4,30 * 4 = 17,2 \text{ mm}$$

$$ITN' = \frac{IRN'}{Ef} * 100 = \frac{17,2}{80} * 100 = 21,5 \text{ mm}$$

6.5.6 Vazão necessária (Qa)

$$Qa = \frac{10 * A * ETpc}{Ef * Tid} = \frac{10 * 0,575 * 4,30}{0,80 * 8} = 3,9 \text{ mm h}^{-1}$$

*Vazão disponível: 4,5 mm h⁻¹

6.5.7 Aspersor

Intensidade de Aplicação Necessária (Ian)

$$Ian = \frac{ITN'}{Tid} = \frac{21,5}{8} = 2,69 \text{ mm h}^{-1}$$

Aspersor Escolhido

Fabricante/modelo: Agropolo/NY-25

Bocais: Vermelho x cinza (3,0 x 2,5 mm)

Vazão (q): 0,670 m³ h⁻¹

Diâmetro irrigado: 24 m

Pressão de serviço: 20 mca

Altura da haste: 2,2 m

Espaçamento entre aspersores (Ea): 12 m

Espaçamento entre linha (El) 12 m

Total de aspersores: 36

6.5.8 Intensidade de Precipitação do Aspersor (I_p)

$$I_p = \frac{q * 1000}{Ea * El} = \frac{0,670 * 1000}{12 * 12} = 4,65 \text{ mm h}^{-1}$$

6.5.9 Tempo de Irrigação Necessária por Aspersor (T_{in})

$$T_{in} = \frac{ITN'}{I_p} = \frac{21,5}{4,65} = 4,62$$

$$T_{in} = 4 \text{ horas } 37 \text{ min}$$

Portanto, de acordo com a intensidade de precipitação do aspersor escolhido, o sistema deverá ser ligado por 4h37min a cada 4 dias, a fim de suprir a irrigação necessária.

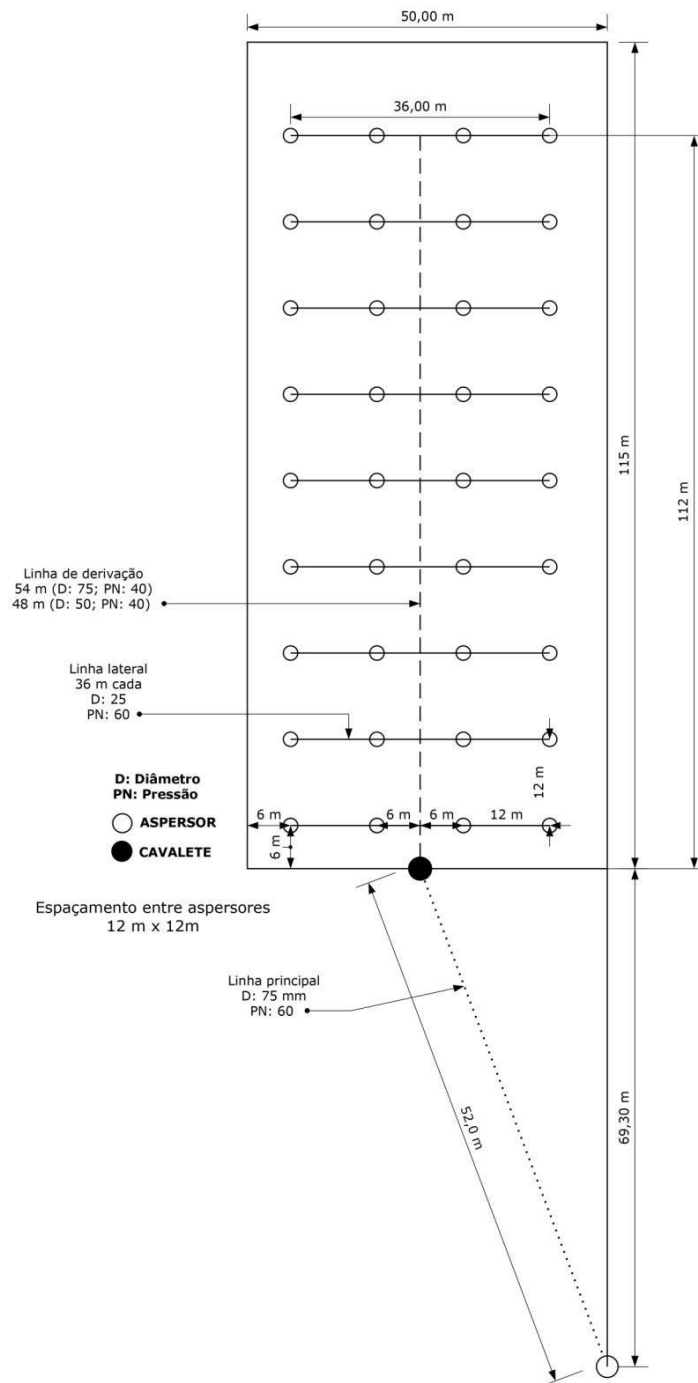
6.5.10 Conjunto motor bomba

Para atender a necessidade do sistema de irrigação, o conjunto motor bomba deve ter as seguintes características mínimas:

Vazão: 25,33 m³ h⁻¹

Pressão: 33,52 mca

Figura 12: Croqui de Localização dos Aspersores. Fonte: A autora.



6.6 MANEJO DA CULTURA IRRIGADA

Por volta de 60 dias antes da implantação da cultura, realizar o preparo do solo com gradagem pesada e niveladora, aplicando uma dose de 2 ton. ha⁻¹ de calcário, ou seja, 1, 15 ton. na área do referido projeto.

Após o 1º corte fazer uma análise do solo, na profundidade de 20 cm, e do efluente, a fim de acompanhar a disponibilidade de nutrientes para a cultura.

O plano de aplicação e manejo da fertirrigação foi idealizado conforme recomendações técnicas Piveli et al. (2008), Bernardo et al. (2006) no manual de irrigação e Cunha (2009) que realizou estudo de fertirrigação em capim *Brachiária brizantha* no leste de Minas Gerais.

6.7 MEDIDAS DE SEGURANÇA

No que se refere aos riscos de contaminação do operador do sistema de aplicação, a exigência do uso de equipamentos de proteção individual para os operadores deverá incluir botas, luvas, roupas com mangas compridas e calças.

Em termos operacionais de aplicação de águas residuárias, recomenda-se lavar o equipamento com água “limpa” por cerca de 20 a 30 minutos tão logo termine a aplicação da água residuária, com o objetivo de limpar o sistema de aplicação, bem como conservar a bomba, tubulações e aspersores.

Recomenda-se que, para a redução na dispersão de maus odores, a aplicação seja feita em dias com baixa velocidade de vento. A passagem de arado ou grade no solo, logo após a aplicação da água residuária, quando possível, pode ser uma forma de promover a redução na exalação de maus odores.

Faz-se necessário o uso de placas de sinalização indicando a atividade realizada na área e potenciais riscos.

6.8 MONITORAMENTO

Deve-se realizar o monitoramento da fertirrigação a fim de avaliar o manejo, baseando-se nos impactos causados no solo que possam influenciar o desenvolvimento das plantas, bem como o acompanhamento da aplicação da água residual, analisando a concentração da solução injetada, da solução final na saída dos emissores, uniformidade de distribuição ao longo da área e a distribuição dos nutrientes no perfil do solo. As análises das concentrações deverão ser realizadas por meio de amostragens coletadas durante a aplicação, medindo a condutividade elétrica (CE) com um condutímetro portátil, observando a uniformidade dos valores, além de se esses não estão muito diferentes do planejado. A uniformidade de distribuição da vazão e CE nos emissores deverá ser feita a cada dois meses para detectar possíveis entupimentos na tubulação e emissores. A uniformidade de

distribuição adequada deverá estar acima de 90%. No caso de obter valores menores, as causas mais prováveis são a variação de pressão no sistema de irrigação, vazamentos na tubulação, emissores com defeitos e/ou entupimento. Ao constatar esses defeitos as correções devem ser feitas imediatamente.

Em culturas onde se utilizam do sistema de fertirrigação é importante realizar o acompanhamento da dinâmica ou distribuição dos nutrientes no perfil do solo. Essa metodologia permite estabelecer ou ajustar a aplicação adequada do efluente residual, além de administrar e prevenir possíveis danos ambientais, como a salinização do solo e a contaminação do lençol subterrâneo e águas superficiais. O acompanhamento deverá ser feito por meio de amostragens do solo e determinação da condutividade elétrica e concentração de íons. As análises podem ser realizadas por meio do extrato de saturação do solo ou por amostragens de solução do solo, pela utilização de extratores de solução do solo.

Além dos extratores de solução podem ser utilizados sensores para mensurar a condutividade elétrica e o pH, a fim de realizar o monitoramento da distribuição de nutrientes e da variação de acidez no perfil do solo.

Ainda, estabelece coletas semestrais do solo da área de aplicação, observando-se os parâmetros: Fósforo, Potássio, Nitrogênio, Cálcio, Magnésio, Alumínio, Sódio, Acidez Potencial, Matéria Orgânica, CaCl_2 , H_2O , Soma de Base, CTC Efetiva, CTC pH 7,0, Saturação de Base, Saturação de Alumínio e Saturação de Ácido; e coletas semestrais do efluente utilizado na fertirrigação, observando-se os seguintes parâmetros: Sódio, Nitrogênio Total, Nitrogênio Kjeldahl, Cloretos Totais, Condutividade Elétrica, pH, Ovos de Helmintos, Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes, Sólidos Dissolvidos Totais e Sólidos Voláteis.

7 CONCLUSÃO

Neste trabalho, fora apresentada uma proposta de solução para a disposição de água residuária, analisando a viabilidade da disposição de água residuária em solo por sistema de fertirrigação. Para a realização da proposta, foi analisado qualitativamente e quantitativamente o solo, os efluentes domésticos tratados por sistemas australianos de lagoas de tratamento, bem como fora realizado o teste de infiltração no solo.

Posteriormente aos estudos técnicos realizados na área do empreendimento, definiu-se os parâmetros para a idealização de um projeto que atendesse as especificações necessárias do meio para a instalação do sistema. Para a aplicação do projeto, tomou-se uma área de 0,575 ha, optando pelo sistema de irrigação de aspersão convencional fixa, culminando para a cultura a pastagem pioneira (BRS Capiapu).

Por fim, após os estudos realizados e as análises obtidas da área de aplicação, considerou-se a água residuária de boa qualidade para o uso agrícola, desde que o sistema seja manejado corretamente, o monitoramento seja realizado e seja respeitada as doses de aplicações conforme o especificado em projeto.

8 PROPOSTAS

- Recomenda-se que a pesquisa seja conduzida a fim que obtenha-se os resultados de desenvolvimento da cultura e, principalmente, para a obtenção de indicadores ambientais da aplicação do efluente;
- Avaliar as características hidráulicas da aplicação, avaliando o desenvolvimento da metodologia;
- Seguir monitoramento, indicado neste trabalho, por longo tempo a fim de quantificar e qualificar a operacionalidade do sistema, a qualidade do solo, a qualidade de águas subterrâneas e o desenvolvimento da cultura.

9 REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. A. B. Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região Leste de Minas Gerais. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F. da; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D. da; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.98-108, 2009 (supl. especial).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua en el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212 p. (Estudio FAO riego y drenage, 33).

GOMES, A. S.; FERREIRA, A. C. S.; PINHEIRO, E. F. M.; MENEZES, M. D.; CEDDIA, M. B. The use of pedotransfer functions and stimation of carbono stock in the Central Amazon region. **Scientia Agrícola**, v.74, n.6, p.450-460, 2017.

HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da Irrigação**. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Departamento Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos. Disponível em: <<https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/curso3.htm>>.

NASCIMENTO, G. B. do; ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G.; FORTANA, A.; SANTOS, H. G. dos. Funções de pedotransferência do conteúdo de água em Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.5, n.4, p.560-569, 2010.

PEREIRA, L. S.; VALERO, J. A. J.; BUENDÍA, M. R. P.; MARTÍN-BENITO, J. M. T. **El riego e sus tecnologías**. Albacete: CREA-UCLM, p. 296, 2010.

PIVELI, R. P.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R.; GOMES, T. M. Uma reflexão sobre a qualidade e uso de esgoto tratado por lagoas de estabilização na agricultura: caso de Lins/SP. **Revista DAE**, v.177, p.63-70, 2008.

IMÉNEZ, B.; ASANO, T. Water reuse: an international survey of current practice, issues and needs. IWA Publishing, 650p., 2008.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. Standard methods for the examination for water and wastewater. Washington, 21^a ed., 2005. 1220 p.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Informações sobre a cultivar de capim-elefante BRS Kurumi. Juiz de Fora - MG, 2015, 4 p. (Comunicado Técnico, 75).

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, 370 p., 1999.

EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de solos. sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte. 4ª ed, v. 1, 2014, 472 p.

WHO/UNEP. Wastewater use in agriculture. International Water Management Institute, v. 2, 196p., 2006.

KELLNER E.; PIRES, E. C. (1998). Lagoas de estabilização: projeto e operação. 1º ed. Rio de Janeiro, ABES. Cap. 1, p. 13-17.

BRANCO, S. M. (1978). Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 2. Ed. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 620 p.



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Keila Mendes Asano

CURSO: Engenharia Ambiental e Sanitária

DATA DE ANÁLISE: 07.12.2021

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **8,59%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet *i*

Suspeitas confirmadas: **4,13%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados *i*

Texto analisado: **82,06%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.7.1
terça-feira, 7 de dezembro de 2021 19:47

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **KEILA MENDES ASANO**, n. de matrícula **29931**, do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 8,59%. Devendo a aluna fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Júlio Bordignon
Faculdade de Educação e Meio Ambiente