

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
***CAMPUS* CERRO LARGO**
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

MARCELI CARLINE THEWES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA FRONTEIRA SUL *CAMPUS* CERRO LARGO/RS**

CERRO LARGO/RS

2022

MARCELI CARLINE THEWES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA FRONTEIRA SUL *CAMPUS* CERRO LARGO – RS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau
de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária
da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Manuela Gomes Cardoso

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Thewes, Marcell Carline
ANÁLISE DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA FRONTEIRA SUL CAMPUS CERRO LARGO ? RS /
Marcell Carline Thewes. -- 2022.
103 f.

Orientadora: Dra. Manuela Gomes Cardoso

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro
Largo, RS, 2022.

1. Reuso de Água. 2. Consumo de água. 3. Qualidade da
água. 4. Descarte de água. I. Cardoso, Manuela Gomes,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

MARCELI CARLINE THEWES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA FRONTEIRA SUL DO *CAMPUS* CERRO LARGO – RS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau
de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária
da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

30/04/2022

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dra. Manuela Gomes Cardoso
Orientadora



Prof. Dra. Aline Raquel Müller Tones



Prof. Dra. Juliana Marques Schöntag

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Floriano e Liane, ao meu irmão Vilmar e minha cunhada Larissa por me darem força, apoio, incentivo e por me motivarem a nunca desistir. Agradeço a Deus por me guiar, me dar forças e iluminar meus caminhos para sempre seguir em frente.

À Universidade Federal da Fronteira Sul pela oportunidade da realização da graduação de maneira gratuita e de qualidade, e disponibilização de toda estrutura para que este trabalho de conclusão pudesse ser realizado.

À minha orientadora, Prof. Dra. Manuela Gomes Cardoso pelo apoio, paciência, todos os ensinamentos e conhecimentos compartilhados.

À Coordenadora Administrativa Adenise Clerici, ao Engenheiro Civil da UFFS Paulo Roberto Hendges, ao Coordenador Adjunto das Áreas Experimentais Odair José Schmitt, à Coordenadora Adjunta de Laboratórios Caroline Badzinski e demais técnicos de laboratório por todo auxílio prestado.

A todos os professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pelos conhecimentos transmitidos ao longo desta caminhada.

A todos meus amigos e demais pessoas que de alguma forma ou outra contribuíram para a realização da graduação e me apoiaram durante esta caminhada.

RESUMO

Devido ao crescimento populacional, alterações climáticas e escassez hídrica, o uso ponderado da água tem se tornado fundamental. Dessa forma, tem-se criado alternativas para o uso consciente da água, visando preservá-la a fim de obter ganhos econômicos, sociais e ambientais. Sendo assim, o reúso da água se torna essencial pois é considerado um uso racional e eficiente, que controla perdas e desperdícios e minimiza a geração de efluentes. Com o objetivo de analisar o sistema de reúso de água no *Campus* de uma Universidade, o presente trabalho determinou as vazões de consumo e descarte de água, bem como sua qualidade e possibilidades de reúso. A metodologia adotada foi a determinação das estimativas de consumo e descarte de água, e também, a determinação da qualidade da água requerida e descartada. Tendo em vista a demanda de água do *Campus* da UFFS Cerro Largo, avaliaram-se algumas possibilidades de reúso da água. Estimou-se que a vazão de captação de água da chuva é de 390,18 m³/mês e considerando que a vazão de água de qualidade média descartada pelos equipamentos estimada foi de 54,7 m³/mês, chegou-se a uma vazão total de reúso de 444,88 m³/mês. Desta forma, chegou-se à conclusão de que reutilizar a água gerada nos laboratórios, considerada de qualidade média, em sistemas que necessitam de água de baixa qualidade no Bloco A, foi a possibilidade considerada mais promissora.

Palavras-chave: reúso de água; qualidade da água; consumo e descarte de água.

ABSTRACT

Due to population growth, climate change and water shortage, the prudent water resources use has become fundamental. Thus, alternatives have been created for its conscious use, aiming to preserve it to obtain economic, social and environmental gains. Therefore, the water reuse becomes material because it is considered a rational and efficient use, which controls losses and waste and minimizes the generation of effluents. To analyze the water reuse system on a University Campus, this work determined the water consumption and disposal flows, as well as its quality and reuse possibilities. The adopted methodology found the consumption and discharge of water estimates, and also the determination of the required quality of the discarded water. Considering the water demand of the UFFS Cerro Largo Campus, some possibilities of water reuse were evaluated. Knowing that the rainwater flow collection is 184.86 m³/month and the flow of medium quality water discarded by the equipment is 54.6 m³/month, we found a total reuse flow of 7.96 m³/day. The finding was that the reuse of medium quality water disposed in laboratories, in systems with low water quality requirement in the building A, was the most technically and economically viable possibility.

Keywords: water reuse, water quality, water consumption and disposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Demandas de água por finalidade no Brasil em 2019.....	17
Figura 2 – Etapas de implantação de um PCRA.....	37
Figura 3 – UFFS <i>Campus</i> Cerro Largo.....	43
Figura 4 – Bloco A e Bloco dos Professores.....	45
Figura 5 – Laboratórios e Área Experimental.....	45
Figura 6 – Reservatório de 10.000 L de água de reúso no Bloco A da UFFS <i>Campus</i> Cerro Largo.....	47
Figura 7 – Reservatório de 30.000 L de água de reúso na parte inferior do Bloco dos Professores.....	48
Figura 8 – Quantidade e qualidade de água consumida nos Laboratórios 1, 2 e 3.....	63
Figura 9 – Quantidade e qualidade de água consumida na Área Experimental, Bloco A e Bloco dos Professores.....	64
Figura 10 – Quantidade e qualidade de água descartada nos Laboratórios 1, 2 e 3.....	68
Figura 11 – Quantidade e qualidade de água descartada na Área Experimental, Bloco A e Bloco dos Professores.....	69
Figura 12 – Qualidade da água requerida e qualidade da água descartada.....	72
Figura 13 – Consumo de Água na UFFS <i>Campus</i> Cerro Largo em L/mês.....	74
Figura 14 – Descarte de Água na UFFS <i>Campus</i> Cerro Largo em L/mês.....	74
Figura 15 – Macrofluxo do consumo de água na UFFS <i>Campus</i> Cerro Largo.....	75
Figura 16 – Macrofluxo do descarte de água na UFFS <i>Campus</i> Cerro Largo.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Legislações e normas técnicas vigentes no Brasil sobre o reúso da água.....	26
Tabela 2 – Classificação e parâmetros da água de reúso.....	27
Tabela 3 – Padrões de qualidade da água para fins urbanos.....	31
Tabela 4 – Parâmetros de reúso da água para fins agrícolas e florestais.....	31
Tabela 5 – Monitoramento periódico dos parâmetros.....	33
Tabela 6 – Parâmetros da água de reúso e efeitos principais.....	35
Tabela 7 – Número de servidores e alunos da UFFS em 2019.....	44
Tabela 8 – Classificações da qualidade da água.....	48
Tabela 9 – Equipamentos e instalações que consomem água no Laboratório 1.....	50
Tabela 10 – Equipamentos e instalações que consomem água no Laboratório 2.....	53
Tabela 11 – Equipamentos e instalações que consomem água no Laboratório 3.....	55
Tabela 12 – Consumo de água dos laboratórios.....	56
Tabela 13 – Leitura do hidrômetro do galpão.....	57
Tabela 14 – Leitura do hidrômetro das estufas.....	58
Tabela 15 – Consumo de água na horta.....	59
Tabela 16 – Instalações que consomem água no Bloco A.....	60
Tabela 17 – Instalações que consomem água no Bloco dos Professores.....	60
Tabela 18 – Leitura do hidrômetro do Bloco A.....	61
Tabela 19 – Leitura do hidrômetro do Bloco dos Professores.....	62
Tabela 20 – Equipamentos com consumo diferente do descarte.....	65
Tabela 21 – Água descartada dos destiladores 1 e 2.....	67
Tabela 22 – Precipitação no ano de 2019 em Cerro Largo.....	70
Tabela 23 – Monitoramento da água de reúso no <i>Campus</i> da UFFS Cerro Largo.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ANA	AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO
CEDAE	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUA E ESGOTO DO RIO DE JANEIRO
CETESB	COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
CNRH	CONSELHO NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
CONSEMA	CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE
CTC	CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA
DBO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
ETE	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES
FEPAM	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER
NBR	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA
NMP	NÚMERO MAIS PROVÁVEL
PCRA	PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DA ÁGUA
PNE	PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS
PST	PERCENTUAL DE SÓDIO TROCÁVEL
SNIS	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE ABASTECIMENTO
UFFS	UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1	Importância da Água na Natureza.....	16
3.2	Características e Propriedades da Água.....	18
3.3	Consumo de Água no Brasil.....	20
3.4	Reúso da Água e Sua Importância.....	21
3.5	Legislação e Normas Técnicas.....	25
3.6	Indicações de Bibliografias e Estudos de Caso.....	34
3.6.1	Tratamento de Esgotos Domésticos.....	34
3.6.2	Manuais desenvolvidos por autores e instituições brasileiras para auxílio na implementação de sistemas de reúso.....	35
3.6.3	Estudo do efluente de lavagens automotivas e de sua viabilidade econômica para reúso.....	38
3.6.4	Reúso de efluentes de estações de tratamento de esgoto no beneficiamento do concreto.....	39
3.6.5	Estudo da viabilidade do reaproveitamento de água da chuva na cidade de Belo Horizonte – MG para utilização residencial.....	40
3.6.6	Potencialidades do reúso da água: Estudos de caso no setor sucralcooleiro e universitário.....	40
4.	METODOLOGIA.....	43
4.1	Caracterização da Área de Estudo.....	43
4.2	Estimativa da Qualidade e Quantidade de Água Consumida.....	50
4.2.1	Consumo nos Laboratórios 1, 2 e 3.....	50
4.2.2	Consumo na Área Experimental.....	57
4.2.3	Consumo no Bloco A e Bloco dos Professores.....	59
4.3	Estimativa da Qualidade e Quantidade de Água Descartada.....	62

5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	71
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior país do mundo em extensão territorial e possui cerca de 12% de toda água doce existente no mundo. A água é um recurso fundamental para a sobrevivência dos seres vivos (SEABRA E TAVARES, 2018), porém, há mais de duas décadas, cientistas e ambientalistas têm alertado sobre sua escassez. Além do crescimento populacional e alterações climáticas, especialistas apontam que políticas não adequadas de gestão dos recursos hídricos e a falta de educação ambiental são fatores que contribuem diretamente para a crise hídrica no país (MARENGO, 2015).

Um estudo realizado pela Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico em 2019, atesta que a cada segundo são utilizados, em média, 2 milhões e 83 mil litros de água no Brasil e que o uso da água deverá crescer 24% até 2030, superando a marca de 2,5 milhões de litros por segundo. A evolução dos usos da água está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e crescimento populacional no país (ANA, 2019).

Com a crescente demanda de água para o abastecimento humano, agricultura, geração de energia e atividades industriais, faz-se necessário buscar a redução do consumo de água potável para usos não essenciais. A água possui um mecanismo natural de circulação que a torna reutilizável várias vezes e para diversos fins.

Neste contexto, surgem algumas ferramentas que podem ser utilizadas no combate à escassez hídrica e/ou redução do consumo de água, a exemplo do reúso. Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, o reúso da água reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior, podendo ser utilizada para fins não essenciais, preservando fontes de qualidade elevada, além de trazer benefícios econômicos e sociais (CETESB, 2021).

Diversos estudos têm sido reportados nos quais a prática do reúso de água foi de fundamental importância. Um exemplo é a implementação do reúso de água em uma indústria de beneficiamento do concreto localizada no município do Rio de Janeiro, que obteve uma redução mensal na carga de poluentes de 168 kg de DBO, 122 kg de Nitrogênio e 24 kg de Fósforo, os quais deixariam de ser lançados no corpo hídrico. (JÚNIOR, L. C. *et al.*, 2020).

Outro exemplo é o estudo da viabilidade de implementação de sistemas de captação da água da chuva como alternativa ao abastecimento de água para fins não potáveis em em residência familiar localizada na cidade de Belo Horizonte, que concluiu que o reúso da água da chuva em atividades que não necessitam de água potável reduz em 48% o consumo de água da rede de abastecimento. (ALVIM, F. H. S. *et al.*; 2021).

Tendo em vista que há consumo de água nos laboratórios, área experimental, Bloco A e Bloco dos professores na Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* de Cerro Largo/RS, e que em algumas atividades há possibilidade da água potável ser substituída por outra fonte de menor qualidade, o presente trabalho objetiva analisar o sistema de reúso da água, para preservar e diminuir o consumo de água potável e conseqüentemente reduzindo o volume do descarte de efluentes.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o sistema de reúso da água da Universidade Federal da Fronteira Sul, no *Campus* de Cerro Largo/RS, visando preservar e reduzir o consumo da água potável.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

Determinar o consumo de água, bem como a qualidade da água requerida nos prédios do Bloco A, Bloco dos Professores, Laboratórios e Área Experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo;

Investigar a quantidade e qualidade da água descartada nos mesmos prédios citados;

Avaliar as possibilidades de alterações no sistema de reúso existente.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA NATUREZA

A água ocupa cerca de 75% da superfície da Terra e é o constituinte inorgânico mais abundante na natureza, também considerada solvente universal da maioria das substâncias, modificando e sendo modificada em função destas. Além disso as características naturais da água resultam dessa capacidade de dissolução, distinguindo-as pelas características do solo e da bacia hidrográfica que são capazes de modificar a geologia, morfologia, hidrologia e vegetação. Associada à sua capacidade de dissolução, a água atua como meio de transporte, através do escoamento superficial e subterrâneo, permitindo que características de um mesmo curso d'água sejam alteradas (LIBÂNIO, 2010). Por possuir suma importância na manutenção da vida, torna-se fundamental saber como a água se distribui no nosso planeta, sua disponibilidade e como ela circula de um meio para o outro (VON SPERLING, 2014).

Segundo Souza (2007), de toda a água existente na natureza, 97,4% é salgada e o restante, 2,6% é representado pelos rios, lagos e fontes subterrâneas. A água tem a sua ocorrência na natureza sob a forma sólida, representada por neve, gelo e granizo, sob a fórmula líquida, como é a água da chuva e sob a forma gasosa que é a neblina, tendo como base o ciclo hidrológico (SOUZA, 2007).

Tendo em vista a forma como a água se distribui no nosso planeta, é considerável que analisemos como ela se movimenta, através do ciclo hidrológico, que tem a seguinte composição, de acordo com Von Sperling (2014):

- (a) Precipitação – resfriamento do ar à proximidade da saturação, condensação do vapor d'água na forma de gotículas, aumento do tamanho das gotículas por colisão e aderência até que estejam grandes o suficiente para formar a precipitação – (chuva, neve, granizo e orvalho);
- (b) Escoamento Superficial – responsável pelo deslocamento da água sobre o solo, formando córregos, lagos, rios e atingindo o mar. A quantidade de água que escoo depende da intensidade da chuva e da capacidade de infiltração do solo;
- (c) Infiltração – corresponde à água que atinge o solo e é responsável pela formação dos lençóis d'água, que alimentam os corpos d'água superficiais, principalmente em períodos mais secos;

(d) Evapotranspiração – é a transferência da água para o meio atmosférico através da evaporação (transferência da água superficial do estado líquido para o gasoso, que depende da temperatura e da umidade relativa do ar), e da transpiração (as plantas retiram a água do solo através das raízes, que transfere para as folhas e então evapora).

Conforme a ANA, os principais usos da água no Brasil são para irrigação, abastecimento humano e animal, industrial, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer. A compatibilização dos usos múltiplos da água deve levar em conta as peculiaridades e diferentes necessidades de cada uso. Na navegação, por exemplo, a qualidade das águas não é relevante, mas é necessário quantidades mínimas de água para sua viabilidade. Em contrapartida, a boa qualidade de água é essencial para o abastecimento humano e para o lazer em balneários, entre outros usos. Na Figura 1, podemos observar os usos de água (em m³/s) para cada finalidade, bem como o que é retirado, consumido e o que retorna para o corpo hídrico (ANA, 2019):

Figura 1: Demandas de água por finalidade no Brasil em 2019.



Fonte: Conjuntura de Recursos Hídricos (ANA, 2019).

Em geral, apenas o abastecimento doméstico e industrial estão associados a um

tratamento prévio da água, por serem exigidos requisitos de qualidade. Para abastecer indústrias e domicílios, a água bruta é inicialmente retirada do rio, lago ou lençol subterrâneo. Após a captação, a água é tratada para se adequar aos usos previstos. A água, quando usada, sofre alterações na sua qualidade, sendo constituído então um despejo líquido. Visando remover os principais poluentes, os despejos líquidos sofrem um tratamento antes de serem lançados no corpo receptor. Quando o efluente tratado atinge o corpo receptor, é feita a diluição e autodepuração, implicando a água a sofrer novas modificações (VON SPERLING, 2014).

3.2 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DA ÁGUA

As propriedades da água distinguem-se de suas características. As propriedades constituem-se no que lhe é específico e diferenciam a água dos demais fluidos, enquanto as características diferenciam as águas entre si. Segundo Libânio (2010), podemos classificar as propriedades da água da seguinte forma:

- (a) Calor específico: quantidade de energia requerida para elevar a temperatura de um fluido ou substância. Nesse contexto, a energia requerida para elevar em 1° C a temperatura da água é de uma caloria (1 cal).
- (b) Massa específica, densidade e peso específico: a massa específica é definida como a razão entre a massa e o volume de um fluido ou determinada substância. Já a densidade é a razão entre a massa específica do líquido ou sólido e a da água. O peso específico é o produto entre a massa específica e a aceleração da gravidade. À temperatura de 20° C, a massa específica da água é de 998 kg/m³, e seu peso específico é 9.789 N/m³.
- (c) Viscosidade dinâmica: é a resistência de um fluido ao escoamento. A água apresenta uma viscosidade baixa, sendo superior apenas ao benzeno e a gasolina. A viscosidade de um líquido é inversamente proporcional à temperatura, pois o aumento da temperatura reduz a coesão entre as moléculas, e conseqüentemente a resistência ao escoamento. Para a temperatura de 20° C, a viscosidade da água é de 1,01x10⁻³ Pa.s.
- (d) Pressão de vapor: A evaporação ocorre quando as moléculas de água escapam

através da superfície líquida. Em um ambiente fechado, o equilíbrio ocorre quando o número de moléculas que deixam a superfície se iguala ao número de moléculas de vapor, que se condensam ao atingir a superfície livre. Denomina-se então, que a pressão de vapor é a pressão exercida no espaço pelas moléculas de vapor. Em uma temperatura de 20° C a pressão de vapor é 2.332Pa.

(e) Tensão superficial: é uma fina película que separa líquidos de gases, ou dois líquidos que não se misturam, em virtude das forças de atração. Da mesma forma que a viscosidade, a tensão superficial é inversamente proporcional à temperatura.

(f) Condutividade térmica: é a capacidade de um fluido ou substância de transmitir energia térmica por meio de colisões moleculares. A água apresenta baixa condutividade térmica e a difusão de calor na massa líquida ocorre por convecção devido a variação de densidade e a temperatura na coluna d'água.

(g) Capacidade de dissolução: a água apresenta uma grande capacidade de dissolução de substâncias químicas e gases. A solubilidade das substâncias químicas é influenciada pelo aumento da temperatura e redução do pH da água. Já a solubilidade dos gases depende da pressão parcial do gás, que depende da temperatura.

De acordo com a Fundação Nacional da Saúde (2014), para caracterizar a água são determinados diversos parâmetros, que são indicadores de qualidade da água. As características físicas, químicas e biológicas da água estão associadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem. Segundo Von Sperling (1996), tais parâmetros podem ser utilizados para caracterizar tanto águas de abastecimento, quanto águas residuárias, mananciais e corpos receptores.

As impurezas físicas, em geral, estão associadas aos sólidos presentes na água, que podem ser em suspensão, dissolvidos ou coloidais, de acordo com seu tamanho – cor, turbidez, sabor e odor, temperatura. Já as características químicas podem ser interpretadas através da matéria orgânica e inorgânica presente na água – pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, metais pesados, micropoluentes orgânicos. Por fim, as características biológicas são os organismos vivos ou mortos presentes na água – bactérias, algas, organismos indicadores (VON SPERLING, 2014).

3.3 CONSUMO DE ÁGUA NO BRASIL

O Brasil é um dos países com maior disponibilidade hídrica. Porém, grande parte desse recurso está concentrada em regiões onde há menor quantidade de pessoas. Nos grandes centros urbanos, há elevada densidade populacional e conseqüentemente alta demanda pelos recursos hídricos e, por conseqüência, há uma piora considerável na qualidade da água, tornando o abastecimento nas cidades um grande desafio (ANA, 2021).

Muitas vezes o valor e a importância da água, só é perceptível em situações de escassez. No Brasil, os problemas de escassez hídrica têm se tornado constantes nos últimos anos. Conforme a Agência Nacional das Águas (2010), 55% dos municípios do país apresentam riscos de déficit no abastecimento de água, destes, 84% necessitam de investimentos para adequação de seus sistemas produtores e 16% precisam de novos mananciais. (MAGALHÃES, A. S., *et al*, 2019).

Estima-se que o uso da água no Brasil cresceu aproximadamente 80% nas últimas duas décadas. Segundo a ANA (2018), o histórico da evolução dos usos da água está diretamente relacionado ao desenvolvimento econômico e ao processo de urbanização do país. O principal uso de água no país, em termos de quantidade utilizada, é a irrigação (52%), seguido do abastecimento humano (23,8%) e da indústria (9,1%). Juntos esses usos representam cerca de 85% da retirada e consumo total (ANA, 2018).

Conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Abastecimento (SNIS, 2018), o saneamento básico enfrenta grandes problemas de perda de água potável na sua distribuição. Segundo um estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil em 2017, no Brasil, a média de perda de água potável durante a distribuição é de 38,3% no ano, o que equivale a 6,5 bilhões de m³. Tal desperdício é classificado em perdas reais e perdas aparentes. As perdas reais, também chamadas perdas físicas, são as que ocorrem quando há vazamentos, limpezas e lavagens nos sistemas de adução de água bruta, tratamento, reserva, adução de água tratada e distribuição. Já as perdas aparentes ou comerciais, ocorrem quando há ligações clandestinas/irregulares, ligações sem hidrômetros, hidrômetros parados, ligações inativas reabertas, erros de leitura e hidrômetros que subestimam o volume consumido. De acordo com o Instituto Trata Brasil esse volume de água desperdiçado seria suficiente para abastecer

30% da população brasileira pelo período de um ano (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017).

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA), em áreas com maior dinamismo econômico e produtivo, como as regiões metropolitanas, o desafio do abastecimento está relacionado com a frequente utilização da mesma fonte hídrica para diferentes usos, o que resulta em conflitos ligados à quantidade e à qualidade da água (ANA, 2021).

3.4 REUSO DA ÁGUA E SUA IMPORTÂNCIA

O crescimento populacional e as alterações climáticas aceleram cada vez mais a redução da disponibilidade de água em determinadas regiões. Devido ao aumento da demanda por água, o uso de águas residuárias ou reúso de água é considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água (CETESB, 2021).

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2021), o reúso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Essa prática é baseada no conceito de substituição de mananciais que é possível em função da qualidade requerida para cada uso em específico, resultando em grandes volumes de água potável a serem poupados. Ou seja, uma das grandes vantagens do reúso é a preservação da água potável exclusivamente para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, além da redução do volume de esgoto descartado e a redução dos custos com água, luz e esgoto (CETESB, 2021).

Além disso, o reúso da água tem sido um tema de grande importância acadêmica e técnica no Brasil e no mundo. Considerando-se o aumento da demanda de água, decorrente de períodos de secas severas, escassez e contaminação dos recursos hídricos, sua aplicabilidade vem se tornando cada vez mais relevante. Com isso, o reúso torna-se um instrumento de um novo modelo de gestão das águas, visando a segurança hídrica. A qualidade dessa água desejada ou requerida, está associada às tecnologias disponíveis de tratamento de efluentes e consequentemente aos seus custos (MEIJA, 2020).

Segundo a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, e conforme princípios da Agenda 21, o reúso de água constitui-se na prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos. Essa prática reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade; reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública (BRASIL, 2005).

Nas indústrias, por exemplo, tanto esgotos domésticos quanto efluentes industriais passam por processos de tratamento simples ou avançados para atender diferentes exigências de qualidade em processos industriais como caldeiras e torres de resfriamento. Com isso, o esgoto deixa de ser esgoto e passa a ser matéria-prima. Dentre as vantagens desta aplicação, está a garantia de segurança hídrica, pois o consumo de água potável é reduzido, podendo assim ser direcionado para fins mais nobres, como consumo humano (BRK Ambiental, 2020).

Segundo a Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, publicado pela Agência Nacional de Águas em 2018, estima-se uma vazão de reúso de águas no país, de aproximadamente 2 m³/s (equivalente ao abastecimento de aproximadamente 800.000 habitantes), podendo alcançar um potencial de médio prazo (em 2030), de 10 a 15 m³/s e de longo prazo de até 175 m³/s. Porém, para que essas estimativas sejam alcançadas, muitos desafios devem ser vencidos. Um deles trata-se da regulamentação da prática (ANA, 2018).

Outra importância do reúso está relacionada com a proteção à saúde pública e meio ambiente. A proteção à saúde pública e ao meio ambiente são a base dos critérios estabelecidos para a prática do reúso. A qualidade da água utilizada e o objeto específico do reúso, são os fatores que estabelecem os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, operação e manutenção associados (CUNHA, A. H. N., *et al*, 2011).

Segundo o Conselho Nacional dos Recursos Hídricos (2005), para efeito da Resolução Nº 54 de 2005, são adotadas as seguintes definições:

- I. Água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações,

indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;

- II. Reúso de água: utilização de água residuária;
- III. Água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
- IV. Reúso direto de água – uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.

A água de reúso pode ter diversas aplicações, de acordo com sua necessidade e a qualidade da água requerida (CETESB, 2021):

i. Uso industrial – a água de reúso pode ser utilizada para refrigeração, geração de energia, água de processamento e alimentação de caldeiras;

ii. Usos urbanos não-potáveis – as aplicações envolvem combate a incêndios, irrigação paisagística, lavagem de veículos, lavagem de ruas, descarga de vasos sanitários, sistemas de ar-condicionado;

iii. Finalidades ambientais – aumento de vazão em cursos de água, aplicação em pântanos, terras alagadas, indústrias de pesca;

iv. Recarga de aquíferos: recarga de aquíferos potáveis, controle de intrusão marinha, controle de recalques de subsolo;

v. Irrigação na agricultura – plantio de forrageiras, plantas fibrosas e de grãos, plantas alimentícias, viveiros de plantas ornamentais, proteção contra geadas;

vi. Irrigação paisagística – empregada para a rega de parques, cemitérios, universidades, gramados residenciais, telhados verdes e campos esportivos;

vii. Usos diversos – aquicultura, construções, controle de poeira, dessedentação de animais.

viii. Usos potáveis – nesse caso, a água passa por um tratamento específico e avançado e pode ser utilizada para o consumo humano.

Diversos países sofrem com a falta de água e buscam no reúso uma solução para essa adversidade. Nos Estados Unidos, o estado do Texas utiliza o reúso da água para irrigação de parques e plantações desde 1985. Atualmente, 6% do consumo de água da cidade de El Paso, a cidade mais seca do Texas, provém do reúso. Já o estado da Califórnia busca soluções para a crise hídrica desde 1972. Quatro anos depois, parte do esgoto tratado já era devolvido para aquíferos. Hoje em dia, esse tratamento inclui modernas técnicas de purificação feitas com o uso de membranas e desinfecção com raios ultravioletas para proporcionar o reúso desta água (BRK Ambiental, 2020).

Outro país que faz o reúso da água é a Austrália, que enfrentou uma grande seca no final dos anos 1990 e só terminou em 2012. Durante este período, o setor mais prejudicado foi a agricultura, o que forçou o país a rever todo o seu sistema hídrico. No país, são tratados cerca de 21 bilhões de litros de efluentes para serem reutilizados pela população. Isso corresponde a 13,5% do total consumido. O objetivo é que até 2030 esse número chegue a 30% (BRK Ambiental, 2020).

Os países asiáticos, especialmente os mais populosos, enfrentam graves problemas de escassez de recursos hídricos e de poluição de água. Na China, a recuperação de águas residuais e as tecnologias de reutilização têm vindo a ser desenvolvidas desde os anos 80, e as tecnologias de membranas são aplicadas em projetos de grande dimensão nos últimos anos em estações de tratamento, fornecendo água para aplicações industriais, urbanas, agrícolas e ambientais (SANTOS, 2008).

Ainda, segundo Santos (2008), no Japão o programa de reutilização de água, inicialmente, recuperava a água em edifícios escolares, industriais ou multifamiliares, para utilização em autoclismos e outros usos não potáveis. Mais tarde passou a haver um sistema duplo de recuperação e tratamento de águas residuais, o que faz com que o processo seja mais eficiente e econômico que a recuperação de água a título individual (SANTOS, 2008).

Já em Israel, a demanda de água é de aproximadamente 2 bilhões de metros cúbicos, e há poucas fontes naturais para suprir essa necessidade. Neste contexto, para satisfazer a demanda e atender ao crescimento populacional o país desenvolveu técnicas de reúso avançadas, com a utilização de membranas e processos químicos. Hoje em dia, cerca de 90% do esgoto do país é tratado e reutilizado (MEIJA, 2020).

3.5 LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS

De acordo com Meija (2020), no Brasil, ainda não há uma legislação específica a nível federal que defina parâmetros de qualidade de água de reúso proveniente de águas residuárias para suas diversas aplicações. A Tabela 1 mostra as legislações e normas técnicas vigentes no Brasil que abordam o reúso da água, na ordem cronológica em que foram instituídas. Na sequência do texto, cada um dos documentos da tabela é abordado detalhadamente de forma a destacar seus principais elementos, seguindo a mesma ordem.

Tabela 1: Legislações e Normas Técnicas vigentes no Brasil sobre o reúso da água.

Leis e Normas Técnicas	Definição
ABNT NBR 13.969 de 30 de Outubro de 1997	Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação.
CNRH – Resolução Nº 54 de 28 de Novembro de 2005	Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências.
ABNT NBR 15.527 de 24 de Outubro de 2007	Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.
CNRH – Resolução Nº 121 de 16 de Dezembro de 2010	Estabelece diretrizes e critérios para a prática e reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH no 54, de 28 de novembro de 2005.
FEPAM – DIRETRIZ TÉCNICA Nº 05 de Setembro de 2019.	Diretriz técnica referente ao descarte e ao reúso de efluentes líquidos no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul
CONSEMA – Resolução Nº 419 de 13 de Fevereiro de 2020	Estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reúso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais no Estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: Autora (2021).

No Brasil, o primeiro documento normativo que abordou o reúso da água foi a ABNT NBR 13.969/1997. Na época da publicação, a norma definiu parâmetros de reúso local, em um documento que aborda critérios de projeto de unidades complementares de fossas sépticas. Em seu item 5.6, a norma aborda que no caso de origem doméstica ou similar, o efluente tratado pode ser reutilizado para fins que não exigem água potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem de pisos e de veículos, em descargas de vasos sanitários, manutenção paisagística dos lagos e canais com água e irrigação de campos agrícolas e pastagens (BRASIL, 1997).

A Norma NBR 13.969 de 1997 estabelece também que o reúso local de esgoto deve

ser planejado de modo a permitir seu uso seguro e racional, para minimizar o custo de implantação e de operação. Não deve ser permitido o uso, mesmo desinfetado, para irrigação das hortaliças e frutas de ramas rastejantes. Admite-se seu reúso para plantações de milho, arroz, trigo, café e outras árvores frutíferas, via escoamento no solo, tomando-se o cuidado de interromper a irrigação pelo menos 10 dias antes da colheita. Na Tabela 2 consta a classificação e os respectivos parâmetros para reúso da água, relacionados na NBR 13.969/1997.

Tabela 2: Classificação e parâmetros da água de reúso (NBR 13.969/1997).

Classificação	Usos	Parâmetros
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes.	Turbidez < 5. Coliformes fecais < 200 NMP/100 mL. Sólidos dissolvidos totais < 200 mg/L. pH entre 6,0 e 8,0. Cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L.
Classe 2	Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.	Turbidez < 5. Coliformes fecais < 500 NMP/100 mL. Cloro residual < 0,5 mg/L.
Classe 3	Reuso nas descargas dos vasos sanitários.	Turbidez < 10. Coliformes fecais < 500 NMP/100 mL.
Classe 4	Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	Coliformes fecais < 5000 NMP/100 mL. Oxigênio dissolvido < 2,0 mg/L. (As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita).

Fonte: NBR 13.969 (1997).

Em 28 de novembro de 2005 a Resolução nº 54 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) estabeleceu modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentem e estimulem a prática de reúso direto não potável de água em todo o território nacional. Para

efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

- i. *Água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;*
- ii. *Reúso de água: utilização de água residuária;*
- iii. *Água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;*
- iv. *Reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;*
- v. *Produtor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso;*
- vi. *Distribuidor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reúso; e*
- vii. *Usuário de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reúso.*

O reúso direto não potável de água, para efeito desta Resolução, abrange as seguintes modalidades:

- i. *Reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;*
- ii. *Reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;*
- iii. *Reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;*

- iv. *Reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,*
- v. *Reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.*

Posteriormente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 15.527 de 24 de outubro de 2007, estabeleceu requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Esta Norma se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas após tratamento adequado como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

Segundo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Resolução nº 121 de 16 de dezembro de 2010, estabelece diretrizes e critérios para a prática e reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal. Esta Resolução define que as características físicas, químicas e biológicas para a água em todos os tipos de reúso para fins agrícolas e florestais deverão atender os limites definidos na legislação pertinente, assim como sua caracterização e o monitoramento periódico da água de reúso, recomendando-se observar:

1. *A natureza da água de reúso;*
2. *A tipologia do processo de tratamento;*
3. *O porte das instalações e vazão tratada;*
4. *A variabilidade dos insumos;*
5. *As variações nos fluxos envolvidos; e*
6. *O tipo de cultura.*

Vale ressaltar que o produtor da água de reúso é responsável pelas informações constantes de sua caracterização e monitoramento.

A Diretriz Técnica Nº 05 de Setembro de 2019 da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - FEPAM deve ser considerada quando da avaliação da

viabilidade ambiental do licenciamento de atividades geradoras de efluentes líquidos sanitários ou industriais, quanto ao destino final a ser dado aos mesmos. Para a viabilidade do tratamento dos efluentes líquidos e reúso para fins urbanos deverão se definir usos previstos, às necessidades de volume e de qualidade para cada uso. Também, prever solução alternativa para descarte dos efluentes nas épocas de baixa necessidade de reúso ou de problemas operacionais, verificando a viabilidade conforme esta diretriz para o volume total (FEPAM, 2019).

Nos casos em que a água de reúso for destinada à irrigação paisagística, deverão ser observadas as concentrações de cloretos e sódio, objetivando minimizar riscos de danos ao solo e à vegetação. Para tal, deverá ser observado no projeto, parecer técnico de profissional habilitado para a taxa de aplicação, com concentrações para cloretos não superiores a 350 mg/L (FEPAM, 2019).

No que diz respeito ao reúso de água no Estado do Rio Grande do Sul, o Conselho Estadual do Meio Ambiente, através da Resolução 419, de 13 de fevereiro de 2020, estabelece critérios e procedimentos para a utilização não potável de água de reúso proveniente de efluentes líquidos tratados de origem industrial ou sanitária, para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais.

Segundo o Art. 2 da Resolução 419/2020, a água de reúso é definida como um efluente tratado em grau suficiente para atender os padrões de qualidade para aproveitamento não potável em determinadas atividades que não requerem necessariamente o uso de água potável.

A Resolução em questão ainda estabelece que na geração de água de reúso, devem ser atendidas as condições de padrões de qualidade da água para fins urbanos, agrícolas e florestais, conforme a Tabela 3 e 4. Além disso, na aplicação de água de reúso deverá haver a disponibilidade de registros operacionais, bem como o licenciamento ambiental junto ao órgão ambiental competente, conforme as atividades definidas em Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente.

A água de reúso para fins urbanos é dividida em duas classes de qualidade: Classe A – água de reúso destinada à irrigação paisagística em locais de acesso irrestrito, lavagem de logradouros públicos e lavagem de veículos; e Classe B – água de reúso destinada à irrigação

paisagística em locais de acesso limitado ou restrito, ao abatimento de poeira, aos usos na construção civil e em estações de tratamento de efluente e à desobstrução de redes de esgoto pluvial e/ou cloacal. Quando a água de reúso for destinada à desobstrução de redes de esgoto pluvial ou cloacal, é dispensado o atendimento do parâmetro de coliformes termotolerantes (CONSEMA, 2020).

Tabela 3 – Padrões de Qualidade da Água de Reuso Para Fins Urbanos (CONSEMA, 2020).

Parâmetros	Classe A	Classe B	Unidade
Coliformes Termotolerantes	< 200	< 10 ³	NMP/100mL
Ovos de helmintos	< 1	Não se aplica	Ovo/L
Cloro Residual Total		< 1	mg/L
Condutividade elétrica		< 3	dS/m

Fonte: Resolução 419 do CONSEMA

Tabela 4 – Padrões de Qualidade da Água de Reuso Para Fins Agrícolas e Florestais (CONSEMA, 2020).

Parâmetros	Valor Máximo Permissível	Unidade
pH	Entre 6 e 9	-
Alumínio	5	mg/L
Arsênio	0,1	mg/L
Bário	5	mg/L
Boro	0,5	mg/L
Cádmio	0,01	mg/L
Chumbo	0,5	mg/L
Cianeto	0,2	mg/L
Cloreto	106,5	mg/L

Cobalto	0,05	mg/L
Cobre	0,2	mg/L
Cromo total	0,5	mg/L
Cromo hexavalente	0,1	mg/L
Ferro	5	mg/L
Fluoreto	10	mg/L
Manganês	0,2	mg/L
Mercurio	0,01	mg/L
Molibdênio	0,5	mg/L
Níquel	0,2	mg/L
Selênio	0,02	mg/L
Sulfeto	1	mg/L
Vanádio	0,1	mg/L
Zinco	2	mg/L
Óleos e Graxas: mineral	10	mg/L
Óleos e graxas: vegetal ou animal	30	mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,1	mg/L
Coliformes Termotolerantes	104	NMP/100mL
Ovos de helmintos	1	Ovo/L

Fonte: Resolução 419 do CONSEMA

A Resolução 419/2020 determina que deve haver o monitoramento periódico dos parâmetros conforme a finalidade da água de reúso, com a frequência descrita na Tabela 5. Também, deverá ser feito o controle e registro do volume gerado, destinação e eventuais

inconformidades ocorridas e ações corretivas adotadas e demais registros operacionais. O órgão ambiental competente poderá exigir monitoramento com frequência diferenciada, desde que tecnicamente justificado.

Tabela 5 – Monitoramento Periódico dos Parâmetros (CONSEMA, 2020).

Vazão da água de reúso (m³/dia)	Frequência
Q ≤ 150	Semestral
150 < Q ≤ 300	Trimestral
300 < Q	Bimensal

Fonte: Resolução 419 do CONSEMA

Ainda, segundo a Resolução N° 419/2020 do CONSEMA, na distribuição e na aplicação de água de reúso, deverá ser utilizado um sistema devidamente sinalizado como não potável, sendo vedada a mistura de água de reúso de diferentes geradores, com a finalidade de evitar a contaminação cruzada e garantir sua rastreabilidade.

Além disso, é vedado a aplicação de água de reúso em raio mínimo de 70 metros de poços e outras captações de água subterrâneas utilizadas para abastecimento de água para consumo humano. É vedada a aplicação de água de reúso para fins urbanos, agrícolas e florestais oriunda de processos industriais que apresentem substâncias definidas como poluentes orgânicos persistentes (CONSEMA, 2020).

De acordo com o Art. 13 e 14 desta Resolução, no primeiro licenciamento para utilização de água de reúso para fins agrícolas e florestais deverá ser apresentada uma análise de solo da área objeto da aplicação. Tal análise de solo deverá contemplar o cálculo do Percentual de Sódio Trocável (PST) do solo e os seguintes parâmetros: condutividade elétrica, argila, pH, índice SMP, fósforo, potássio, matéria orgânica, alumínio, cálcio, magnésio, H + Al, Capacidade de Troca Catiônica (CTC), saturação de bases, saturação de alumínio e enxofre, cobre zinco, manganês, sódio, boro, cádmio, níquel, chumbo, mercúrio, arsênio, molibdênio, selênio, vanádio, cobalto, bário, cromo hexavalente e cromo trivalente. Além disso, no monitoramento do solo, a amostragem do solo, bem como a determinação do número de sub-amostras coletadas para a composição da amostra composta, deverão atender à

metodologia descrita no “Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina”, elaborado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-Núcleo Regional Sul. E também, deverá ser informado ao órgão ambiental qual rodízio cultural que será adotado quando da adoção do reúso. O monitoramento da área de aplicação será realizado através de análise de solo com periodicidade anual para os parâmetros definidos pelo órgão ambiental competente no processo de licenciamento conforme características da água de reúso (CONSEMA, 2020).

Por fim, em conformidade com a Resolução, a utilização de água de reúso é vetada na produção de frutos, hortaliças, raízes e tubérculos onde o produto fique em contato direto com o solo ou com a água de reúso para consumo humano na forma crua (CONSEMA, 2020).

3.6 APLICAÇÕES PRÁTICAS SOBRE REUSO DE ÁGUA

3.6.1 **Tratamento de Esgotos Domésticos** (JORDÃO e PESSÔA, 2014)

Jordão e Pessoa (2014) definiram parâmetros para o reúso industrial da água. Na Tabela 6 constam os parâmetros a serem analisados no reúso da água, bem como seus principais efeitos citados pelos autores.

Tabela 6: Parâmetros da água de reúso e efeitos principais.

Parâmetros	Efeitos principais
Alcalinidade	Afeta a estabilidade do pH.
Amônia	Interfere com a formação de cloro residual livre, favorecendo o crescimento microbiológico.
Cálcio e magnésio	Incrustação.
Sulfeto de hidrogênio	Corrosão, geração de odores.
Ferro	Incrustação e manchas.
Qualidade microbiológica da água	Possibilidade de entupimentos.
Nitratos	Crescimento de microrganismos.
pH	Pode afetar as reações químicas e a solubilidade.
Fósforo	Incrustação, favorece o crescimento de microrganismos.
Matéria orgânica residual	Crescimento de microrganismos, formação de crostas, limo e espuma.
Sílica	Incrustação.
Sulfatos	Corrosão.
Sólidos em suspensão	Deposição, crescimento microbiológico.

Fonte: Jordão e Pessoa (2014).

3.6.2 Manual de Conservação e Reuso de Água para a Indústria (SAUTCHUK *et. al.*, 2004).

O Manual de Conservação e Reuso da Água para a Indústria foi elaborado para impulsionar o desenvolvimento sustentável, tendo em vista que a adoção destas práticas tem benefícios ambientais, econômicos e sociais. O principal objetivo deste manual foi apresentar as etapas envolvidas na implantação de um Programa de Conservação e Reuso da Água (PCRA).

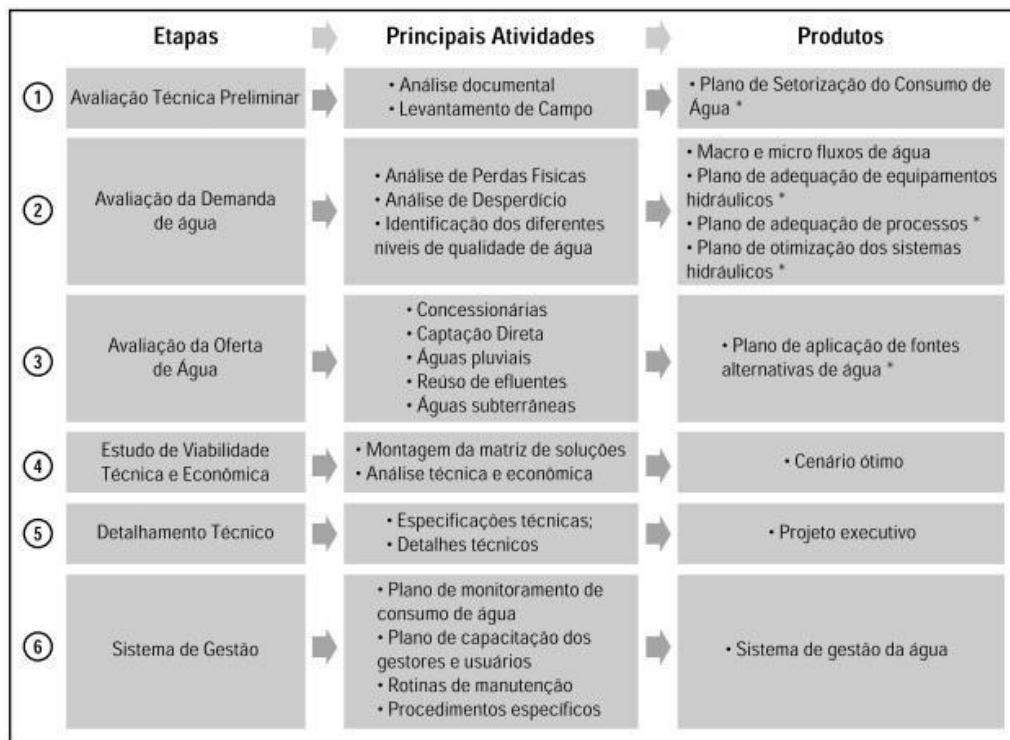
Implantar um Programa de Conservação e Reuso da Água para a Indústria, sob ótica ambiental, contribui para a prevenção dos recursos hídricos, favorecendo o desenvolvimento sustentável. Já no aspecto social, provoca um aumento da disponibilidade hídrica à população

por meio da redução das captações de água dos mananciais. Na questão econômica, reduz os custos com insumos em geral, como água, energia e produtos químicos.

Um PCRA é composto por um conjunto de ações de racionalização do uso da água na unidade industrial, que devem ser detalhadas de acordo com uma análise de demanda e oferta de água, em função dos usuários e atividades consumidoras, com base na viabilidade técnica e econômica da implantação das mesmas. Implantar um PCRA significa otimizar o consumo da água, com a consequente redução do volume de efluentes gerados e utilizar as fontes alternativas de água disponíveis, considerando os diferentes níveis de qualidade necessários, de acordo com um sistema de gestão apropriado.

Para a implantação de um PCRA, se buscam ações para a otimização do consumo de água, em busca do menor consumo possível para a realização das mesmas atividades, garantindo-se a qualidade da água fornecida e o bom desempenho destas atividades. Com o consumo minimizado, avaliam-se possibilidades de utilização de fontes alternativas de abastecimento de água. Logo após, deverá ser implementado um Sistema de Gestão permanente, para a garantia de manutenção dos índices de consumo obtidos e da qualidade da água fornecida. Tal sistema terá um Gestor da Água, responsável pelo monitoramento contínuo do consumo e pelo gerenciamento das ações de manutenção preventiva e corretiva ao longo do tempo. Na Figura 2 tem-se as etapas que abrangem um Programa de Conservação e Reúso da Água.

Figura 2: Etapas de implantação de um PCRA.



Fonte: Manual de Conservação e Reúso de Água para a Indústria

- (1) Avaliação técnica preliminar: Consiste no levantamento de todas as informações e dados que envolvam o uso de água na indústria, objetivando o pleno conhecimento sobre a condição atual de sua utilização.
- (2) Avaliação da demanda de água: Nesta etapa é feita a identificação das diversas demandas para a avaliação do consumo de água atual e das intervenções necessárias para a eliminação/redução de perdas, racionalização do consumo e redução de geração de efluentes.
- (3) Avaliação da oferta de água: As indústrias podem ter seu abastecimento proveniente da rede pública, água bruta fornecida por terceiros, captação direta de mananciais, águas subterrâneas, águas pluviais e efluente tratado. A garantia da qualidade da água implica no comprometimento do produto final, dos processos produtivos e equipamentos, na segurança e saúde dos usuários.
- (4) Estudo de viabilidade técnica e econômica: Este estudo deverá fornecer os subsídios necessários para a consolidação do PCRA e o planejamento das ações de

implantação do mesmo, com ênfase nos maiores consumidores, bem como para a imediata geração de economias, com baixos investimentos e períodos de atrativos de retorno.

(5) Detalhamento técnico: Etapa onde são detalhadas as ações tecnológicas a serem implementadas através de um cronograma de implantação das atividades para a elaboração de fluxo de caixa, especificação do sistema de setorização para o monitoramento do consumo, detalhamento de cada intervenção, especificação de sistemas, materiais e equipamentos a serem instalados, elaboração de procedimentos para as atividades consumidoras de água contempladas no PCRA e manuais de manutenção e operação dos sistemas e equipamentos.

(6) Sistema de gestão: Para que o PCRA seja implementado com sucesso, faz-se necessário uma Política de Gestão de Água com a implementação de uma Política de Conservação de Água pela direção ou responsáveis pela edificação; integração do Plano de Gestão da Água com os demais insumos, de forma a avaliar os impactos gerados; sinergismo e alinhamento das áreas humanas e técnicas; avaliação contínua da quantidade de água envolvida nas atividades, bem como a sua qualidade; avaliação de custos com água; avaliação de custos do ciclo de vida das opções de conservação da água; capacitação de profissionais de manutenção; divulgação de diretrizes básicas, metas e economias geradas e acompanhamento dos indicadores de consumo de indústrias similares para efeito de comparação.

3.6.3 Estudo do Efluente de Lavagens Automotivas e de Sua Viabilidade Econômica Para Reuso (BORGES, Mariana R., 2021).

Devido à necessidade de desenvolver formas de reaproveitamento de água, o objetivo do estudo foi caracterizar o efluente oriundo de um local de lavagem automotiva e propor um sistema piloto de tratamento de efluente, bem como avaliar a viabilidade econômica da implantação e manutenção do mesmo. Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizada a caracterização do efluente mediante bibliografia, descrição do local de lavagem dos veículos, e posteriormente elaborado um projeto piloto da ETE, bem como uma análise de viabilidade econômica.

Além da água, o estabelecimento de estudo utiliza produtos químicos como detergentes, desengraxantes à base de ácido cítrico, silicone líquido, revitalizador de peça plástica e preteador de pneu. O empreendimento utiliza o sistema lava a jato manual, com água potável proveniente do sistema de abastecimento do município, e lava em média 22 veículos por semana.

A partir da análise realizada no estabelecimento, foi proposto um sistema de tratamento do efluente gerado, composto pelas etapas de gradeamento das caneletas, para reter sólidos grosseiros, em seguida o efluente gerado é depositado em um reservatório de adução, onde será adicionado sulfato de alumínio, com o objetivo de desestabilizar partículas coloidais. Na sequência o efluente é transportado para uma separadora de água e óleo. Logo após, o efluente passa pela etapa de filtração, que está compreendida em um reservatório de 1000 L e segue, após a filtração, através de uma tubulação, para um reservatório de 2000 L, onde são adicionadas pastilhas de cloro a fim de fazer a desinfecção da água, e após 30 minutos a água está pronta para ser reutilizada.

3.6.4 Reuso de Efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto no Beneficiamento do Concreto (JÚNIOR, Luis C. S.S.; OBRACZKA, Marcelo, 2020).

O estudo teve como objetivo contribuir para a implementação do reúso de águas residuárias na indústria de beneficiamento do concreto como uma alternativa sustentável de gestão de recursos hídricos no município do Rio de Janeiro, bem como avaliar o impacto ambiental gerado pelo reúso. De acordo com dados e normas, foi possível fazer a comparação com parâmetros de monitoramento dos efluentes tratados e de águas de reúso da estação de tratamento de esgotos domésticos, ETE Alegria, operada pela Companhia Estadual de Água e Esgoto (CEDAE) no Rio de Janeiro. A ETE possui tratamento secundário, com a tecnologia de lodos ativados com aeração prolongada, que confirma uma eficiência mínima de remoção de DBO de 90%. Logo após o tratamento o efluente é lançado na Baía de Guanabara.

A ETE Alegria já dispõe de um sistema de reúso, do qual forneceu durante alguns anos água de reúso a empreiteiras para realização de obras do Porto Maravilhas (atualmente inoperante), situado a jusante do tratamento secundário, esse sistema dispõe de dois filtros em linha, seguidos de desinfecção por hipoclorito de sódio. A capacidade do sistema é de 720 m³/dia de fornecimento de água de reúso.

Considerando os limites estabelecidos e recomendados para águas de amassamento, e de acordo com dados disponibilizados pela CEDAE, foram adotados e analisados os parâmetros de pH, sulfatos, fosfatos, nitratos, chumbo, zinco, sólidos em suspensão totais e cloretos, e concluiu-se que todos os parâmetros analisados atendem aos limites estabelecidos pelas legislações e normas pertinentes referentes a água para produção de concreto.

Portanto, estimou-se que a redução mensal na carga de poluentes seria de 168 kg de DBO, 122 kg de Nitrogênio e 24 kg de Fósforo, que deixariam de ser lançados no corpo hídrico, sendo confirmado então que o emprego de efluentes sanitários tratados se apresenta como uma alternativa sustentável de gestão de recursos hídricos no Rio de Janeiro.

3.6.5 Estudo da Viabilidade do Reaproveitamento de Água da Chuva na Cidade de Belo Horizonte – MG Para Utilização Residencial (ALVIM, Fábio H. S.; SILVA, Álvaro B. H., 2021).

O presente estudo tem por objetivo avaliar a viabilidade de implantação de sistemas de captação da água da chuva como alternativa ao abastecimento de água para fins de utilização não potáveis, considerando uma residência localizada no município de Belo Horizonte, com o intuito de reduzir o consumo de água potável e contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Como metodologia foram coletados dados que determinaram o índice pluviométrico da cidade de Belo Horizonte. Além disso, foi definida a área de captação da água da chuva, feito o cálculo de vazão, dimensionamento dos condutores verticais e horizontais, histórico do consumo de água, dimensionamento da caixa d'água e da bomba d'água. O estudo foi elaborado para atender uma residência constituída de 3 pavimentos, distribuída em 1º, 2º e 3º pisos, possuindo dois moradores.

Como conclusão estudo se apresentou viabilidade para utilização da água da chuva nas atividades que não necessitam de água potável, o que reduz 48% o consumo de água da rede de abastecimento.

3.6.6 Potencialidades do Reuso da Água: Estudos de Caso no Setor Sucralcooleiro e Universitário (MEDEIROS, Gerson A.; JUNIOR, Osvaldo O. C.; VACCARI, Gabrielly B., 2012).

O objetivo do estudo foi avaliar a viabilidade do reúso da água, baseado em dois estudos de caso no estado de São Paulo, envolvendo o setor sucroalcooleiro e o universitário.

Como metodologia foi realizado um estudo de caso e uma pesquisa exploratória na Usina Colombo S/A, localizada no município de Ariranha – SP. Neste estudo aplicou-se um questionário para levantar as informações da usina relacionadas ao seu sistema de gestão de recursos hídricos, principalmente a reutilização de água

Já o estudo de caso realizado na Faculdade de Tecnologia de Indaiatuba (FATECID), localizada em Indaiatuba – SP, avaliou o aproveitamento das águas pluviais, desprezando-se as águas cinzas e negras. O perfil de demanda de água dessa instituição foi estimado, pois não existiam registros de consumo de água na FATECID até 2010, em virtude de acordo com a prefeitura local. A viabilidade econômica do aproveitamento de água pluvial foi avaliada por meio do índice pluviométrico do município, área de coleta de água da chuva e demanda prevista. Com isso, arbitrou-se um volume de reservatório de 130 m³, baseado na estrutura já disponível. Logo após, foi feita uma simulação da variação mensal de água da chuva armazenada.

Como resultados e discussões, segundo dados do Grupo Colombo, a média do consumo de água no sistema produtivo foi de 0,78 m³ de água por tonelada de cana processada na safra de 2009/2010. Uma estratégia de gestão ambiental da empresa para a redução do consumo de água foi a sua reutilização para o resfriamento. Essa reutilização ocorre por meio de sua recirculação em um circuito fechado, para elevar a eficiência da troca térmica, tanto na fabricação do açúcar, como na do álcool. Antes da implantação desse sistema, a empresa consumia cerca de 1200 m³ de água por dia, após a implantação do processo de recirculação o consumo de água passou para aproximadamente 2 m³ por dia.

Outra estratégia da empresa se dá pela fertirrigação com vinhaça, que além de fonte de nutrientes, fornece a água para a cultura. O volume de vinhaça na safra 2009/2010 alcançou 2.494.186 m³, equivalente a 0,498 m³ por tonelada de cana processada. A partir de 2002, o Grupo Colombo passou a tratar a água residual resultante da sua atividade industrial, que correspondeu a um investimento de cerca de R\$ 950.000,00, recuperado em 5 anos. O processo é capaz de tratar 72.500 m³ de águas residuárias por mês, que depois de tratada retorna para a empresa, podendo ser utilizada na irrigação do gramado e de jardins, além de

outros usos não potáveis, como lavagem de caminhões e de áreas externas. A estação tem capacidade de tratar 150 m³/h de águas residuárias.

No estudo de caso na FATECID, foram coletados dados da precipitação média mensal de 1988 a 2010. Durante esse período, a precipitação média anual foi 1.285,4 mm. O mês de maior precipitação média foi Janeiro, que corresponde a 254,6 mm por mês, enquanto agosto é o mês de menor precipitação, tendo como média 24,4 mm por mês. Assim, arbitrou-se o indicador de consumo de água de 8,0 L/aluno/dia para a FATECID, assumindo meses de 30 dias e desconsiderando períodos de recesso escolar. Segundo informações fornecidas pela FATECID, projetou-se uma população de 1.100 consumidores no segundo semestre de 2010, o que correspondeu a um consumo diário de 8,8 m³ de água na FATECID.

Considerando que a FATECID é voltada exclusivamente para atividades presenciais e desprovida de laboratórios ou instalações que tenham demanda elevada de recurso hídrico, assumiu-se que cerca de 50% do consumo total de água é destinado para fins não potáveis, como descargas e lavagens de áreas externas, correspondendo a cerca de 4,4 m³ por dia, o que equivale a 132 m³ por mês. Ainda de acordo com o estudo, afirmou-se que de dezembro a abril o sistema de reúso de água atenderá a demanda da instituição, considerando que o reservatório suporta 130 m³ de água da chuva, e de maio a novembro será necessária a complementação ao sistema de reúso.

4. METODOLOGIA

A metodologia de estudo foi dividida em caracterização da área de estudo, estimativa de consumo, estimativa de descarte e situação da qualidade da água. Todos os valores utilizados, como consumo de água, número de alunos matriculados, vazão na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e demais, referem-se ao ano de 2019, durante o qual todas as atividades da UFFS estavam ocorrendo na modalidade presencial, ou seja, antes do funcionamento no *Campus* ser alterado em função da pandemia do COVID-19, que iniciou em março de 2020.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, nº 1580, bairro São Pedro, município de Cerro Largo/RS, situado a 28°08'28"S e 54°45'24"W, a qual envolve as áreas pertencentes à Unidade Expocel do *Campus* Cerro Largo da Universidade Federal da Fronteira Sul. Na Figura 3 podemos ver a localização da UFFS *Campus* Cerro Largo – Unidade Expocel. As áreas pertencentes à Unidade Seminário não encontram-se na imagem pois situam-se em outro bairro do município e também porque não foram incluídas no presente trabalho. A área total do *Campus* Unidade Expocel é de 404.666,75 m².

Figura 3: UFFS *Campus* Cerro Largo – Unidade Expocel.



Fonte: Arquivo próprio da UFFS

O *Campus* da UFFS de Cerro Largo conta com os cursos de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Bacharelado em Administração, Bacharelado em Agronomia, Licenciatura em Física, Licenciatura em Química, Licenciatura em Ciências Biológicas e Licenciatura em Letras (Português e Espanhol).

Na Tabela 7 está relacionado o quadro de professores, técnicos administrativos, terceirizados e alunos que frequentavam o *Campus* no ano de 2019.

Tabela 7: Número de servidores e alunos da UFFS em 2019.

Função	Número de pessoas
Alunos	1.203
Professores	106
Técnicos Administrativos	78
Terceirizados	34
TOTAL	1.421

Fonte: Autora (2022)

Nas Figuras 4 e 5 estão indicadas as áreas de estudo do presente trabalho, compostas pelos seguintes prédios: Bloco A, Bloco dos Professores, Laboratórios 1, 2 e 3 e Área Experimental (composta por galpão, horta e estufas). Desta forma, não foram incluídos no presente trabalho, o prédio onde funciona o Restaurante Universitário e a Unidade Seminário.

Figura 4: Bloco A e Bloco dos Professores



Fonte: Google Earth

Figura 5: Laboratórios e Área Experimental



Fonte: Google Earth

Cada laboratório conta com 15 salas, um banheiro masculino e um feminino, um banheiro masculino para PNE e um banheiro feminino para PNE. A área total dos laboratórios é de 3.451,53 m², sendo 1.150,51 m² cada laboratório. Os laboratórios são um espaço destinado a aulas e pesquisas, que permitem que os alunos tenham uma aplicação prática dos assuntos abordados em sala de aula. As plantas de cada laboratório constam no Anexo 1.

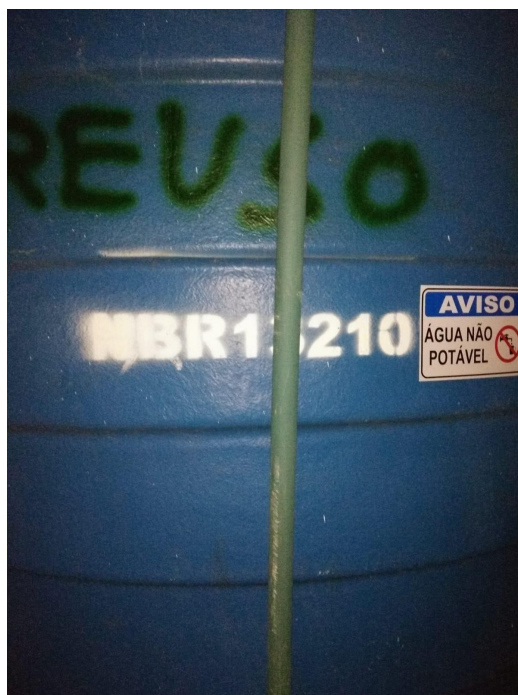
A área experimental é subdividida em um galpão, área para horta e área de estufas, totalizando uma área de 7.000 m². No galpão são guardados alguns maquinários agrícolas, contém um banheiro (com um sanitário e uma pia) e um bebedouro. Na área do galpão são lavados maquinários e implementos agrícolas. A área da horta é utilizada para experimentos com plantio de hortaliças e possui um sistema de irrigação feito por gotejamento. Na estufa são feitos experimentos com soja, milho, canola, feijão, plantio e irrigação de mudas frutíferas e também, a manutenção de mudas de espécies arbóreas, para os quais o sistema de irrigação é realizado por meio de gotejamento e/ou microaspersão.

O Bloco A tem uma área de 4.925,06 m² e é dividido em 4 andares, composto por uma cantina, uma cozinha, 4 banheiros femininos, 4 banheiros masculinos, 4 banheiros masculinos para PNE, 4 banheiros femininos para PNE, um auditório, uma biblioteca e 30 salas onde são realizadas as aulas teóricas e algumas são destinadas ao funcionamento das secretarias e unidades de apoio. O Bloco dos Professores tem uma área de 2.522,74 m², dividido em 2 andares, contendo um auditório, 2 banheiros masculinos, 2 banheiros femininos, uma cozinha e 56 salas, onde na sua maior parte há circulação de professores e técnicos administrativos. As plantas de cada bloco constam no Anexo 2.

O Bloco A, os Laboratórios 1, 2 e 3 e o Bloco dos Professores possuem um sistema para utilização de água de reúso nas descargas dos sanitários. Em cada um dos prédios, a água da chuva é coletada no telhado e canalizada por meio de calhas, chegando até uma grade fina e finalmente armazenada em um reservatório de 30.000 L, que fica localizado na parte inferior dos prédios. A partir deste reservatório, a água de reúso é bombeada para a parte superior do prédio, onde há um reservatório de 10.000 L. Tão logo estejam vazios os reservatórios de água de reúso, a água da rede é automaticamente utilizada. No momento da realização deste trabalho, o sistema de reúso dos laboratórios não encontrava-se em funcionamento, por ter sofrido danos, há pelo menos três anos, e estar aguardando reparos.

Na Figura 6 consta o registro fotográfico do reservatório de 10.000 L de água de reúso na parte superior do Bloco A.

Figura 6: Reservatório de 10.000 L de água de reúso no Bloco A da UFFS *Campus Cerro*
Largo.



Fonte: Autora (2022).

Na Figura 7 consta o registro fotográfico dos reservatórios de água de reúso de 30.000 L na parte inferior do Bloco dos Professores.

Figura 7: Reservatório de 30.000 L de água de reúso na parte inferior do Bloco dos Professores.



Fonte: Autora (2022).

O detalhamento das salas e demais áreas, juntamente com seu consumo e descarte de água encontra-se descrito no item seguinte do texto.

As classificações de qualidade de água utilizadas no presente trabalho foram adotadas como: água destilada, água potável, água média, água baixa, águas cinzas e águas negras. A descrição de cada uma delas encontra-se presente na Tabela 8.

Tabela 8: Classificações da qualidade da água.

Classificação	Descrição
Água destilada	A água destilada é uma água pura e com baixa concentração de sais minerais. Trata-se da água que passou por mais um tratamento. Ela é utilizada principalmente em processos industriais e em laboratórios para preparar reagentes e solventes.

Água potável	Água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria GM/MS N° 888 e que não ofereça riscos à saúde.
Água média	A água média foi uma definição adotada no presente trabalho, para a água que apresenta qualidade ligeiramente inferior à destilada e à potável, não possuindo características que permitam que ela seja destinada ao consumo humano e nem ao contato direto com pessoas. Trata-se de uma água que teve contato com alguns equipamentos e dispositivos específicos, possuindo peças metálicas, cerâmicas ou de plástico, que podem liberar alguns metais. Desta forma, esta água apresenta possibilidade de ser utilizada em equipamentos que não possuem aquecimento sob temperaturas elevadas e nem dispositivos (peças) susceptíveis a sofrer danos com incrustações, decorrentes da presença destes metais.
Água baixa	Assim como a água de qualidade média, a água de qualidade baixa foi uma definição adotada no presente trabalho para a água com qualidade requerida em vasos sanitários e mictórios, ou seja, que não necessita ser potável nem destilada e ainda, que não entra em contato direto com as pessoas.
Águas cinzas	As águas cinzas são provenientes de pias, tanques, bebedouros e poderiam ser reutilizadas após prévio tratamento.
Águas negras	As águas negras são provenientes de vasos sanitários e mictórios e após o uso, vão diretamente para a ETE.

4.2 ESTIMATIVA DA QUALIDADE E QUANTIDADE DE ÁGUA CONSUMIDA

Para estimar o consumo de água da área de estudo foram feitas visitas ao *Campus* da UFFS Cerro Largo, levantamentos fotográficos, e também análises de vazão dos equipamentos que consomem água. As informações de frequência de troca e qualidade de água requerida para uso nos equipamentos foram fornecidas por técnicos e professores colaboradores responsáveis pelos equipamentos.

4.2.1 Consumo nos Laboratórios 1, 2 e 3

Na Tabela 9 estão quantificados os equipamentos e as instalações que utilizam água no Laboratório 1. As salas que não possuem nenhuma instalação ou equipamento com uso de água, não foram relacionadas.

Tabela 9: Equipamentos e instalações que consomem água no Laboratório 1.

Laboratório 1	Equipamentos e Instalações	Estimativa de Consumo (L/mês)
Sala 102	1 Medidor de perda de carga; 1 Medidor de vazão; 1 Canal de hidráulica; 1 Sistema de bombas.	205,50
Sala 104	1 Deionizador; 2 pias.	123,94
Sala 106	1 pia.	48,08
Sala 112	1 Banho Maria; 1 Banho Dubnoff; 5 pias.	840,40
Sala 113	1 Banho Dubnoff; 5 pias.	540,40
Banheiros	13 vasos sanitários; 3 mictórios; 10 pias.	5.128,20
Bebedouros	3 bebedouros.	380,00
TOTAL		7.266,52

Fonte: Autora (2021).

Na sala 102 do Laboratório 1, o medidor de perda de carga tem capacidade para aproximadamente 100 L de água. O Medidor de vazão tem capacidade de 150 L, o Canal de hidráulica utiliza aproximadamente 372 L de água e o Sistema de bombas 200 L. Conforme informação fornecida, todos esses equipamentos, após cheios, utilizam a mesma água por

aproximadamente 4 meses, até serem limpos e novamente utilizados, de acordo com as necessidades das turmas. A partir das capacidades dos equipamentos e sua frequência de troca de água, obteve-se o valor indicado de 205,50 L/mês. Embora atualmente estes equipamentos utilizem água potável, a necessidade da qualidade da água pode ser de média qualidade, uma vez que os equipamentos relacionados não submetem a água a aquecimentos com temperaturas elevadas e nem ao contato com materiais frágeis e susceptíveis à incrustação.

Na sala 104, o Deionizador utiliza aproximadamente 250 L/ano de água e ela é toda consumida, portanto não há descarte. A partir da capacidade do equipamento e sua frequência de uso, obteve-se o valor de 27,78 L/mês. A necessidade da qualidade da água deve ser destilada, em virtude da manutenção do tempo de vida útil do filtro deionizador.

Cada Banho Maria e Banho Dubnoff utiliza aproximadamente 15 L de água. Sua frequência de uso é diária, considerando 20 dias letivos, chegou-se ao valor de 300 L/mês de água. A qualidade da água deve ser destilada, pois nestes equipamentos a água é submetida a altas temperaturas e entra em contato com dispositivos mais susceptíveis a sofrer danos com incrustações.

As pias, bebedouros, mictórios e vasos sanitários relacionados nos Laboratórios 1, 2 e 3 possuem o mesmo consumo em L/hab.mês, no entanto, o número de alunos que frequentam cada laboratório varia, o que resultou em valores diferentes de L/mês. A estimativa do número de alunos que possuem acesso a cada laboratório foi feita conforme informação repassada pela Coordenação dos Laboratórios na data de 13 de outubro de 2021 (Anexo 3), a qual indicou o equivalente a 19, 50 e 53 alunos usuários nos Laboratórios 1, 2 e 3, respectivamente. Na sequência conta o procedimento para o cálculo dos consumos destas instalações para o Laboratório 1, do qual se seguiu o mesmo roteiro para os Laboratórios 2 e 3.

Todas as pias relacionadas são utilizadas para lavagem de vidrarias e higienização das mãos. De acordo com Marinoski e Ghisi (2008), são consumidos em média 2,91 L/hab.dia de água em pias utilizadas em instituições de ensino. Considerando-se um total de 20 dias letivos no mês e 19 alunos, estimou-se que o Laboratório 1 possui um consumo de 1.105,8 L/mês de água. A qualidade requerida da água para este uso é potável.

Para o cálculo de estimativa de consumo nos bebedouros nos Laboratórios 1, 2 e 3,

foram considerados: o número de alunos que possuem acesso aos laboratórios, o número de dias letivos e o consumo de água para o uso como bebida em escolas conforme citado por Silva, *et. al.* (2018). Conforme indicado por Silva *et. al.* (2018) o consumo em instituições de ensino superior é de aproximadamente 1 L/hab.dia de água nos bebedouros e considerando-se 19 alunos e 20 dias letivos, resultou em 380 L/mês nos bebedouros do Laboratório 1. A qualidade da água requerida para este uso é potável.

Nos mictórios, de acordo com Marinoski e Ghisi (2008), são consumidos em média 2,23 L/hab.dia de água, o que equivale a 847,40 L/mês de água consumida nos mictórios, considerando 20 dias letivos e o número de alunos com acesso ao laboratório.

Os vasos sanitários consomem aproximadamente 10 L/hab.dia de água, conforme Tsutiya (2006). Considerando 20 dias letivos e o número de alunos com acesso ao laboratório, resulta que são consumidos 3.800 L/mês de água nos sanitários.

A água nos mictórios e vasos sanitários deve apresentar qualidade conforme a NBR 13.969 de 1997, que estabelece turbidez inferior a 10 e coliformes fecais inferiores a 500 NMP/100 ml (denominada no presente estudo como de qualidade baixa) para água de reúso nas descargas dos vasos sanitários.

Destaca-se que, não foi considerado nestes cálculos de consumo, o número de professores, servidores técnicos administrativos e terceiros que circulam nos locais. Isto se deve ao fato de que, embora estas pessoas façam o uso da água, nem todos os alunos que foram considerados no cálculo circulam simultaneamente e nem em todos os dias letivos nos laboratórios.

Na Tabela 10 estão relacionados equipamentos e instalações que utilizam água no Laboratório 2.

Tabela 10: Equipamentos e instalações que consomem água no Laboratório 2.

Laboratório 2	Equipamentos e Instalações	Estimativa de Consumo (L/mês)
Sala 101	1 Autoclave vertical; 2 pias.	385,50
Sala 102	1 pia.	72,75
Sala 103	1 Autoclave vertical; 1 Banho Maria; 1 Deionizador; 2 pias.	713,28
Sala 104	2 pias.	145,50
Sala 105	3 pias.	218,25
Sala 106	1 Banho Maria; 3 pias.	518,25
Sala 107	2 pias.	145,50
Sala 108	1 pia.	72,75
Sala 109	1 Banho Maria; 2 pias.	445,50
Sala 110	1 pia.	72,75
Sala 111	5 pias; 1 Câmara para germinação.	365,97
Sala 112	1 Banho Dubnoff; 1 Banho Maria; 1 Autoclave vertical; 3 pias.	1.058,25
Sala 113	1 pia.	72,75
Sala 114	2 pias.	145,50
Banheiros	13 vasos sanitários; 3 mictórios; 10 pias.	12.957,50
Bebedouros	3 bebedouros.	1.000,00
TOTAL		18.390,00

Fonte: Autora (2022).

Nas salas 101, 103 e 112, a Autoclave vertical tem capacidade para aproximadamente 15 L de água. Considerando que sua frequência de uso é 4 vezes por semana (informação obtida dos professores coordenadores dos laboratórios) chegamos ao consumo de 240 L/mês. A parte interior, que entra em contato com a água, é composta por aço inox. Seu funcionamento é similar aos Banhos Maria e Dubnoff citados anteriormente, e desta forma a qualidade da água requerida é destilada.

O Deionizador é utilizado 5 horas por ano com uma capacidade de deionização de 50 L/hora, o que equivale a 250 L/ano. Considerando 9 meses letivos, chegou-se a um consumo de 27,78 L/mês. A qualidade da água requerida é destilada.

O Banho Maria (salas 103, 106, 109 e 112) tem frequência de uso de 4 dias por semana, o que equivale a 240 L/mês de água. O Banho Dubnoff (sala 112) utiliza 15 L de água, com frequência de 10 dias no mês, portanto, são 150 L/mês de água. Toda água utilizada nestes equipamentos deve ser destilada.

A Câmara para germinação utiliza 5 L de água, e sua frequência de uso é 4 vezes ao ano, considerando 9 meses letivos por ano, seu uso consome 2,22 L/mês de água. A qualidade de água requerida é destilada.

Para o cálculo do consumo de água em pias, bebedouros, mictórios e vasos sanitários considerou-se o número de alunos conforme informado (Anexo 3) de 50 alunos e os valores já informados para o Laboratório 1.

A Tabela 11 é composta pelos equipamentos e instalações utilizados no Laboratório 3.

Tabela 11: Equipamentos e instalações que consomem água no Laboratório 3.

Laboratório 3	Equipamentos e Instalações	Estimativa de Consumo (L/mês)
Sala 101	2 pias.	171,36
Sala 102	1 Destilador.	17.648,00
Sala 103	2 pias; 1 Banho Maria.	471,36
Sala 104	1 Banho Maria; 2 pias.	471,36
Sala 105	3 pias; 1 Máquina de gelo; 3 Destiladores de solventes.	6.357,04
Sala 106	3 pias; 1 Banho Maria.	557,04
Sala 107	2 pias.	171,36
Sala 109	2 pias; 1 Milli-Q; 1 Destilador.	27.710,83
Sala 110	2 pias.	171,36
Sala 113	3 pias; 1 Banho Maria.	557,04
Sala 114	1 Autoclave vertical; 1 Banho Maria; 2 pias.	771,36
Sala 115	3 pias; 2 Banho Maria.	857,04
Banheiros	13 vasos sanitários; 3 mictórios; 10 pias.	13.820,60
Bebedouros	3 bebedouros.	1.060,00
TOTAL		70.795,75

Fonte: Autora (2021).

A Máquina de gelo utiliza aproximadamente 5 L/dia de água, considerando 20 dias letivos no mês, estimou-se 100 L/mês de água. A qualidade requerida é de média qualidade para fins não potáveis, por não haver aquecimento, contato direto com pessoas e nem contato com dispositivos (peças) susceptíveis à incrustações.

Os Destiladores são feitos de aço inox, e a água passa por mangueiras de silicone para chegar até o destilador e para sair dele para o reservatório de água destilada e também para o descarte. Considerou-se o uso dos destiladores de 8 horas por dia, durante 20 dias por mês. Cada Autoclave vertical tem capacidade de aproximadamente 15 L de água. O Milli-Q

purifica a água e é utilizado aproximadamente 210 L por ano, considerando-se 9 meses letivos, temos um total de 23,33 L/mês.

Os Destiladores de solventes utilizam aproximadamente 100 L por dia de água. Toda água utilizada para estes equipamentos deve ser destilada.

Para o cálculo do consumo de água em pias, bebedouros, vasos sanitários e mictórios, considerou-se o número de alunos conforme informado (Anexo 3) de 53 alunos e os valores já informados para o Laboratório 1.

A partir dos dados de leituras do hidrômetro que mede a vazão de descarte dos 3 laboratórios, podemos observar na Tabela 12 os gastos com água dos dias 07 de janeiro de 2019 a 02 de dezembro de 2019 nos laboratórios. A leitura do hidrômetro no mês de fevereiro não é realizada em função de haver redução nas atividades na universidade, uma vez que grande parte dos servidores encontra-se em recesso neste período.

Tabela 12: Consumo de água dos laboratórios.

Datas das Medições	Volume (L)/mês
07/01/19	51.400
01/03/19	300
02/04/19	76.900
03/05/19	34.700
01/06/19	26.800
01/07/19	21.600
02/08/19	45.100
11/09/19	82.100
01/10/19	26.500
04/11/19	35.400
02/12/19	40.910

Fonte: Autora (2021).

A partir desses dados, obtivemos uma média de consumo de água de 40.150,00 L/mês para os 3 laboratórios. Analisando-se as quantidades totais de consumo de água indicadas nas

Tabelas 9, 10 e 11, e fazendo-se um somatório dos valores, chega-se ao valor de 53.807,85 L/mês. Esta diferença nos valores pode ser explicada em função de ter sido utilizado valores de trabalhos (referências bibliográficas) que foram realizados em diferentes regiões e estações do ano, dentre outros fatores e ainda, da expressiva variação de consumo de um mês para outro, conforme apresentado na Tabela 12. Como será visto na sequência do trabalho, o hidrômetro do Bloco A não realiza a medida total do prédio, deixando de fora a medida de várias instalações e além disso, como pode-se perceber dos dados da Tabela 12, a variação no consumo é elevada, variando de 300 a 82.100 L/mês. Por estes motivos, nos cálculos posteriores para avaliação do sistema de reuso, utilizou-se o valor estimado e não o valor dos hidrômetros, ou seja, utilizou-se os valores indicados nas Tabelas 9, 10 e 11.

4.2.2 Consumo na Área Experimental

Na Tabela 13 consta a leitura do hidrômetro do galpão, pertencente a área experimental de janeiro a dezembro de 2019.

Tabela 13: Leitura do hidrômetro do galpão.

Datas das Medições	Volume (L)/mês
07/01/19	4.680
01/03/19	1.890
02/04/19	1.980
03/05/19	2.610
01/06/19	3.250
01/07/19	2.660
02/08/19	1.950
11/09/19	3.060
01/10/19	2.410
04/11/19	3.900
02/12/19	5.090

Fonte: Autora (2021).

A partir dos dados apresentados, fez-se a média e se estimou 3.400 L/mês. A

qualidade da água consumida no galpão é potável.

Na Tabela 14 temos a leitura do hidrômetro das estufas, pertencentes a área experimental.

Tabela 14: Leitura do hidrômetro das estufas.

Datas das Medições	Volume (L)/mês
07/01/19	39.520
01/03/19	28.730
02/04/19	22.010
03/05/19	31.440
01/06/19	20.550
01/07/19	17.200
02/08/19	14.610
11/09/19	76.770
01/10/19	47.840
04/11/19	81.110
02/12/19	83.960

Fonte: Autora (2021).

Novamente, a partir desses dados, fez-se a média e se estimou 42.158,18 L/mês. A qualidade da água consumida nas estufas é potável.

Na Tabela 15 temos o consumo de água da horta da área experimental.

Tabela 15: Consumo de água da horta.

Datas das Medições	Volume (L)/mês
07/01/19	2.180
01/03/19	1.410
02/04/19	650
03/05/19	880
01/06/19	640
01/07/19	430
02/08/19	560
11/09/19	1.370
01/10/19	2.180
04/11/19	4.750
02/12/19	6.170

Fonte: Autora (2021).

De acordo com os dados obtidos, chegou-se a média de consumo de 1.930 L/mês. A qualidade da água consumida na horta é potável.

4.2.3 Consumo no Bloco A e no Bloco dos Professores

Para os cálculos de consumo apresentados nas Tabelas 16 e 17, o número de alunos e de professores que circulam nestas áreas foi determinado a partir de informação obtida na página da UFFS (UFFS, 2019) e de informação concedida pela Coordenação Administrativa, respectivamente (Anexo 4). Destaca-se que, similar ao que foi feito para os laboratórios, aqui não considerou-se o número de servidores técnicos administrativos e terceiros que circulam nos locais. Isto se deve ao fato de que, embora estas pessoas façam o uso da água, nem todos os alunos e professores que foram considerados no cálculo circulam simultaneamente e nem em todos os dias letivos. Sendo assim, para todas as instalações considerou-se 20 dias letivos, 1.203 pessoas circulando no Bloco A e 106 pessoas circulando no Bloco dos Professores. Na Tabela 16 podemos identificar instalações que consomem água no Bloco A.

Tabela 16: Instalações que consomem água no Bloco A.

Instalações do Bloco A	Consumo de água (L/mês)
4 bebedouros	24.060,00
53 vasos sanitários	240.600,00
16 mictórios	53.653,80
53 pias	70.014,60
2 tanques	360,00
TOTAL	388.688,40

Fonte: Autora (2021).

Na Tabela 17 constam as instalações que consomem água no Bloco dos Professores.

Tabela 17: Instalações que consomem água no Bloco dos Professores.

Instalações Bloco dos Professores	Consumo de água (L/mês)
1 bebedouro	2.120,00
24 vasos sanitários	21.200,00
4 mictórios	4.727,60
29 pias	6.169,20
2 tanques	360,00
TOTAL	34.576,80

Fonte: Autora (2021).

Os valores de consumo de água em L/hab.dia para os bebedouros, vasos sanitários, mictórios e pias utilizados para obtenção dos resultados apresentados são os mesmos que já foram citados no Laboratório 1 (Item 4.2.1), sendo equivalente a 1 L/hab.dia, 10 L/hab.dia, 2,23 L/hab.dia e 2,91 L/hab.dia para bebedouros, vasos sanitários, mictórios e pias, respectivamente. A qualidade de água requerida para os bebedouros e pias é potável, e para vasos sanitários e mictórios a qualidade requerida é baixa.

Diferentemente das demais áreas, o Bloco A e o Bloco dos Professores contém tanques (das cozinhas), os quais segundo Tsutiya (2006) apresentam consumo de 3 L/hab.dia. A estimativa de quantas pessoas utilizam os tanques foi obtida a partir de informação

repassada pela Coordenação Administrativa, a qual informou o equivalente a 3 pessoas. Quanto à qualidade da água utilizada nos tanques, pelo fato de serem instalações utilizadas para higienização de louças, panos e utensílios de limpeza, a qualidade de água requerida é potável.

As leituras dos hidrômetros do Bloco A e Bloco dos Professores estão descritas nas Tabelas 18 e 19. (Torneiras internas – bebedouros, cantina)

Tabela 18: Leitura do hidrômetro do Bloco A.

Datas das Medições	Volume (L)/mês
07/01/19	5.360
01/03/19	300
02/04/19	260
03/05/19	340
01/06/19	200
01/07/19	380
02/08/19	100
11/09/19	180
01/10/19	210
04/11/19	170
02/12/19	740

Fonte: Autora (2021).

A partir desses dados, obteve-se uma média mensal de 750 L/mês de água consumida no Bloco A. O valor da média mensal de água consumida no Bloco A inferior ao consumido no Bloco dos Professores é devido ao fato de que o hidrômetro instalado no Bloco A mede apenas a vazão de duas torneiras, por isso, estes valores do hidrômetro do Bloco A foram desconsiderados. O aumento considerável da leitura do mês de janeiro (5.360 L) se dá devido a limpeza das caixas d'água, que são feitas uma vez ao ano.

Vale destacar que há um hidrômetro em um reservatório central no *Campus*, que distribui a água para os prédios, nesse hidrômetro em questão são feitas as medições para

posterior cobrança da Corsan. As medições presentes neste trabalho são de hidrômetros distribuídos em cada prédio para o controle da quantidade de água consumida.

Tabela 19: Leitura do hidrômetro do Bloco dos Professores.

Datas das Medições	Volume (L)/mês
07/01/19	43.660
01/03/19	18.910
02/04/19	12.900
03/05/19	14.670
01/06/19	34.450
01/07/19	39.600
02/08/19	39.040
11/09/19	13.560
01/10/19	6.520
04/11/19	8.430
02/12/19	20.560

Fonte: Autora (2021).

Com base nos dados do hidrômetro, obteve-se uma média de 22.940 L/mês, para o consumo de água no Bloco dos Professores. Conforme já mencionado, os valores utilizados nos cálculos apresentados posteriormente, são os das estimativas e não os valores dos hidrômetros.

4.3 ESTIMATIVA DA QUALIDADE E QUANTIDADE DE ÁGUA DESCARTA

Para estimativa da vazão de descarte de todos os equipamentos e instalações da UFFS *Campus* Cerro Largo, inicialmente fez-se a verificação de quais destes equipamentos possuem descarte equivalente ao consumo. Para isso, todos os equipamentos e instalações foram avaliados quanto ao seu procedimento de utilização de água. A descrição do funcionamento de cada um é apresentada na sequência, a qual foi obtida por meio de visitas e conversas com os servidores técnicos responsáveis.

Para estimar a qualidade da água descartada, foram considerados a qualidade da água

consumida e o processo pelo qual a água foi submetida (incluindo materiais dos equipamentos).

De forma a auxiliar nesta análise e permitir uma melhor organização dos dados, foram elaborados dois esquemas, apresentados nas Figuras 8 e 9, onde estão relacionados todos os equipamentos e instalações da UFFS *Campus Cerro Largo* (com exceção do Restaurante Universitário e Unidade Seminário), bem como a quantidade e qualidade da água consumida. Destaca-se que, embora o objetivo neste item seja estimar a quantidade e qualidade da água descartada, faz-se necessário em primeiro momento analisar a água consumida, de forma a obter os valores desejados.

Figura 8: Quantidade e qualidade de água consumida por equipamento e instalação nos Laboratórios 1, 2 e 3 (L/mês).

Laboratório 1		Laboratório 2		Laboratório 3	
1 MPC	{ Consumo: 25,00 Qualidade: Média	3 AVE	{ Consumo: 720,00 Qualidade: Destilada	2 DES	{ Consumo: 45.164,14 Qualidade: Potável
1 MVA	{ Consumo: 37,50 Qualidade: Média	4 BMA	{ Consumo: 960,00 Qualidade: Destilada	3 DSO	{ Consumo: 6.000,00 Qualidade: Potável
1 CHI	{ Consumo: 93,00 Qualidade: Média	1 DEI	{ Consumo: 27,78 Qualidade: Destilada	1 MGE	{ Consumo: 100,00 Qualidade: Média
1 SBO	{ Consumo: 50,00 Qualidade: Média	1 CGE	{ Consumo: 2,22 Qualidade: Destilada	6 BMA	{ Consumo: 1.800,00 Qualidade: Destilada
1 DEI	{ Consumo: 27,78 Qualidade: Destilada	1 BDU	{ Consumo: 150,00 Qualidade: Destilada	1 MIQ	{ Consumo: 23,33 Qualidade: Destilada
1 BMA	{ Consumo: 300,00 Qualidade: Destilada	13 VSA	{ Consumo: 10.000,00 Qualidade: Baixa	1 AVE	{ Consumo: 300,00 Qualidade: Destilada
2 BDU	{ Consumo: 600,00 Qualidade: Destilada	3 MIC	{ Consumo: 2.230,00 Qualidade: Baixa	13 VSA	{ Consumo: 10.600 Qualidade: Baixa
13 VSA	{ Consumo: 3.800,00 Qualidade: Baixa	3 BEB	{ Consumo: 1.000,00 Qualidade: Potável	3 MIC	{ Consumo: 2.363,80 Qualidade: Baixa
3 MIC	{ Consumo: 847,40 Qualidade: Baixa	40 PIA	{ Consumo: 2.910,00 Qualidade: Potável	3 BEB	{ Consumo: 1.060,00 Qualidade: Potável
3 BEB	{ Consumo: 380,00 Qualidade: Potável			36 PIA	{ Consumo: 3.084,48 Qualidade: Potável
23 PIA	{ Consumo: 1.105,84 Qualidade: Potável				

Fonte: Autora (2022). Legenda: MPC – Medidor de perda de carga; MVA – Medidor de vazão; CHI – Canal de hidráulica; SBO – Sistema de bombas; DEI – Deionizador; BMA – Banho Maria; BDU – Banho Dubnoff; VSA – Vaso sanitário; MIC – Mictório; BEB – Bebedouro; PIA – Pia; AVE – Autoclave vertical; CGE – Câmara de germinação; DES – Destilador; DSO – Destilador de solvente; MGE – Máquina de gelo; MIQ – Milli-Q.

Figura 9: Quantidade e qualidade de água consumida por equipamento e instalação na Área Experimental, Bloco A e Bloco dos Professores (L/mês).

Área Experimental	Bloco A	Bloco dos Professores
Estufas { Consumo: 42.158,18 Qualidade: Potável	4 Bebedouros { Consumo: 24.060,00 Qualidade: Potável	1 Bebedouros { Consumo: 2.120,00 Qualidade: Potável
Galpão { Consumo: 3.400,00 Qualidade: Média	16 Mictórios { Consumo: 53.653,80 Qualidade: Baixa	4 Mictórios { Consumo: 4.727,60 Qualidade: Baixa
	53 Pias { Consumo: 70.014,60 Qualidade: Potável	29 Pias { Consumo: 6.169,20 Qualidade: Potável
Horta { Consumo: 1.930,00 Qualidade: Potável	2 Tanques { Consumo: 360,00 Qualidade: Potável	2 Tanques { Consumo: 360,00 Qualidade: Potável
	53 Vasos sanitários { Consumo: 240.600,00 Qualidade: Baixa	24 Vasos sanitários { Consumo: 21.200,00 Qualidade: Baixa

Fonte: Autora (2022).

O Medidor de perda de carga (MPC), bem como o Medidor de vazão (MVA), o Canal de hidráulica (CHI) e o Sistema de bombas (SBO) utilizam a mesma água durante um semestre, e a mesma é totalmente descartada. Nestes equipamentos a água entra em contato com dispositivos construídos em aço inox, vidro e mangueiras de silicone e plástico, portanto sua qualidade é boa para ser reutilizada para fins não potáveis.

Os Banho Maria (BMA) e Banho Dubnoff (BDU) são similares, pois ambos tem aquecimento da água, assim como a Autoclave vertical (AVE). Tendo em vista que esses equipamentos possuem tampas, desconsiderou-se a perda de água por evaporação, pois a água condensada volta para o recipiente, portanto, considerou-se o descarte total da água. Também considerou-se o descarte total da água da Câmara para germinação (CGE) e Máquina de gelo (MGE).

Os Deionizadores (DEI) e o Milli-Q (MIQ) tem por função remover os sais minerais que estão na água e produzir uma água quimicamente pura. Essa água é totalmente consumida em experimentos nos laboratórios, portanto, não há descarte no sistema de coleta de esgoto da UFFS.

Nos Destiladores (DES), a água a ser destilada é levada a um sistema que irá aquecer o líquido até sua ebulição. Logo após, o vapor decorrente deste processo é condensado e convertido em líquido totalmente purificado, sem a presença de microrganismos e com alto

grau de pureza. Neste sistema, faz-se necessário o uso de uma segunda corrente de água, utilizada para o resfriamento e condensação do vapor, que acontece no condensador. Esta segunda corrente é descartada diretamente na pia.

Após a avaliação do funcionamento dos equipamentos e instalações, chegou-se à conclusão de que os bebedouros, os Deionizadores, o Milli-Q, a horta, as estufas e os Destiladores apresentam consumo diferente do descarte. O restante dos equipamentos e instalações apresenta vazão de água descartada equivalente à vazão consumida.

Em um segundo momento, para estimar a vazão de água descartada nos equipamentos que apresentam consumo diferente do descarte, fez-se uma análise baseada em observações e em pesquisas bibliográficas, juntamente com o registro fotográfico dos mesmos. As imagens dos equipamentos constam no Anexo 5. Os valores de descarte encontrados estão relacionados na Tabela 20.

Tabela 20: Equipamentos e instalações com consumo diferente do descarte. Observação: O restante dos equipamentos e instalações apresenta vazão de água descartada equivalente à vazão consumida.

Equipamentos e Instalações	Estimativa de Consumo (L/mês)	Estimativa de Descarte (L/mês)
14 Bebedouros	57.240,00	19.461,60
2 Deionizadores	41,66	0
1 Milli-Q	23,33	0
Horta	1.930,00	0
Estufas	42.160,00	0
2 Destiladores	45.164,14	43.564,14
TOTAL	146.559,13	63.025,74

Fonte: Autora (2021).

Para estimativa da vazão de descarte de água nos bebedouros, considerou-se o consumo de 1 L/hab.dia, 20 dias letivos, o número de pessoas circulando nas áreas dos

bebedouros e o percentual de descarte conforme citado por Brasileiro *et. al.* (2011), de 34%. Assim, obteve-se um valor de 19.461,60 L/mês de água descartada pelos bebedouros. Nos bebedouros a qualidade da água descartada traz riscos em função da mesma entrar em contato direto ou indireto com mãos e utensílios de uso pessoal, bem como a água descartada nas pias e tanques.

Para estimar o descarte de água das estufas e horta, considerou-se que toda água infiltra no solo, portanto, não há descarte. Também não há descarte de água dos Deionizadores e Milli-Q, visto que a água é totalmente consumida.

Para o cálculo da vazão de descarte nos Destiladores, foi utilizada uma proveta de 1000 mL e um cronômetro. Foram feitas medições em triplicata da água da refrigeração descartada pelos destiladores, nas salas 102 e 109, ambos situados no bloco 3 dos laboratórios da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo/RS. Considerou-se o uso dos destiladores de 30 horas por semana, considerando que a semana letiva tem 5 dias, o mês letivo tem 20 dias, o destilador é utilizado 6 horas por dia.

Na Tabela 21 consta o tempo estimado para encher a proveta de 1000 mL de água descartada para cada um dos destiladores. Em relação à qualidade da água descartada, observou-se que a água dos destiladores entra em contato com sistema de aquecimento em aço inox e com mangueiras de silicone e plástico. Desta forma, no seu descarte foram medidas as temperaturas da água com o auxílio de um termômetro. As temperaturas da água variaram de 34,5°C a 42°C. A qualidade da água descartada é boa e pode ser reutilizada para fins não potáveis.

Tabela 21: Água descartada dos destiladores 1 e 2.

Destilador	Tempo (s) para 1000 mL	Vazão média (L/mês)
Destilador 1	25,66	16.848,00
	24,28	
	26,24	
Destilador 2	15,76	26.716,14
	16,50	
	16,25	
MÉDIA TOTAL	20,78	21.782,07

Fonte: Autora (2021).

Conforme mencionado anteriormente, os destiladores não possuem consumo equivalente ao descarte, pois uma parcela da água é utilizada para produção de água destilada, que por sua vez, é aplicada nos experimentos de pesquisa realizados nos laboratórios.

De posse das informações sobre qualidade e quantidade de água consumida, bem como dos valores para os equipamentos e instalações que possuem consumo diferente do descarte, obtém-se então as quantidades e qualidades de água descartada. Para apresentar estes valores de forma sintetizada, foram elaborados mais dois esquemas, conforme apresentado nas Figuras 10 e 11.

Figura 10: Quantidade e qualidade de água descartada por equipamento e instalação nos Laboratórios 1, 2 e 3 (L/mês).

Laboratório 1		Laboratório 2		Laboratório 3	
1 MPC	{ Descarte: 25,00 Qualidade: Média	3 AVE	{ Descarte: 720,00 Qualidade: Média	2 DES	{ Descarte: 43.564,14 Qualidade: Média
1 MVA	{ Descarte: 37,50 Qualidade: Média	4 BMA	{ Descarte: 960,00 Qualidade: Média	3 DSO	{ Descarte: 6.000,00 Qualidade: Média
1 CHI	{ Descarte: 93,00 Qualidade: Média	1 DEI	{ Descarte: 0,00 Qualidade: -	1 MGE	{ Descarte: 100,00 Qualidade: Média
1 SBO	{ Descarte: 50,00 Qualidade: Média	1 CGE	{ Descarte: 2,22 Qualidade: Média	6 BMA	{ Descarte: 1.800,00 Qualidade: Média
1 DEI	{ Descarte: 0,00 Qualidade: -	1 BDU	{ Descarte: 150,00 Qualidade: Média	1 MIQ	{ Descarte: 0,00 Qualidade: -
1 BMA	{ Descarte: 300,00 Qualidade: Média	13 VSA	{ Descarte: 10.000,00 Qualidade: Água Negra	1 AVE	{ Descarte: 300,00 Qualidade: Média
2 BDU	{ Descarte: 600,00 Qualidade: Média	3 MIC	{ Descarte: 2.230,00 Qualidade: Água Negra	13 VSA	{ Descarte: 10.600,00 Qualidade: Água Negra
13 VSA	{ Descarte: 3.800,00 Qualidade: Água Negra	3 BEB	{ Descarte: 340,00 Qualidade: Água Cinza	3 MIC	{ Descarte: 2.363,80 Qualidade: Água Negra
3 MIC	{ Descarte: 847,40 Qualidade: Água Negra	40 PIA	{ Descarte: 2.910,00 Qualidade: Água Cinza	3 BEB	{ Descarte: 360,40 Qualidade: Água Cinza
3 BEB	{ Descarte: 129,20 Qualidade: Água Cinza			36 PIA	{ Descarte: 3.084,48 Qualidade: Água Cinza
23 PIA	{ Descarte: 1.105,84 Qualidade: Água Cinza				

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: MPC – Medidor de perda de carga; MVA – Medidor de vazão; CHI – Canal de hidráulica; SBO – Sistema de bombas; DEI – Deionizador; BMA – Banho Maria; BDU – Banho Dubnoff; VSA – Vaso sanitário; MIC – Mictório; BEB – Bebedouro; PIA – Pia; AVE – Autoclave vertical; CGE – Câmara de germinação; DES – Destilador; DSO – Destilador de solvente; MGE – Máquina de gelo; MIQ – Milli-Q.

Figura 11: Quantidade e qualidade de água descartada na Área Experimental, Bloco A e Bloco dos Professores (L/mês).

Área Experimental	Bloco A	Bloco dos Professores
Estufas { Descarte: 0,00 Qualidade: -	4 Bebedouros { Descarte: 8.180,40 Qualidade: Água Cinza	1 Bebedouros { Descarte: 720,80 Qualidade: Água Cinza
	16 Mictórios { Descarte: 53.653,80 Qualidade: Água Negra	4 Mictórios { Descarte: 4.727,60 Qualidade: Água Negra
Galpão { Descarte: 3.400,00 Qualidade: Água Cinza	53 Pias { Descarte: 70.014,60 Qualidade: Água Cinza	29 Pias { Descarte: 6.169,20 Qualidade: Água Cinza
Horta { Descarte: 0,00 Qualidade: -	2 Tanques { Descarte: 360,00 Qualidade: Água Cinza	2 Tanques { Descarte: 360,00 Qualidade: Água Cinza
	53 Vasos sanitários { Descarte: 240.600,00 Qualidade: Água Negra	24 Vasos sanitários { Descarte: 21.200,00 Qualidade: Água Negra

Fonte: Autora (2022).

Conforme dados cedidos pela Estação Meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul, na Tabela 22, podemos observar os dados de precipitação no ano de 2019.

Tabela 22: Precipitação no ano de 2019 em Cerro Largo.

Mês	Precipitação (mm)
Janeiro	181,40
Fevereiro	285,80
Março	239,20
Abril	55,60
Maio	321,80
Junho	31,00
Julho	148,40
Agosto	108,40
Setembro	48,40
Outubro	-
Novembro	79,40
Dezembro	89,20
Média mensal	144,42

Fonte: Estação Meteorológica da UFFS (2019).

Para o cálculo da média mensal de chuva, somou-se as precipitações de todos os meses e dividiu-se por 11 meses (considerando a falta de dados para o mês de outubro), conforme a Equação 1:

$$\sum jan + fev + mar + abr... + \frac{n}{11}$$

Além das informações cedidas pela Estação Meteorológica da UFFS, o engenheiro responsável cedeu as informações das áreas de telhado do Bloco A, Bloco dos Professores e Laboratórios 1, 2 e 3, onde: Bloco A = 1.535 m², Bloco dos Professores = 1.155 m² e Laboratórios 1, 2 e 3 = 1.135 m² cada. Com base nessas informações, calculou-se o volume de água da chuva.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados obtidos na metodologia, elaborou-se um esquema (Figura 12) onde consta a qualidade da água consumida e a qualidade da água descartada em cada uma das unidades da UFFS *Campus* Cerro Largo avaliadas no presente estudo: Laboratórios 1, 2 e 3, Área Experimental (subdividida em Horta, Estufa e Galpão), Bloco A e Bloco dos Professores.

Figura 12: Qualidade e quantidade da água consumida e descartada mensalmente nas instalações na UFFS *Campus* Cerro Largo, em L/mês.

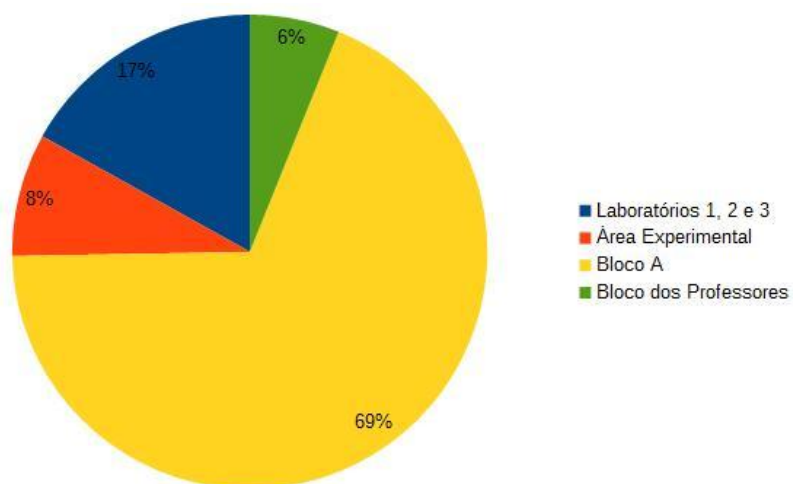
	QUALIDADE DA ÁGUA REQUERIDA				QUALIDADE DA ÁGUA DESCARTADA			
	Destilada	Potável	Média	Baixa	Média	Cinza	Negra	
Laboratório 1	927,78	1.485,84	205,50	4.647,40	1.105,50	1.235,04	4.647,70	
Laboratório 2	1.860,00	3.910,00	-	12.230,00	1.832,22	3.250,00	12.230,00	
Laboratório 3	2.123,33	55.308,62	100,00	12.963,80	51.764,14	3.444,88	12.963,80	
Horta	-	1.930,00	-	-	-	-	-	
Estufas	-	42.158,18	-	-	-	-	-	
Galpão	-	-	3.400,00	-	-	3.400,00	-	
Bloco A	-	94.434,60	-	294.253,80	-	78.555,00	294.253,80	
Bloco dos Professores	-	8.649,20	-	25.927,60	-	7.250,00	25.927,60	
TOTAL	4.911,11	207.876,44	3.705,50	350.022,60	54.701,86	97.134,92	350.023,90	

Na Figura 12, podemos observar que o maior volume de água consumida consumo é o de qualidade baixa (350.022,60 L/mês), seguida da potável (207.876,44L/mês), destilada (4.911,11 L/mês) e média (3.705,50 L/mês) respectivamente. O Laboratório 3, seguido do Laboratório 2 são os prédios com maior consumo de água destilada, correspondendo a cerca de 2 mil litros por mês. Já o prédio com maior consumo de água potável é Bloco A, seguido do Laboratório 3, com 94.434,60 L/mês e 55.308,62 L/mês, respectivamente. A água de qualidade média é mais consumida para o Galpão, com 3.400 litros por mês, seguida do Laboratório 1, com 205 litros por mês. O prédio que mais consome água de qualidade baixa é o Bloco A, seguido do Bloco dos Professores, com cerca de 294 mil litros e 26 mil litros por mês, respectivamente.

Em relação ao descarte, a maior quantidade de água descartada é a negra, com cerca de 350 mil litros por mês, sendo que o Bloco A e o Bloco dos Professores têm o maior descarte. A água cinza descartada chega a um total de aproximadamente 97 mil litros por mês, onde o maior descarte ocorre também no Bloco A e Bloco dos Professores. Já a maior quantidade de água de qualidade média descartada é no Laboratório 3, com aproximadamente 52 mil litros de água por mês.

De acordo com os dados obtidos na metodologia, foi elaborado um gráfico (Figura 13) no qual consta o consumo de água no *Campus* da UFFS Cerro Largo por unidade, exceto Restaurante Universitário e Unidade Seminário.

Figura 13: Consumo de água na UFFS *Campus* Cerro Largo em L/mês.

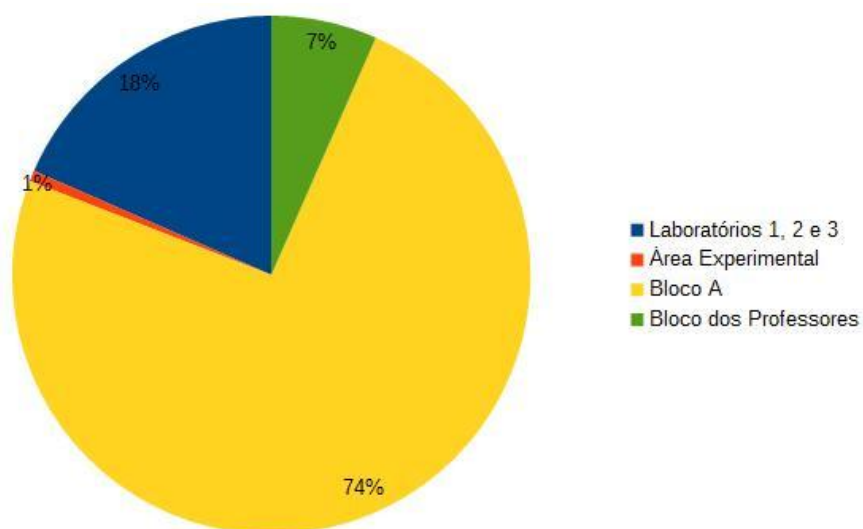


Fonte: Autora (2022).

Na Figura 13, observa-se que o maior consumo de água ocorre no Bloco A, com aproximadamente 388 mil litros de água por mês, seguido dos 3 laboratórios, que consomem 95 mil litros por mês. A Área Experimental e o Bloco dos Professores têm um consumo de aproximadamente 47 mil e 35 mil litros por mês.

Na Figura 14 constam os dados da água descartada na UFFS *Campus* Cerro Largo.

Figura 14: Descarte de água na UFFS *Campus* Cerro Largo em L/mês.

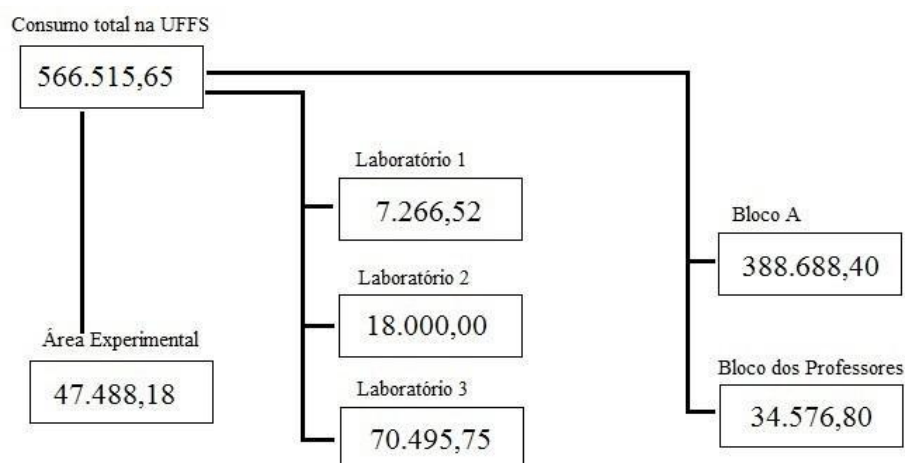


Fonte: Autora (2022).

A Figura 14 mostra a quantidade de água descartada, que é maior para o Bloco A, com 372 mil litros por mês, seguido dos 3 laboratórios, com 90 mil litros, o Bloco dos Professores e Área Experimental, com 33 mil e 3 mil litros de água descartada por mês.

Na Figura 15 tem-se um macrofluxo do consumo total de água da UFFS *Campus* Cerro Largo.

Figura 15: Macrofluxo do consumo de água na UFFS *Campus* Cerro Largo (L/mês).

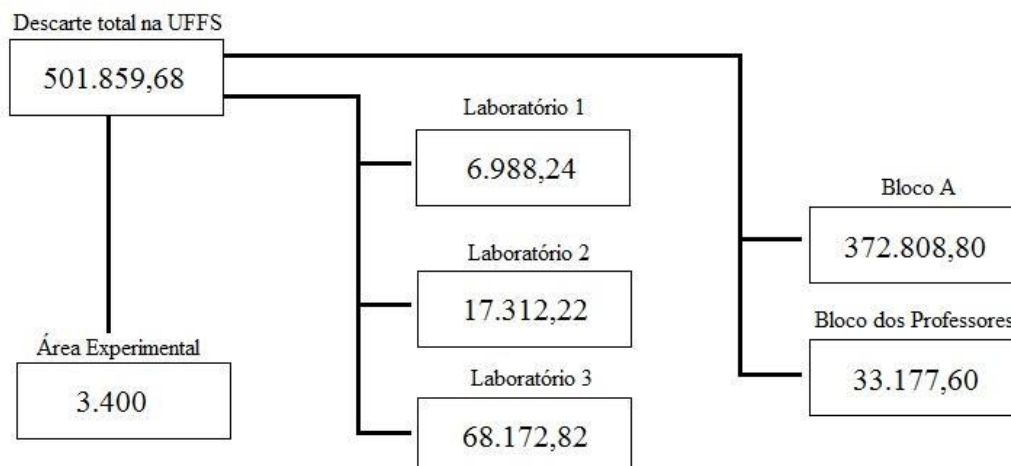


Fonte: Autora (2022).

No Macrofluxo da Figura 15, destaca-se o consumo de água total na UFFS (exceto Restaurante Universitário e Unidade Seminário) que é de aproximadamente 566 mil litros de água por mês, visto que, o Bloco A, seguido do Laboratório 3 são os prédios com maior consumo, com cerca de 388 mil e 70 mil litros de água consumidos por mês, respectivamente.

Na Figura 16 temos um Macrofluxo da quantidade total de água descartada na UFFS *Campus* Cerro Largo.

Figura 16: Macrofluxo do descarte total de água na UFFS *Campus* Cerro Largo (L/mês).



Fonte: Autora (2022)

Como pode-se observar na Figura 16, o descarte de água chega a aproximadamente 501 mil litros de água por mês. O Bloco A é o prédio que tem maior descarte, seguido do Laboratório 3, com aproximadamente 372 mil e 68 mil litros de água descartada por mês, respectivamente. A Área Experimental é o espaço que tem menor descarte de água, devido a infiltração da mesma no solo.

Conforme recomendação da NBR 13.969, o planejamento de sistema de reúso deve permitir seu uso seguro e racional para minimizar o custo da implantação e de operação. Devem ser definidos os usos previstos para o esgoto tratado, o volume de esgoto a ser reutilizado, o grau de tratamento necessário, o sistema de reservação e de distribuição, bem como um manual de operação e treinamento dos responsáveis (NBR 13.969, 1997).

Com base na Resolução 419 da CONSEMA, os parâmetros a serem monitorados na água de reúso devem ser determinados conforme a finalidade da água de reúso, com a frequência semestral, trimestral ou bimestral, definida em função da vazão (ver Tabela 5). Também, deverá ser feito o controle e registro do volume gerado, destinação e eventuais inconformidades ocorridas e ações corretivas adotadas e demais registros operacionais. O órgão ambiental competente poderá exigir monitoramento com frequência diferenciada, desde que tecnicamente justificado (CONSEMA 419/2020).

Conforme NBR 13969 (ABNT, 1997) a tubulação que distribui água de reúso deve ter

uma coloração vermelha, para diferenciar da água da concessionária.

Com base nos dados de precipitação mensal obtidos na Tabela 22, e nos valores obtidos de área de telhado do Bloco A e Bloco dos Professores, foram feitos os cálculos do volume da chuva coletada, de acordo com a planta da estrutura dos telhados do Bloco A e Bloco dos Professores. Foi feita uma média da precipitação do ano de 2019 em Cerro Largo/RS, somando-se a precipitação de todos os meses e dividindo por 11 meses, o que resultou em uma média mensal de 144,42 mm de chuva (o que equivale a 0,144 m/mês). De acordo com a NBR 10.484/1989, com porcentagem de inclinação de 17,36%, utilizou-se a Equação 2. Para o Bloco A temos:

$$c = i (\%) * b / 100, \text{ onde } i = \text{inclinação}; b = \text{largura do telhado}$$

$$c = 6,31 \text{ m}$$

$$Ac = (b + (c/2)) \times a$$

$$Ac = \text{Área de contribuição (m}^2\text{)}$$

$$b = \text{largura do telhado (m}^2\text{)}$$

$$a = \text{comprimento do telhado (m}^2\text{)}$$

$$c = \text{inclinação do telhado (m)}$$

$$Ac = (36,4 + (6,31/2)) \times 38,52 = 1523,66 \text{ m}^2$$

Para calcularmos a vazão de projeto, segundo a NBR 10.484/1989 de instalações prediais de águas pluviais, temos a Equação 3:

$$Q = I \times Ac$$

$$Q = \text{Vazão de projeto (m}^3\text{/dia)}$$

$$Ac = \text{Área de contribuição (m}^2\text{)}$$

$$I = \text{Intensidade pluviométrica (m/mês)}$$

$$Q = 0,144 \text{ m/mês} \times 1523,66 \text{ m}^2 = 219,4 \text{ m}^3\text{/mês}$$

Para o Bloco dos Professores foi feito o mesmo cálculo, porém a área de telhado do Bloco dos Professores é menor e a inclinação é de 5%, então:

$$c = i (\%) * b / 100, c = 1,06 \text{ m}$$

$$Ac = (b + (c/2)) \times a$$

$$Ac = (21,16 + (1,06/2)) \times 54,68$$

$$Ac = 1186,01 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,144 \times 1186,01 = 170,78 \text{ m}^3\text{/mês}$$

Desconsiderou-se o cálculo do volume de água da chuva coletado nos laboratórios, pois o sistema de coleta está desativado há mais de 3 anos, por falta de manutenção. Sendo assim, resulta que o volume total captado de água da chuva é de 390,18 m³/mês.

Destaca-se que a demanda de água de qualidade baixa necessária nos mictórios e vasos sanitários em todo o *Campus* é de 350,0226 m³/mês.

Após a análise realizada da vazão e qualidade de água descartada, verificou-se que existem instalações e equipamentos que descartam água de qualidade média, sendo esta a melhor qualidade de água descartada. As instalações e equipamentos que descartam esta água são: Banho Maria, Autoclave vertical, Banho Dubnoff, Destilador, Destilador de solventes, Máquina de gelo, Câmara de germinação, Medidor de perda de carga, Medidor de vazão, Canal de hidráulica, Sistema de bombas. O volume total de água de qualidade média descartada por estes equipamentos é de 54.701,86 L/mês, o que equivale a 54,7 m³/mês. Com esta informação e com a informação da demanda destacada anteriormente, avaliaram-se 3 possibilidades para o reúso na UFFS Campus Cerro Largo:

Possibilidade 1: Reúso da água gerada nos laboratórios, de equipamentos (Banho Maria, Autoclave vertical, Banho Dubnoff, Destilador, Destilador de solventes, Máquina de gelo, Câmara de germinação, Medidor de perda de carga, Medidor de vazão, Canal de hidráulica, Sistema de bombas) que descartam água de qualidade média, nos mesmos sistemas geradores. Esta opção foi considerada menos promissora, pois para realizar o reciclo da água necessita-se da instalação de um sistema de coleta e redistribuição da água, que deve possuir válvulas, reservatórios, bombas, canalização e hidrômetro. Ainda, como a qualidade da água necessária nestes equipamentos foi descrita como potável (pias, bebedouros e destiladores) e destilada (Banho Maria, Autoclave vertical, Banho Dubnoff, Câmara de germinação, Deionizador e Milli-Q), faz-se necessária a implementação de um sistema de tratamento dessa água de qualidade média, visto que a água descartada entra em contato com os equipamentos e seus componentes e em muitos destes equipamentos, há o aquecimento dessa água.

Possibilidade 2: Reúso da água de equipamentos que descartam água de qualidade

média (Banho Maria, Autoclave vertical, Banho Dubnoff, Destilador, Destilador de solventes, Máquina de gelo, Câmara de germinação, Medidor de perda de carga, Medidor de vazão, Canal de hidráulica, Sistema de bombas), em sistemas que necessitam de qualidade média nos laboratórios (Medidor de perda de carga, Medidor de vazão, Canal de hidráulica, Sistema de bombas, Máquina de gelo). Esta possibilidade também foi considerada menos promissora, devido ao custo de instalação de um sistema de coleta e redistribuição de água, que necessita de canalização, reservatórios, bombas, hidrômetros e válvulas.

Possibilidade 3: Reúso da água de equipamentos que descartam água de qualidade média gerada nos laboratórios (Banho Maria, Autoclave vertical, Banho Dubnoff, Destilador, Destilador de solventes, Máquina de gelo, Câmara de germinação, Medidor de perda de carga, Medidor de vazão, Canal de hidráulica, Sistema de bombas) em sistemas que necessitam de baixa qualidade de água (vasos sanitários e mictórios). Esta possibilidade foi avaliada como a mais viável das 3, pois já se dispõe de um sistema de coleta de água da chuva, contendo reservatórios, bombas e canalização de envio até as descargas, fazendo-se necessário apenas a canalização para enviar a água dos equipamentos até os reservatórios já existentes. Estes reservatórios podem ser tanto os dos laboratórios (em caso de reativação do sistema atualmente desligado) como do Bloco A ou Bloco dos Professores. Adotando esta possibilidade, essa água passaria por um filtro (já existente na entrada dos tanques de armazenamento de água de reúso) e pode ser reutilizada nas descargas de vasos sanitários e mictórios, suprimindo a demanda de água de qualidade baixa, que mesmo com a coleta da água da chuva, não é totalmente atendida.

Com a adoção da possibilidade 3, teremos os seguintes valores de vazão de reúso, conforme a seguinte equação:

$$Q = Q_{ba} + Q_{bp} + Q_{reuso\ equip}$$

$$Q = \text{vazão de reúso}$$

$$Q_{ba} = \text{Vazão de água da chuva coletada no Bloco A}$$

$$Q_{bp} = \text{Vazão de água da chuva coletada no Bloco dos Professores}$$

$$Q_{reuso\ equip} = \text{Vazão de água de qualidade média descartada nos equipamentos}$$

$$Q = Q_{ba} + Q_{bp} + Q_{reuso\ equip.}$$

$$Q = 219,4 + 170,78 + 54,7$$

$$Q = 444,88 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Considerando a demanda de água de qualidade baixa no Campus, tem-se uma melhoria no abastecimento da mesma implementando a possibilidade 3. Com a implementação desta possibilidade resultaria um aumento de 14% na vazão de água de reúso utilizada no Campus Cerro Largo, o que conseqüentemente deixa de ser consumido da rede de abastecimento.

Conforme a Tabela 5 de monitoramento periódico dos parâmetros da Resolução 419 do CONSEMA, a frequência do monitoramento deve ocorrer de acordo com a vazão da água de reúso. Desta forma, indica-se uma frequência semestral, visto que a vazão da água de reúso é de 444,88 m³/mês o que equivale a 14,88 m³/dia.

De acordo com Jordão e Pessôa (2014) há outros parâmetros que podem ser analisados na água de reúso (Tabela 6), porém, no presente estudo não se verificou a necessidade de recomendar nenhum parâmetro da Tabela 6, pois de acordo com a NBR 13.969 de 1997, para o reúso de água em descargas dos vasos sanitários só é necessário que a Turbidez seja inferior a 10 e os Coliformes fecais inferiores a 500 NMP/100mL, conforme especifica a Classe 2 da Classificação e parâmetros da água de reúso (Tabela 2). Além disso, esta conclusão baseou-se no fato de que, por meio da análise de turbidez e coliformes fecais, podemos ter um indicativo de matéria orgânica residual, sólidos em suspensão e qualidade microbiana da água. Sendo assim, recomenda-se realizar o monitoramento desses dois parâmetros e, em uma possível situação de turbidez ou de coliformes com valores acima do padrão estabelecido, recomenda-se a avaliação de alterações tanto no monitoramento, como no tratamento da água de reúso.

Na Tabela 23 consta uma proposta de planilha elaborada para realizar o monitoramento da água de reúso no *Campus*, onde também é possível encontrar informação do padrão e da ação a ser implementada em caso de resultado fora do padrão recomendado.

Tabela 23: Proposta de planilha de monitoramento da água de reúso no *Campus* da UFFS Cerro Largo.

Semestre	Parâmetros	
	Coliformes	Turbidez
Semestre 1/Ano ____		
Semestre 2/Ano ____		
Semestre 1/Ano ____		
Semestre 2/Ano ____		
Semestre 1/Ano ____		
Semestre 2/Ano ____		
Padrão para Coliformes fecais: < 500 NMP/100 mL		
Ação para Coliformes fora do padrão: Avaliar a instalação de um sistema de dosagem de cloro.		
Padrão para Turbidez: < 10		
Ação para Turbidez fora do padrão: Avaliar a instalação de um filtro de areia ou tratamento similar.		
Fonte: Autora (2022).		

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude da crescente demanda de água para fins potáveis, é necessário reduzir o consumo de água potável para usos não essenciais, podendo assim, preservar as fontes hídricas e ainda reduzir custos. O presente trabalho objetivou analisar o sistema de reúso da água da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Cerro Largo, estimando o consumo, o descarte e a qualidade de água do Bloco A, Bloco dos Professores, Laboratórios e Área Experimental. Foram avaliadas as possibilidades de alterações no sistema de reúso já existente, o que visou reduzir o consumo da água potável e diminuir o volume de esgoto descartado.

O consumo atual de água na UFFS *Campus* Cerro Largo (exceto Restaurante Universitário e Unidade Seminário) é de aproximadamente 566 mil litros de água por mês. Foi verificado que o Bloco A e o Laboratório 3 são os prédios com maior consumo, com cerca de 388 mil e 70 mil litros de água consumidos por mês.

Foi possível identificar que a qualidade da água com maior consumo foi caracterizada no presente estudo como de qualidade baixa (utilizada nas descargas de vasos sanitários e mictórios), e tem seu maior consumo no Bloco A, com cerca de 294 mil litros por mês. Além disso, o Bloco A é o prédio com maior necessidade de água potável, aproximadamente 95 mil litros por mês. O Laboratório 3 é o prédio com maior demanda de água destilada, utilizando aproximadamente 2 mil litros por mês. A água de qualidade média é a mais requerida no Galpão, com 3.400 litros por mês.

O descarte de água no sistema de coleta de esgoto chega a aproximadamente 501 mil litros de água por mês. O Bloco A é o prédio com maior descarte de água (372 mil L/mês), e a maior quantidade de água descartada é a de qualidade negra (350 mil L/mês, proveniente das descargas). A água cinza descartada chega a um total de aproximadamente 97 mil litros por mês, onde o maior descarte ocorre também no Bloco A. Já a maior quantidade de água de qualidade média descartada é no Laboratório 3, com aproximadamente 52 mil litros de água por mês. A Área Experimental é o espaço que tem menor descarte de água no sistema de coleta, devido a infiltração da mesma no solo.

De acordo com os dados de precipitação e áreas de telhado obtidos, calculou-se o

volume de água da chuva que é coletada e estimou-se uma vazão da água de reúso de 14,88 m³/dia.

Sabendo-se da demanda de água no *Campus* e dos demais dados obtidos, sugeriu-se 3 possibilidades de reúso, e concluiu-se que a terceira possibilidade sugerida foi considerada a mais viável, pois já se dispõe de um sistema de coleta de água da chuva, e o mesmo poderia ser utilizado para coletar a água descartada que é de qualidade média.

Contudo, chegou-se à conclusão de que, além de diminuir o consumo de água potável e reduzir o volume de efluentes descartados, a implementação de sistemas de reúso das águas pode trazer benefícios econômicos e sociais, pois promove a preservação dos recursos naturais e a sustentabilidade do local, com custos reduzidos de implantação e manutenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, Fábio Henrique Silva; SILVA, Álvaro Bittencourt Henrique. **Estudo da Viabilidade do Reaproveitamento de Água da Chuva na Cidade de Belo Horizonte – MG Para Utilização Residencial**. Revista da Arquitetura: Cidadania e Habitação. v.1. n.1. p 30-41. Brasília – DF, 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Brasil: Abastecimento urbano de água: Panorama nacional**. v.1. Brasília: ANA, 2010.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2018**. Brasília: ANA, 2018. Disponível em:
<<https://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>> Acesso em: 16/07/21.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual / Agência Nacional de Águas**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em:
<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf> Acesso em: 18/07/21.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Disponível em:
<<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usuarios-da-agua/abastecimento>>
Acesso em: 14/03/2021.

BORGES, Mariana da Rosa. **Estudo do Efluente de Lavagens Automotivas e de Sua Viabilidade Econômica Para Reúso**. Engenharia Química. Universidade Federal do Pampa. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução N° 121, de 16 de dezembro de 2010. **Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH N° 54, de 28 de novembro de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília – DF, 2010.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução N° 54, de 28 de novembro de 2005. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília – DF, março de 2006.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15.527: **Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro. ABNT, 2007.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.969: **Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro. ABNT, 1997.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria GM/MS N° 888 – **Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, Maio de 2021.

BRASILEIRO, Felipe Augusto; KUWAKINO, Igor Junqueira de Carvalho; NAVES, Rafael Garcia; ZOCCHIO, Davi dos Santos. **DESPERDÍCIO DE ÁGUA NOS BEBEDOUROS DA FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UNICAMP**. Revista Ciências do Ambiente Online. v 7. n 1. Julho de 2011.

BRK AMBIENTAL. Saneamento Em Pauta. **Água de reúso: entenda os benefícios da reutilização**. Disponível em: <<https://blog.brkambiental.com.br/reuso-da-agua/>>. Acesso em: 26/06/21.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Reuso de Água**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>> Acesso em: 21/06/21.

CUNHA, Ananda Helena Nunes; OLIVEIRA, Thiago Henrique de; FERREIRA, Rafael Batista; MILHARDES, André Luiz Mendes, SILVA, Sandra Máscimo da Costa e. **O REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL: A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO PAÍS**. Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Anápolis-GO, 2011.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs**. Ministério da saúde. Brasil. Brasília: Funasa, 2014.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Resolução N° 419/2020. Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). **Estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reúso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais no Estado do Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul, 2020.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Diretriz Técnica N° 05/2017. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) – RS. **Diretriz técnica referente ao descarte e ao reúso de efluentes líquidos no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/CENTRAL/DIRETRIZES/DT-005-2017.PDF>> Acesso em: 04/11/2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Perdas de água potável seriam suficientes para abastecer 30% da população brasileira por um ano**. Disponível em: <http://tratabrasil.org.br/images/Release_Perdas_de_%C3%81gua.pdf> Acesso em: 18/07/21.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7ª Edição, 2014.

JÚNIOR, Luis Carlos Soares da Silva; OBRACZKA, Marcelo. **REUSO DE EFLUENTES**

DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO BENEFICIAMENTO DO CONCRETO. Mix Sustentável. Florianópolis. v.6. n.4. p 85-92. Agosto de 2020.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água.** Campinas, SP: Editora Átomo, 2010. 3ª Edição.

MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo; CIASCA, Bruna Stein. **Uso da água no Brasil e sua relação com condicionantes econômicos: Análise a partir de simulações com um modelo de equilíbrio geral.** Núcleo de Estudos em Modelagem Econômica e Ambiental Aplicada. Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

MARENCO, José A.; NOBRE, Carlos Afonso; SELUCHI, Marcelo Enrique; CUARTAS, Adriana; ALVES, Lincoln Muniz; MENDIONDO, Eduardo Mario; OBREGÓN, Guillermo; SAMPAIO, Gilvan. **A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo.** Revista USP. São Paulo. Nº 106. p 31-44. Julho/agosto/setembro 2015.

MARINOSKI, Ana Kelly; GHISI, Enedir. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, abr./jun. 2008.

MEDEIROS, Gerson Araujo; JUNIOR, Osvaldo Oliveira de Carvalho; VACCARI, Gabrielly Boer. **Potencialidades do Reuso da Água: Estudos de Caso no Setor Sucralcooleiro e Universitário.** Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 1, p. 3-16. Janeiro/Março, 2012.

MEIJA, Mishelle; MELO, Marília Carvalho de; SANTOS, Ana Sílvia Pereira. **Reuso: Instrumento de um novo modelo de gestão das águas.** Águas do Brasil. 14 de janeiro de 2020. Disponível em: <<http://aguasdobrasil.org/artigo/reuso/>> Acesso em: 25/06/21.

PORTAL DE TRATAMENTO DE ÁGUA. **“A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos/EUA (EPA) diz que é necessário reutilizar efluentes”.** 13 de dezembro de 2019. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/agencia-protacao-ambiental-eua-efluentes/>>. Acesso em: 19/07/21.

SANTOS, Maria Margarida Cardador dos. **Reutilização de águas residuais urbanas tratadas.** Engenharia de Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. 2008.

SAUTCHUK, Carla Araújo; LANDI, Fernando Del Nero; MIERZWA, José Carlos; VIVACQUA, Maria Carolina Rivoir; SILVA, Maurício Costa Cabral; LANDI, Paula Del Nero; SCHMIDT, William. **Manual de Conservação e Reuso de Água para a Indústria.** Centro Internacional de Referência em Reuso de Água. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. 2004.

SEABRA, Maxlânia Alves; TAVARES, Elisa Goulart. **Crise hídrica e sistemas de**

saneamento no Brasil: breve abordagem técnica e jurídica sobre o reúso e aproveitamento de águas pluviais – Capítulo 9. **Meio ambiente, novos direitos e a sociedade de consumo**. PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; BORILE, Giovani Orso; ARNOLD, Cláudia de Moraes. – Caxias do Sul, RS: Educs, 2018.

SILVA, Edilenne de Lira; VIEIRA, Elenke Carine de Sousa; SILVA, Érica Gelmailda Souza; OLIVEIRA, Maria Aparecida. **Sistema de reúso de água de bebedouros como alternativa sustentável e percepção ambiental na Escola Municipal Antônio de Sousa Dias na região De Cajazeiras/PB**. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – Vol. 6: Congestas 2018.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Brasília: SNS/MDR, 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf>. Acesso em: 18/07/21.

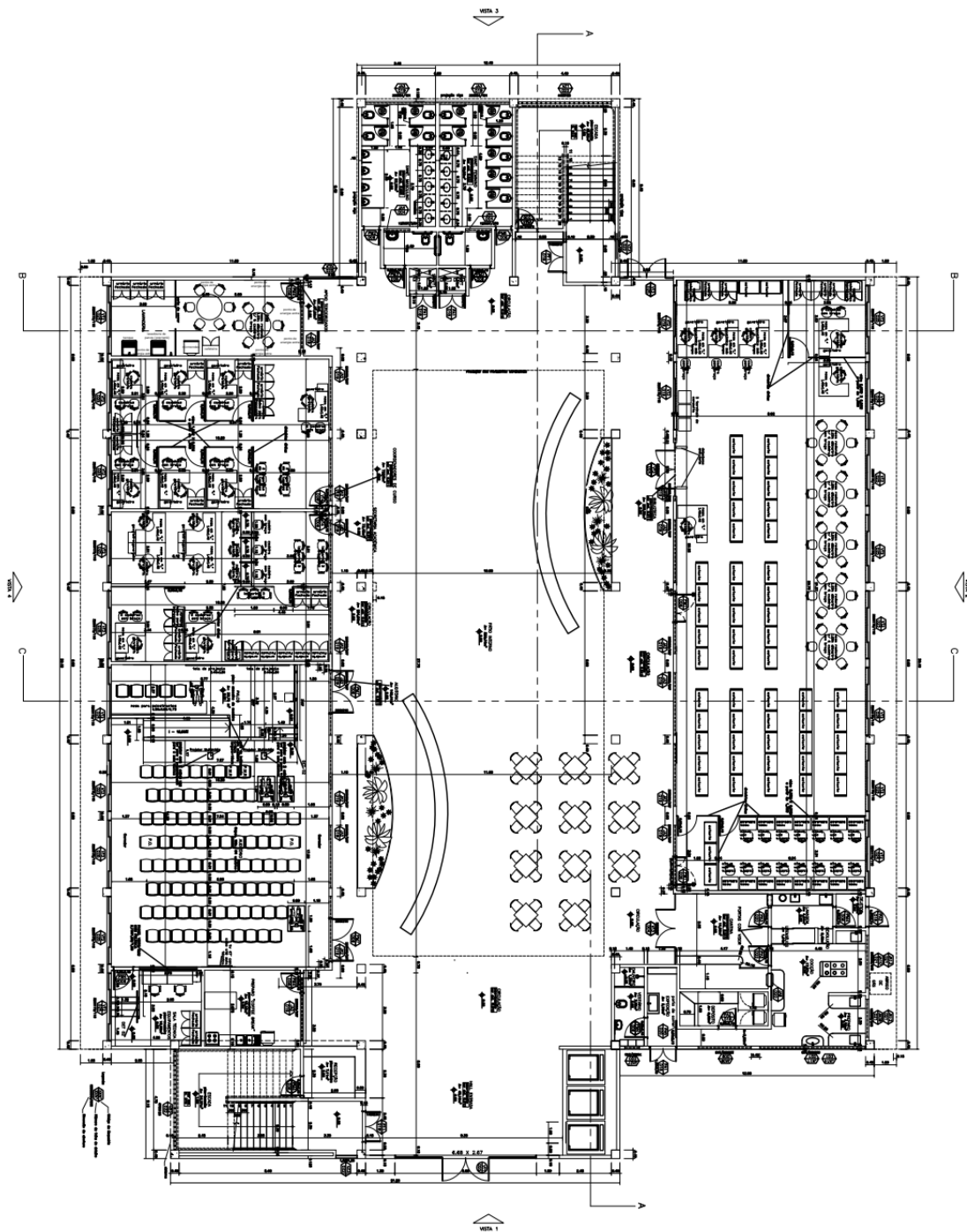
SOUZA, Walterler Alves de. **Tratamento de água**. Natal CEFET/RN, 2007. 152 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 3ª Edição. São Paulo, 2006.

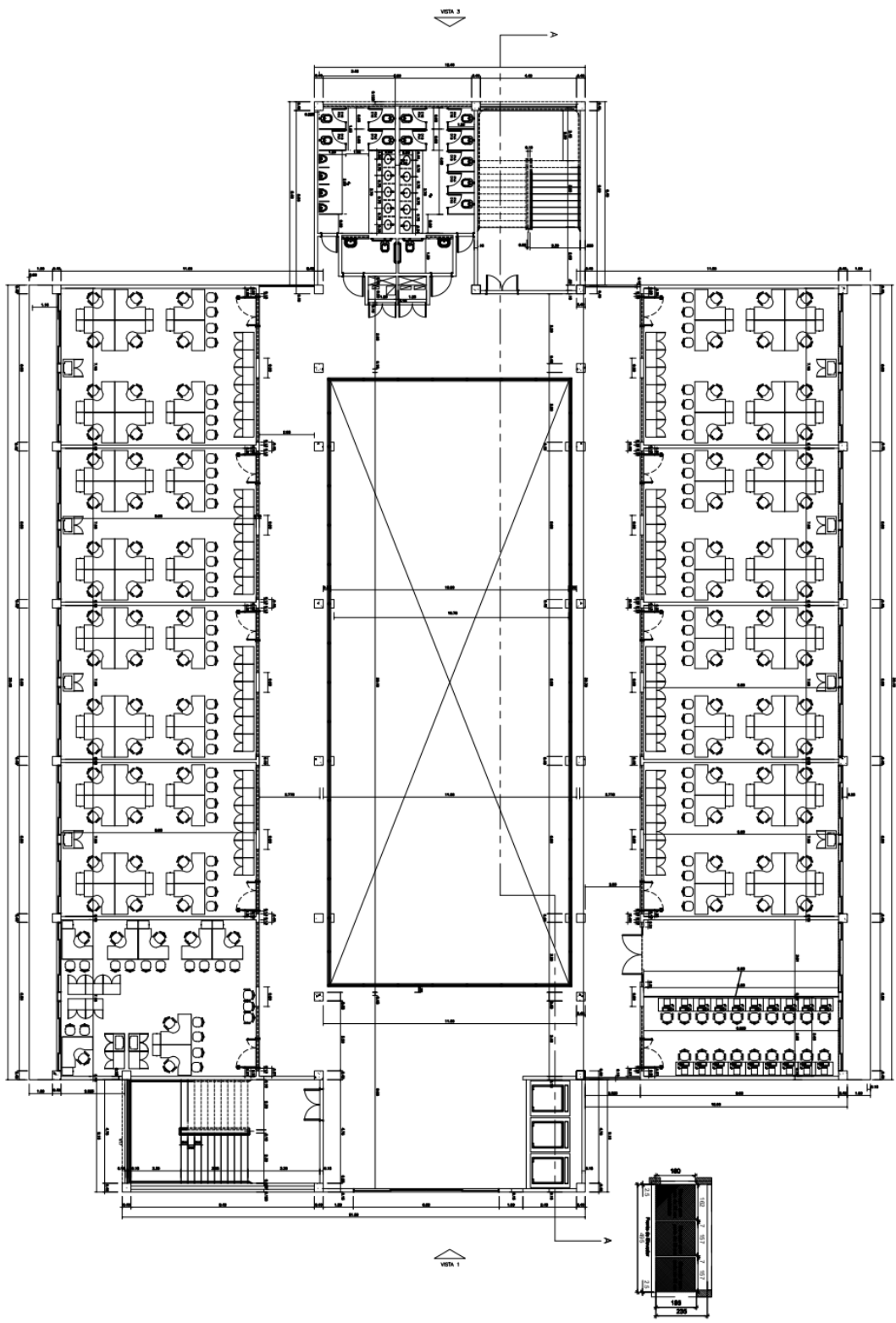
UFFS – Universidade Federal da Fronteira Sul. **Apresentação Institucional, 2019**. Disponível em: <<https://www.uffs.edu.br/pastas-ocultas/bd/diretoria-de-comunicacao/repositorio-dicom/apresentacao-institucional>>

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. 4ª Edição.

ANEXO 2 – PLANTAS DO BLOCO A E BLOCO DOS PROFESSORES



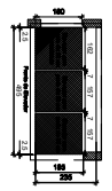
PLANTA BARRA 2º PAV. - ESCOLA = 17/5
AREA = 1.189,64m²



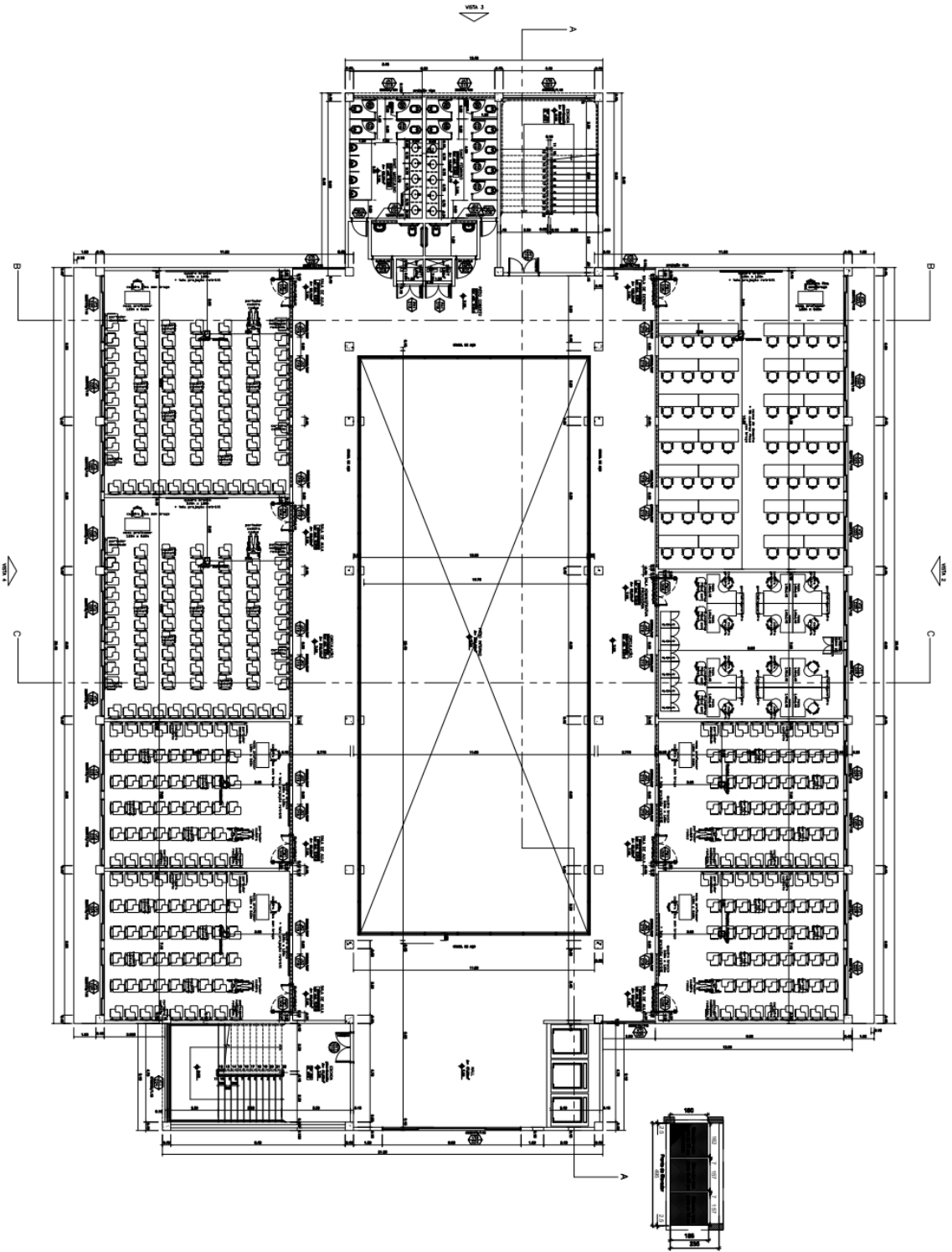
VISTA 2

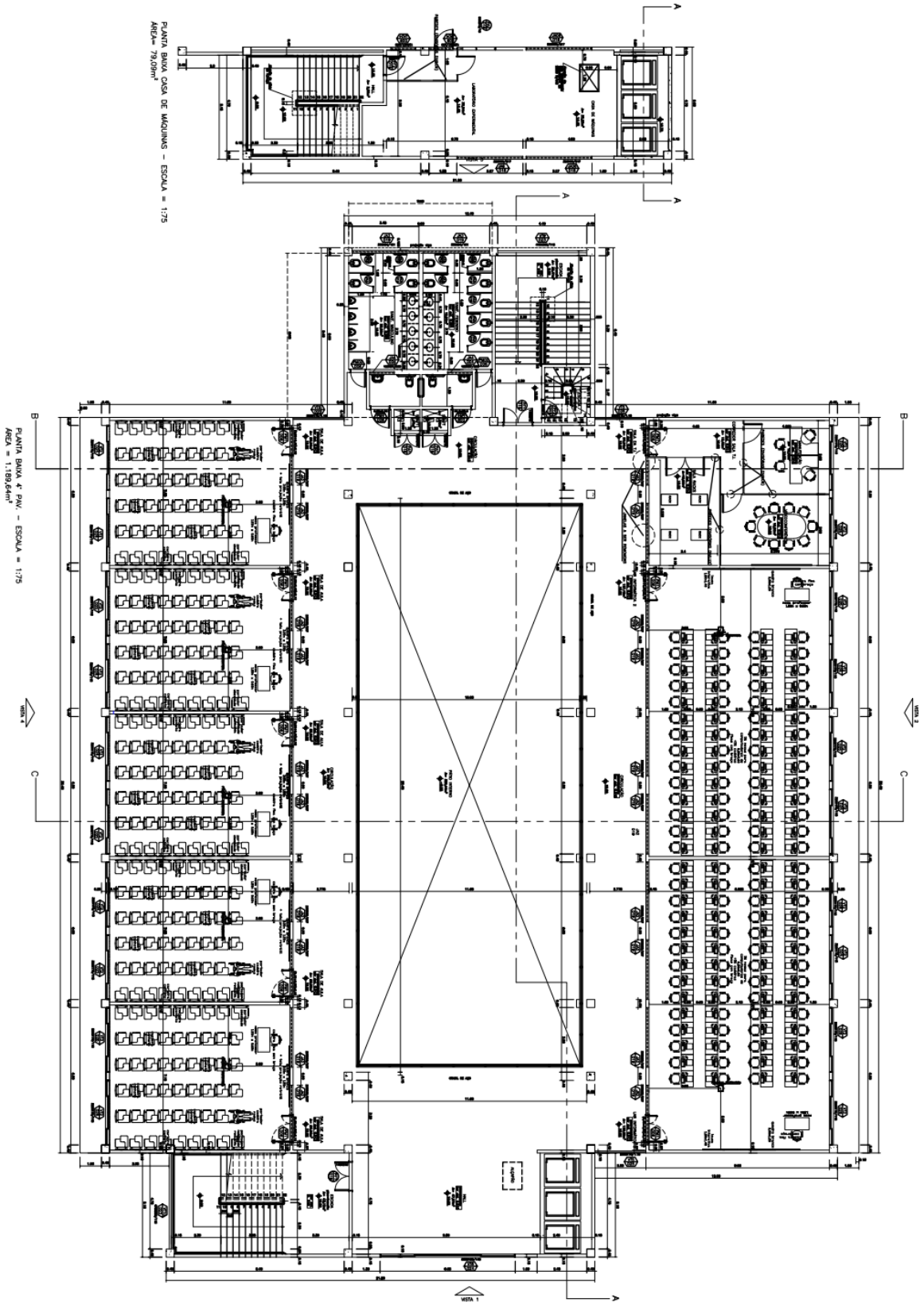
VISTA 1

B

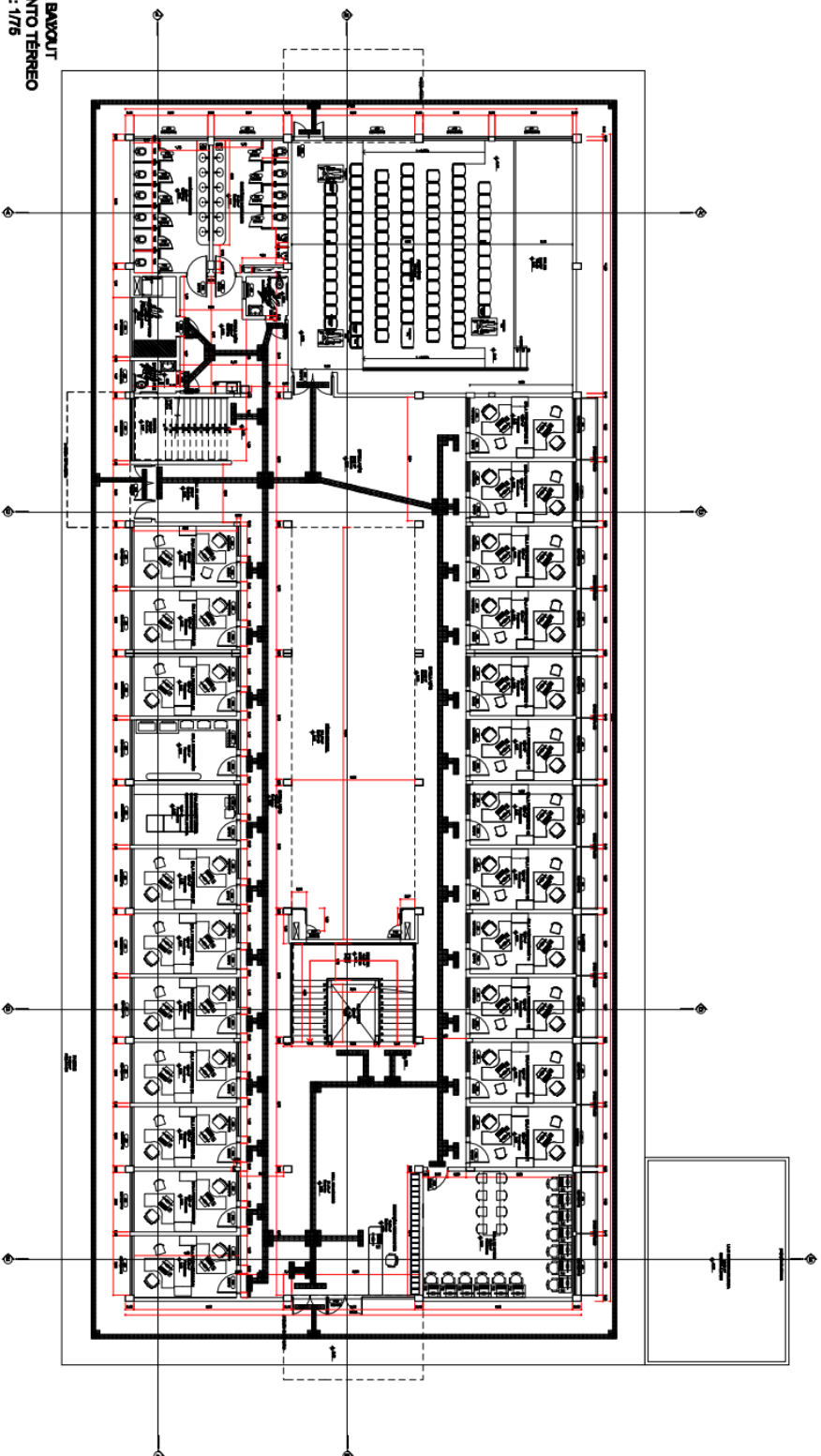


PLANTA BARRA 3º PAQ. - ESCOLA n.º 1725
ÁREA PAQ. = 1.893,64m²



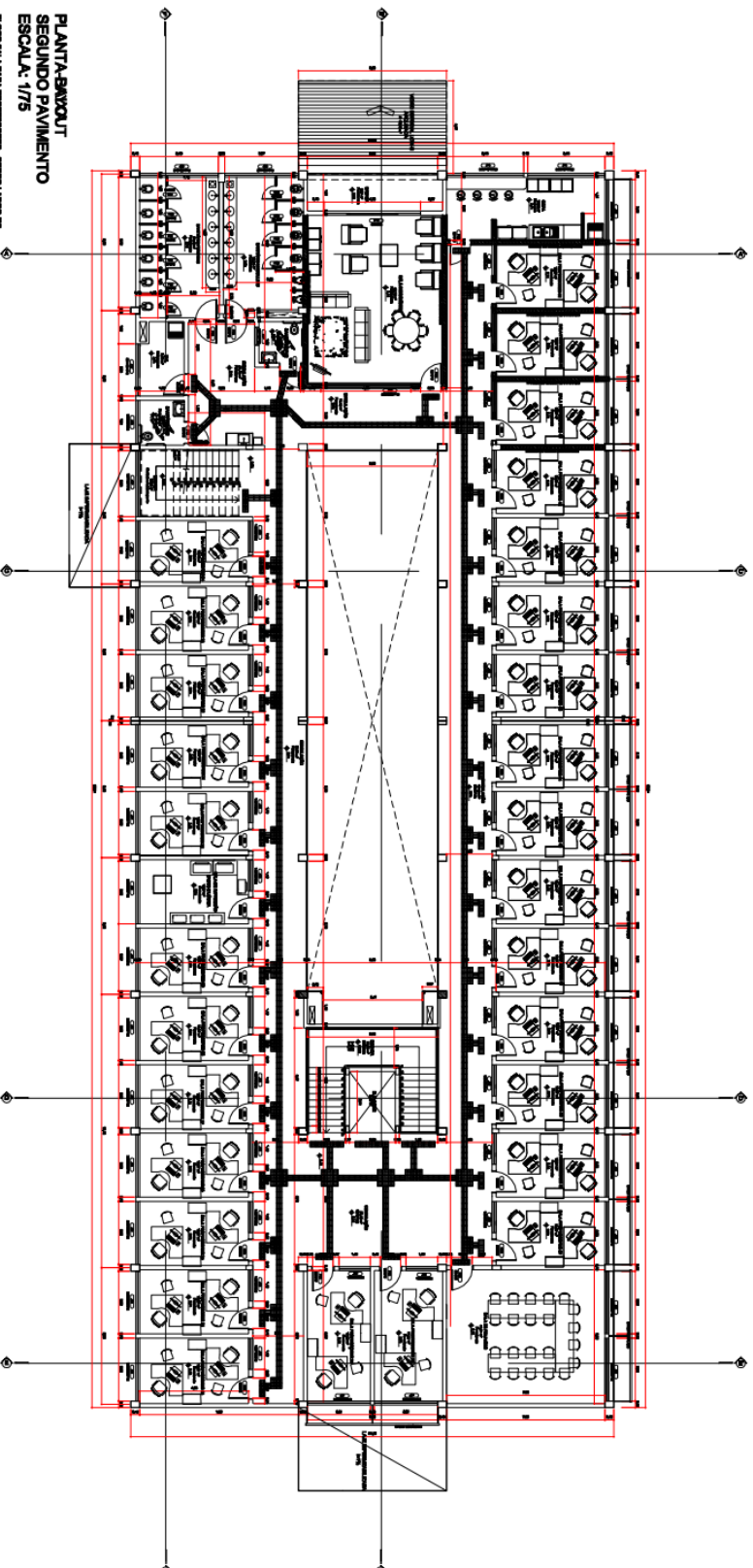


1o PAV



PLANTA BAWOUT
PAVIMENTO TERREO
ESCALA: 1/75
BLOCO DA SALA PAVAL, INCORPORANDO - CENTRO LINDOIA
Obras de 4ª fase - 2014
Arq. 1/10/14

2o PAV



PLANTA-BWXXULT
SEGUNDO PAVIMENTO
ESCALA: 1/75
LUGO S.A. S.A. INGENIEROS - CERRO LINDO
Deposito de planos - 2o SALA
Año: 1975

ANEXO 3 – NÚMERO DE ALUNOS QUE POSSUEM ACESSO AOS LABORATÓRIOS

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL CAMPUS CERRO LARGO					
Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580 - Bairro São Fernando, Cerro Largo-RS, CEP 97900-000, 55 3359-3961 e 3989 laboratorios.ci@uffs.edu.br, www.uffs.edu.br					
PREVENÇÃO COVID-19					
AUTORIZAÇÕES DE USO DE LABORATÓRIOS - COORDENAÇÃO ADJUNTA DE LABORATÓRIOS					
(conforme Resolução nº 11/CONSCL/UFFS/2020)					
					Atualizado em 01/10/2021
Tendo em vista as peculiaridades dos trabalhos envolvendo o uso de Laboratórios, e com base nos argumentos apresentados pelos servidores solicitantes, ficam autorizados os acessos descritos na Tabela abaixo:					
BLOCO 01					
AUTORIZAÇÃO	ESTUDANTE	PROFESSOR ORIENTADOR	LABORATÓRIO	DATA INICIAL	DATA FINAL
1	-	MARLEI VEIGA DOS SANTOS	112	23/03/2020	31/12/2021
2	-	FABIANO CASSOL	113	14/09/2020	31/12/2021
3	-	CARLA MARIA GARLET DE PELEGRIN	113	14/09/2020	31/12/2021
4	-	GILMAR MEINERZ	104, 112	06/09/2021	31/12/2021
5	-	JULIANA MARQUES SCHÖNTAG	113	14/09/2020	31/12/2021
6	-	LIZIARA DA COSTA CABRERA	112	30/09/2021	31/3/2023
7	-	MARLEI VEIGA DOS SANTOS	113	14/09/2020	31/12/2021
8	-	NESSANA DARTORA	113	14/09/2020	31/12/2021
9	Carla K. Jurinic	Benhur de Godoi	112	06/07/2021	31/12/2021
10	Carolina Farias da Costa	Roque Ismael da Costa Güllich	107	01/09/2021	31/12/2021
11	Cleidi Hartmann	Benhur de Godoi	112	06/07/2021	31/12/2021
12	Daniele Bremm	Roque Ismael da Costa Güllich	107	01/09/2021	31/12/2021
13	Eduarda da Silva Lopes	Roque Ismael da Costa Güllich	107	01/09/2021	31/12/2021
14	Eloisa da Silva Pauletti	Roque Ismael da Costa Güllich	107	01/09/2021	31/12/2021
15	Jéssica Hensing Nilles	Roque Ismael da Costa Güllich	107	01/09/2021	31/12/2021
16	João Paulo Borkowski	Gilmar Meinerz	104	12/04/2021	31/12/2021
17	Kessin Kauane Copetti	Gilmar Meinerz	104	12/04/2021	31/12/2021
18	Letiane Lopez da Cruz	Roque Ismael da Costa Güllich	107	01/09/2021	31/12/2021
19	Leticia Freddo	BRUNO MÜNCHEN WENZEL	112	30/09/2021	31/3/2023
20	Maira Giehl	Benhur de Godoi	112	06/07/2021	31/12/2021
21	Manoela Fernanda Schuster	NESSANA DARTORA	112	22/03/2021	31/12/2021
22	Náaira Berwaldt Wust	Roque Ismael da Costa Güllich	107	01/09/2021	31/12/2021

60	Guilherme de Oliveira Lubeck	Débora Betemps	107	22/07/2021	31/12/2021
61	Gustavo Kuhn Kreuz	SUZMEIRE BARONI	103	08/09/2021	31/12/2021
62	Isabelli Alicia de Melo Vieira	Carla, Fabiano, Marlei, Nessana	105, 109	09/02/2021	31/12/2021
63	Iuri Coletto Balensiefer	Juliane Ludwig	101	15/06/2021	31/12/2021
64	João Augusto Ledur	Juliane Ludwig	101, 106	28/09/2021	31/12/2021
65	Júnior Eugênio Borkowski	NESSANA DARTORA	105, 109, 110	24/09/2021	31/12/2021
66	Júnior Eugênio Borkowski	NESSANA DARTORA	111	10/08/2021	31/12/2021
67	Kessin Kauane Copetti	Juliane Ludwig	101	02/09/2021	30/9/2021
68	Laura Spohr Batista	Marlei Veiga dos Santos	105, 109	18/06/2021	31/12/2021
69	Luiz Carlos Marmilicz Junior	MILTON STRIEDER	113	15/10/2020	31/12/2021
70	Maicon Geiss	Débora Betemps	107	22/07/2021	31/12/2021
71	Manoela Fernanda Schuster	Lauren Lúcia Zamin	109	08/03/2021	31/12/2021
72	Marcos Alexandre Heck	Débora Betemps	107	22/07/2021	31/12/2021
73	Marcos Alexandre Heck	Sidinei Zwick Radons	111	31/08/2021	31/12/2021
74	MORGANA MACIEL OLIVEIRA	Marlei Veiga dos Santos	105, 109	18/06/2021	31/12/2021
75	Naiara Jacinta Clerici	DANIEL JONER DAROIT	112	19/08/2021	31/12/2021
76	Nelio Clerici	Sidinei Zwick Radons	111	01/09/2021	31/12/2021
77	Patricia Maria Limberger	MILTON STRIEDER	113	15/10/2020	31/12/2021
78	Paula Schmitt	Débora Betemps	107	10/09/2021	31/12/2021
79	Paulo Miguel Mucha	Mardione Tanara Pinheiro	110	15/09/2021	31/07/2022
80	Pedro Aloisio Jaskulski Thomas	Juliane Ludwig	101	15/06/2021	31/12/2021
81	Rodrigo Rogoski Soltis	MILTON STRIEDER	113	22/01/2021	31/12/2021
82	Rosalva Sulzbacher	David Augusto Reynalte Tataj	108	19/07/2021	31/12/2021
83	Samuel Francisco Chitolina	NESSANA DARTORA	105, 109, 110	24/09/2021	31/12/2021
84	Samuel Francisco Chitolina	NESSANA DARTORA	111	18/05/2021	31/12/2021
85	Taila da Rosa Jacques	Débora Betemps	107	10/09/2021	31/12/2021
86	Tatiane Koslowski	EVANDRO PEDRO SCHNEIDER	106, 107	09/07/2021	31/12/2021
87	Thaise Machado Vechietti	David Augusto Reynalte Tataj	108	24/08/2021	31/12/2021
88	Thalia Friedrich	Marlei Veiga dos Santos	105, 109, 110	29/09/2021	31/12/2021
89	Thalia Friedrich	NESSANA DARTORA	111	28/05/2021	31/12/2021
90	Tiago Silveira Ferrera	Juliane Ludwig	101	22/06/2021	15/12/2021
90	Vander Poesch Kerkhoff	David Augusto Reynalte Tataj	108	24/09/2021	31/12/2021
92	Vanessa dos Santos Dormelles	EVANDRO PEDRO SCHNEIDER	106, 107	09/07/2021	31/12/2021
93	Vanessa Marczewski	Fabiano Cassol	105, 109, 110, 111	25/08/2021	31/07/2022
BLOCO 03					
AUTORIZAÇÃO	ESTUDANTE	PROFESSOR ORIENTADOR	LABORATÓRIO	DATA INICIAL	DATA FINAL

94	-	CARLA MARIA GARLET DE PELEGRIN	107, 109	11/02/2021	31/12/2021
95	-	Benhur de Godoi	105, 107	12/03/2021	31/12/2021
96	-	Daniela Sallet	106	09/11/2020	31/12/2021
97	-	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102, 103	02/03/2021	31/12/2021
98	-	FABIANO CASSOL	107, 109	11/02/2021	31/12/2021
99	-	Mariana Boneberger Behm	113	20/10/2020	31/12/2021
100	-	Marlei Veiga dos Santos	107, 109	11/02/2021	31/12/2021
101	-	NESSANA DARTORA	107, 109	07/02/2021	31/12/2021
102	-	RENAN COSTA BEBER VIEIRA	104	23/03/2020	31/12/2021
103	Aline U. Henck	Sidinei Zwick Radons	101	01/09/2021	31/12/2021
104	Atawana Vitória da Silva	Sidinei Zwick Radons	101	01/09/2021	31/12/2021
105	Brena Cavalcanti	Benhur de Godoi	105, 107	16/03/2021	31/12/2021
106	BRONILDO JOSE WENZEL	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
107	Bruna de Moura	Manuela Gomes Cardoso	101, 115	08/02/2021	8/12/2021
108	Bruna de Moura	Manuela Gomes Cardoso	114	15/06/2021	20/12/2021
109	Bruna Vicente	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	18/05/2020	31/12/2021
110	Camila Zorzo	FERNANDO HENRIQUE BORBA	114, 115	20/04/2020	31/12/2021
111	Cleidi Hartmann	BENHUR DE GODOI	105, 107	28/07/2020	31/12/2021
112	Cristian Schardong	Renan Costa Beber Vieira	104	15/01/2021	31/12/2021
113	Cristiano Rauber Pauli	Jorge Luis Palacios Felix	110	01/10/2021	15/10/2021
114	Eduardo Schepke	Sidinei Zwick Radons	101	01/09/2021	31/12/2021
115	Eduardo Steinmetz Pies	Sidinei Zwick Radons	101	25/02/2021	31/12/2021
116	Elessandro de Oliveira Carneiro	Juliana M. Schöntag	114	02/07/2021	31/12/2021
117	Elisa da Silva	Lauren Lúcia Zamin	104	07/06/2021	31/12/2021
118	Estéfani Pawlowski	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	18/05/2020	31/12/2021
119	Estéfani Pawlowski	DOUGLAS RODRIGO KAISER	103	23/07/2021	31/12/2021
120	FELIPE INACIO KREIN	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
121	Gabriel do Amaral Minussi	Juliana M. Schöntag	114	02/07/2021	31/12/2021
122	Gabriele dos Santos Leite	LIZIARA DA COSTA CABRERA	109	23/04/2020	31/12/2021
123	GUSTAVO FRIEDRICH	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
124	Gustavo Lutz Garcia	Renan Costa Beber Vieira	104	15/01/2021	31/12/2021
125	ISABELA FRIEDRICH RIBAS	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
126	ISABELLE ALICIA DE MELO VIEIRA	Marlei Veiga dos Santos	107, 109	11/02/2021	31/12/2021
127	IVAN OTAVIO FRANK SEIDEL	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
128	JOAO AUGUSTO LEDUR	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
129	João Paulo Borkowski	Renan Costa Beber Vieira	104	15/01/2021	31/12/2021
130	JOELSON NADIEL HAAS	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021

131	Jonas Inticher	FERNANDO HENRIQUE BORBA	114, 115	20/04/2020	31/12/2021
132	JUNIOR EUGÊNIO BORKOWSKI	Marlei Veiga dos Santos	107, 109	11/02/2021	31/12/2021
133	JUNIOR KOPP	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
134	KANANDA SILVEIRA DA SILVA	ILDEMAR MAYER	106	13/01/2021	31/12/2021
135	LARISSA WERLE	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
136	LAURA SPOHR BATISTA	Marlei Veiga dos Santos	107, 109	11/02/2021	31/12/2021
137	Leandro Marschall	Renan Costa Beber Vieira	104	13/05/2020	31/12/2021
138	Leticia Gabrielhe Rocha	LIZIARA DA COSTA CABRERA	109	23/04/2020	31/12/2021
139	LETICIA MAIARA GALLECZKA	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
140	Lidiane Martins da Costa	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	14/09/2020	31/12/2021
141	Maira Giehl	BENHUR DE GODOI	105, 107	26/05/2020	31/12/2021
142	Manoela Fernanda Schuster	Lauren Lúcia Zamin	104	07/06/2021	31/12/2021
143	MORGANA MACIEL OLIVEIRA	Marlei Veiga dos Santos	107, 109	18/06/2021	31/12/2021
144	Natália Biolosor Kuntz	BENHUR DE GODOI	105, 107	08/09/2021	31/12/2021
145	Nelio Clerici	Sidinei Zwick Radons	101	01/09/2021	31/12/2021
146	Pedro Henrique Welter	Sidinei Zwick Radons	101	25/02/2021	31/12/2021
147	RAFAEL JOSÉ RAMOS GUELFÍ	ILDEMAR MAYER	106	21/03/2020	31/12/2021
148	RAFAEL JOSÉ RAMOS GUELFÍ	ILDEMAR MAYER	107, 109	15/06/2021	31/12/2021
149	RAFAEL KIELING JUNG	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
150	RAFAEL TSCHIEDEL	DOUGLAS RODRIGO KAISER	102	15/12/2020	31/12/2021
151	Rafaela Roberta Morelato	LIZIARA DA COSTA CABRERA	107, 109	23/04/2020	31/12/2021
152	Rafissa Engroff Guimarães	Fernando Henrique Borba	105, 107, 115	20/04/2020	31/12/2021
153	SAMUEL FRANCISCO CHITOLINA	Marlei Veiga dos Santos	107, 109	11/02/2021	31/12/2021
154	Suzana Diel Boligon	BRUNO MÜNCHEN WENZEL	107	08/04/2021	31/12/2021
155	Susana Weyh Wammes	LIZIARA DA COSTA CABRERA	109	19/01/2021	31/12/2021
156	Taisa Pereira Welter	LIZIARA DA COSTA CABRERA	109	19/01/2021	31/12/2021
157	Thalia Friedrich	Marlei Veiga dos Santos	106, 107, 109	29/04/2021	31/12/2021
158	Vanessa Marczewski	Fabiano Cassol	107, 109	25/08/2021	31/07/2022

SEMINÁRIO					
AUTORIZAÇÃO	ESTUDANTE	PROFESSOR ORIENTADOR	LABORATÓRIO	DATA INICIAL	DATA FINAL

Observação: Os professores colaboradores (designados em portaria) permanecem tendo liberação de acesso para os laboratórios aos quais são colaboradores.

Atenciosamente,
Caroline Badzinski
Coordenadora Adjunta de Laboratórios- Campus Cerro Largo
Universidade Federal da Fronteira Sul

ANEXO 4 – RELAÇÃO DO NÚMERO DE PROFESSORES, ALUNOS, TÉCNICOS ADMINISTRATIVOS E SERVIDORES TERCEIRIZADOS NO ANO DE 2019.

Firefox

https://outlook.live.com/mail/0/id/AQQkADAwATY0MDABLWiwY2L...

Re: Relação de Alunos

Adenise Clerici <adenise.clerici@uffs.edu.br>

Qua, 29/09/2021 13:20

Para: Marcell . <celi_thewes@hotmail.com>

Bom dia!

Com relação ao solicitado, segue dados de 2019:

- Professores: 98
- Professores substitutos: 8
- Técnicos: 78
- Terceirizados: vigilância 12 pessoas e conservação e limpeza: 22

Dúvidas, estamos à disposição.

--

Atenciosamente

Adenise Clerici

Coordenadora Administrativa

Campus Cerro Largo - UFFS

www.uffs.edu.br

De: "Marcell ." <celi_thewes@hotmail.com>

Para: "Adenise Clerici" <adenise.clerici@uffs.edu.br>, "MANUELA GOMES CARDOSO" <manuelagc@gmail.com>

Enviadas: Quarta-feira, 29 de setembro de 2021 10:18:08

Assunto: Relação de Alunos

Bom dia!

Preciso de uma relação da quantidade de alunos (por curso), professores, técnicos e terceirizados no ano de 2019.

Desde já agradeço!

Atenciosamente,

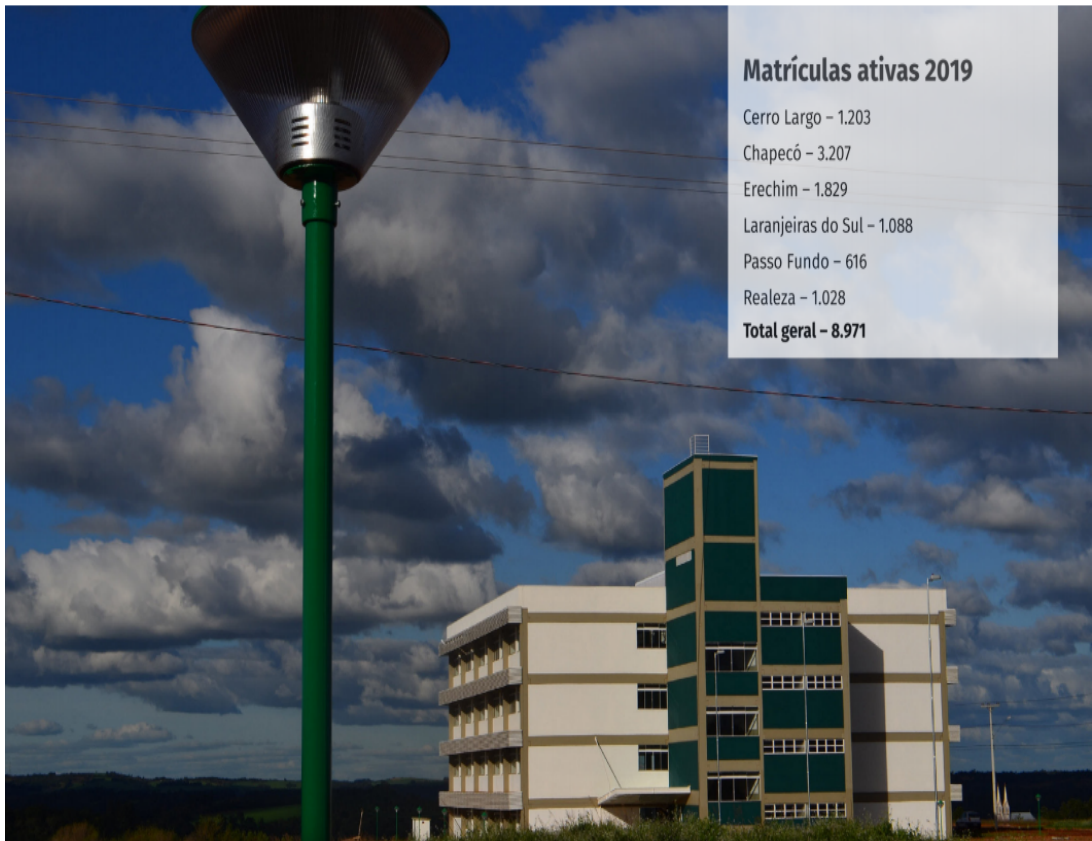
Marcell Carline Thewes

Engenharia Ambiental e Sanitária

Universidade Federal da Fronteira Sul

Campus - Cerro Largo

Cel. (55) 9 9987-2954 (Whatsapp)



Matrículas ativas 2019

Cerro Largo – 1.203

Chapecó – 3.207

Erechim – 1.829

Laranjeiras do Sul – 1.088

Passo Fundo – 616

Realeza – 1.028

Total geral – 8.971

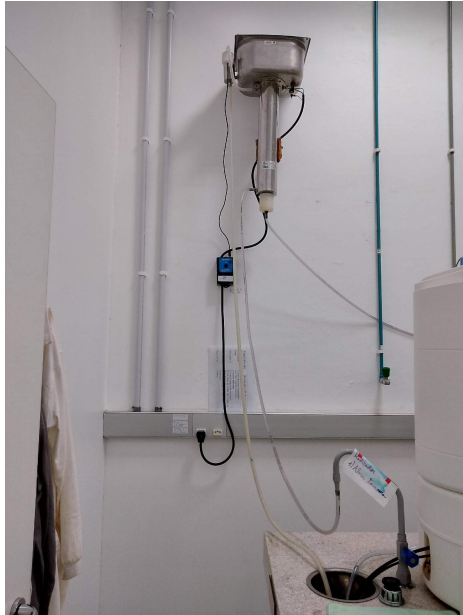
ANEXO 5 – IMAGENS DOS EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES QUE CONSOMEM ÁGUA

Imagem 1: Deionizador de água



Fonte: Autora (2022)

Imagem 3: Destilador de água



Fonte: Autora (2022)

Imagem 2: Milli-Q



Fonte: Autora (2022)

Imagem 4: Autoclave Vertical



Fonte: Autora (2022)

Imagem 5: Estufas



Fonte: Autora (2022)

Imagem 6: Destiladores de solventes



Fonte: Autora (2022)

Imagem 7: Banho Maria



Fonte: Autora (2022)

Imagem 8: Pias



Fonte: Autora (2022)