



**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CAMPUS DE POMBAL
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**PROJETO TÉCNICO PARA GESTÃO DA ÁGUA DOS DESTILADORES DA UFCG
CAMPUS POMBAL**

JOÃO BATISTA OLIVEIRA DE MORAIS – 917210121

Pombal/PB
Fevereiro, 2023.

JOÃO BATISTA OLIVEIRA DE MORAIS – 917210121

**PROJETO TÉCNICO PARA GESTÃO DA ÁGUA DOS DESTILADORES DA UFCG
CAMPUS POMBAL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Coordenação de Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof.^a Érica Cristine Medeiros Machado

Pombal/PB
Fevereiro, 2023.

M828p Morais, João Batista Oliveira de.
Projeto técnico para gestão da água dos destiladores da UFCG Campus Pombal / João Batista Oliveira de Morais. – Pombal, 2023.
52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Profa. Dra. Érica Cristine Medeiros Machado”.

Referências.

1. Sustentabilidade. 2. Reúso de água. 3. Água de descarte. I. Machado, Érica Cristine Medeiros. II. Título.

CDU 502.131.1 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

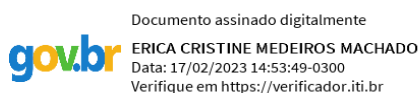
PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

JOÃO BATISTA DE OLIVEIRA MORAIS

**PROJETO TÉCNICO PARA GESTÃO DA ÁGUA DOS DESTILADORES DA UFCG
CAMPUS POMBAL**

Trabalho de Conclusão de Curso do discente João Batista de Oliveira Morais **APROVADO** em 10 de fevereiro de 2023 pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande

Registre-se e publique-se.



Prof^ª. Dr^ª Érica Cristine Medeiros Machado
(Orientador – UACTA/CCTA/UFCG)

Prof^ª. Dr^ª. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro
(Membro Interno – UACTA/CCTA/Professora)

Lara Mylena da Silva
(Membro Externo – Engenheira Civil/Solutions Architect)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à Deus, a minha família e ao meu filho que são combustíveis para atingir meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter dado perseverança e sabedoria para conseguir chegar até essa etapa da graduação.

A minha família por toda assistência e por nunca terem soltado minha mão durante esses 5 anos, em especialmente as minhas irmãs Isabel, Izalba, Izaneide e Izaline, e a pessoa que mais admiro e sempre será um exemplo, minha eterna professora, minha mãe Celi de Oliveira Morais.

A mulher que transformou minha vida, um exemplo de sabedoria e calma, sempre está comigo independente da situação, a mãe do meu maior tesouro, meu filho, Ihasmim Santos

Aos meus amigos que passaram por todas as dificuldades e sempre se mantiveram presentes, compartilhando conhecimentos e boas risadas, especialmente Allef, Widnes, João Mateus e Joaquim.

A Pórtico Engenharia Jr. Por ter me proporcionado não só uma experiência profissional, como também me permitir partilhar a vida com Antônio Vitor, Ranyelly, Vinícius, Filipe, Thamara, Roberta, Ihasmim, Sandy, José Victor, Ana Patrícia, Mayla, Lucas, Marcus Aurélio, Francisco Vieira, Rafaela, Fernando, Lis, Ester, Vitória, Josué, Jonas e Heduarda.

A professora Erica Machado por ter aceito o convite de orientar meu trabalho de conclusão de curso, sempre solícita e ajudando.

A professora Rosinete Batista e a engenheira Lara Mylena por ter aceito o convite de participar da banca examinadora.

A Messias Ramos e os estagiários da Sub-Prefeitura, pela autorização de usar o campus como fonte do projeto.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Consumo diário da central 01 de laboratórios	17
Tabela 02: Consumo médio diário e mensal	17
Tabela 03: Estimativa de volumes perdidos em vazamentos.	20
Tabela 04: Perdas hidráulicas coletadas	20
Tabela 05: Volume de perdas hidráulicas	21
Tabela 06: Exigências mínimas da água não-potável para atividades realizadas nos edifícios	21
Tabela 08: Características do destilador de água tipo pilsen marca <i>Marte Científica</i> , série: 324911	24
Tabela 09: Característica do destilador de água da marca <i>Biopar Equipamentos Eletro - Eletrônicos Ltda</i> BD5L	25
Tabela 10: Coletas e análises dos destiladores da central de laboratórios 01.	25
Tabela 11: Vazão coletada dos destiladores	26
Tabela 12: Diâmetro de saída do destilador	27
Tabela 13: Diâmetro nominal dos sub-ramais	27
Tabela 14: Peças de utilização que serão consideradas	28
Tabela 15: Peso das peças de utilização	28
Tabela 16: Comprimento equivalente	29
Tabela 17: Sub-ramais presentes no banheiro masculino	30
Tabela 18: Sub ramais presentes no banheiro feminino	30
Tabela 19: Ramais presentes no banheiro masculino	32
Tabela 20: Ramais do banheiro feminino	32
Tabela 22: Verificação de Pressão do Banheiro Feminino	32
Tabela 23: Dimensionamento da Coluna	33
Tabela 24: Quantitativo de peças e conexões.	34
Tabela 25: Quantitativo de conexões água fria.	38

Tabela 26: Quantitativo de tubos água fria	38
Tabela 27: Quantitativo de registros e válvulas	38
Tabela 28: Quantitativo de caixas d'água	39
Tabela 29: Quantitativo de caixa de passagem	39
Tabela 30: Plano orçamentário pelo SINAPI para o projeto de gestão de água dos destiladores.	41
Tabela 31: Consumo total de água	43
Tabela 32: Período de Retorno	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Peças hidrossanitárias do banheiro do laboratório 1	19
Figura 02: Destilador de água <i>Solab</i> tipo pilsen modelo SL-71/5	23
Figura 03: Destilador de água tipo pilsen marca <i>Marte Científica</i> , série: 324911	24
Figura 04: Joelho 90° soldável água quente	34
Figura 05: Joelho 90° soldável água fria	34
Figura 06: Tê 90° soldável água fria	35
Figura 07: Bucha de redução curto água fria	35
Figura 08: Joelho 90° soldável com bucha de latão água fria	36
Figura 10: Registro de gaveta água fria	36
Figura 11: Registro de esfera água fria	36
Figura 12: Válvula de pé com crivo água fria	37
Figura 13: Válvula de retenção água fria	37
Figura 14: Caixa de passagem moldadas in loco	39
Figura 15: Ilustração cisterna enterrada	40
Figura 16: Bomba de recalque.	40
Figura 17: Casa de bombas	41
Figura 17: Tarifa por consumo mensal	44

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01: Cálculo da população usuária da edificação	18
Equação 02: Cálculo do diâmetro	29
Equação 03: Cálculo da velocidade	30
Equação 04: Cálculo da perda de carga unitária	29
Equação 05: Cálculo da perda de carga total	29
Equação 06: Cálculo da vazão pelos pesos	30
Equação 07: Cálculo da velocidade dos ramais	31
Equação 08: Verificação da pressão dos ramais	31
Equação 09: Cálculo do impacto de redução	43

RESUMO

Sabe-se que no sertão nordestino a escassez de hídrica é um problema recorrente, e dentro da universidade é uma demanda cada vez mais discutida para que se possa usar de forma sustentável esse recurso. Dentro dessa problemática é visto que a aplicação do reúso de água dentro da instituição acadêmica é um fator positivo no quesito economia e sustentabilidade. Uma das vias de demandas de água dentro das Universidades está relacionada ao destilador nos procedimentos laboratoriais. Diante disso foi elaborado um projeto técnico de reutilização de água de descarte dos destiladores instalados na central de laboratórios 01 da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB seguindo como modelo sugerido pelo Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações da ANA (Agencia Nacional das Águas) coletando dados atuais dos destiladores instalados, fazendo a concepção do sistema que será adotado e sua viabilidade. A implementação do projeto poderá proporcionar uma economia financeira e minimizar o desperdício desse recurso natural.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	14
2.0 OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECÍFICOS	15
3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
4.0 MEMORIAL DESCRITIVO E MEMÓRIA DE CÁLCULO	16
4.1 AUDITORIA DE CONSUMO	16
4.2 DIAGNÓSTICO DE CONSUMO	18
4.3 PLANO DE INTERVENÇÃO	21
4.3.1 DESTILADOR DO LABORATÓRIO 01	22
4.3.2 DESTILADOR DO LABORATÓRIO 09	23
4.3.3 DESTILADOR DO LABORATÓRIO 13	24
4.3.4 ESTIMATIVA DO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	26
4.3.4.1 Memória de Cálculo e Memorial Descritivo	26
4.3.4.1.1 Água Quente	26
4.3.4.1.1.1 Cálculo da Vazão dos Destiladores	26
4.3.4.1.1.2 Cálculo do Diâmetro	26
4.3.4.1.2 Água Fria	27
4.3.4.1.2.1 Dimensionamento dos Sub - Ramais	27
4.3.4.1.2.2 Dimensionamento de ramais	28
4.3.4.1.2.3 Dimensionamento de Colunas de Água	33
4.3.4.1.3 Materiais	33
4.3.4.1.3.1 Água Quente	33
4.3.4.1.3.1.1 Conexões	34

	13
4.3.4.1.3.2 Água Fria	34
4.3.4.1.3.2.1 Conexões	34
4.3.4.1.3.2.2 Registros	36
4.3.4.1.3.2.3 Quantitativos	38
4.3.4.1.4 Caixa de Passagem	39
4.3.4.1.5 Cisterna	39
4.3.4.1.6 Bomba	40
4.3.4.1.7 Casa de Máquinas	40
4.3.4.2 Estimativa do Custo de Implantação	41
4.3.4.3 Resultados Esperados para Impacto de Redução	43
4.3.4.4 Plano de Monitoramento da Qualidade da Água e Manutenção do Sistema	45
5.0 - CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	48

1.0 INTRODUÇÃO

Tendo em vista que a região Nordeste sofre com a falta de chuvas durante um longo período de tempo, o reúso das águas rejeitadas pelas edificações torna-se viável sob a ótica econômica, pelo melhor aproveitamento desse recurso. Nas universidades um dos grandes consumidores de água são os laboratórios presentes em suas edificações, onde muitos deles apresentam o destilador como seu equipamento, e este, consome um valor considerável de água para sua utilização.

Os destiladores são aparelhos que funcionam através da ebulição da água a 100°C, e dentro do mesmo acontece a condensação da água evaporada, que é conduzida pela mangueira até o recipiente de armazenamento ao final do processo de destilação. Nesse processo, há a passagem de água para o resfriamento que segue em fluxo contínuo saindo do alimentador predial, passando pelo destilador até ser rejeitado pela tubulação da instalação sanitária, nesse processo que há uma grande demanda de água no equipamento, são consumidos, em média de 40 à 50 litros de água potável na produção de 1 litro de água destilada.

Segundo o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações da Agência Nacional das Águas (ANA), a maior eficiência de redução de consumo de água está ligada a ações que visam o seu reaproveitamento. Diante disso, o reaproveitamento das águas dos destiladores se torna uma solução efetiva e econômica de redução de gastos desse recurso dentro do campus.

Na central 01 de laboratórios da Universidade Federal de Campina Grande, do CCTA, Campus Pombal-PB há presente 3 destiladores, um no laboratório de solos e nutrição de plantas (SALA 01) da marca *Solab* tipo *Pilsen*, outro no laboratório de nutrição animal (SALA 09) da marca *Marte Balanças e Aparelhos de precisão LTDA*, e outro destilador da marca *Biopar Equipamentos Eletro-Eletrônicos Ltda*, modelo BD5L, este último foi tomado como base dos cálculos por ter menor eficiência, o mesmo encontra-se no Laboratório de Biologia, Ecologia e Microbiologia.

2.0 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Elaborar um projeto técnico de reaproveitamento e gestão da água de descarte dos destiladores da Central de Laboratórios 01 da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB.

2.2 ESPECÍFICOS

- Propor um manejo sustentável das águas dos laboratórios;
- Propor meios de redução de consumo de água;
- Incentivo à projetos mais sustentáveis.

3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma das causas da escassez de água segundo Marisco *et al.* (2014) está ligada a intensificação de consumos individuais, desperdícios nos sistemas públicos e prediais em função de vazamentos e procedimentos inadequados relacionados ao uso da água. E uma das soluções desse problema, segundo Silva *et al.* (2012) pode ser o reúso de água, importante instrumento de gestão ambiental do recurso água e detentor de tecnologias já consagradas para sua adequada utilização.

Segundo Rodrigues (2005), a reutilização de água é uma estratégia para reduzir o consumo de água, controlando a demanda e utilizando como um recurso complementar. Telles e Costa (2007), complementam essa ideologia afirmando que o reúso, em suas várias formas de aplicação, revela-se uma técnica segura e confiável, atraindo investimentos que tendem a ser cada vez menores e que, por isso mesmo, incentivam uma prática cada vez mais acessível.

Fernandes *et al.* (2020) afirma que a maioria das instituições de ensino e pesquisa possui laboratórios em suas instalações e faz uso de destiladores para produzir água destilada necessária à execução das práticas de ensino e pesquisa, sendo estes imprescindíveis para as atividades desenvolvidas nos experimentos. No entanto, os destiladores apresentam uma desvantagem quanto ao desempenho devido ao elevado desperdício de água potável, principalmente na etapa de condensação. Em termos de dados, os desperdícios de acordo com Pinto e Capri Neto (2015) apenas 4,5% resulta em água destilada, o restante, aproximadamente 95,5%, está envolvido exclusivamente no processo de resfriamento, sendo comumente desprezada ao fim do processo.

Associada ao aumento da demanda, a escassez de água nas áreas metropolitanas é cada vez mais presente. Nesse contexto, o uso de água não potável é uma realidade não apenas como fonte alternativa de suprimento para regiões que vivenciam a escassez, como para evitar os altos custos de tratamento previamente ao descarte de efluentes em águas superficiais. Independentemente do fator, quer seja econômico, político ou socioambiental, novas tecnologias para sistemas de tratamento de água vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de

oferecer opções adequadas à atividade-fim de sistemas prediais hidráulicos (CASTILHO, 2016).

4.0 MEMORIAL DESCRITIVO E MEMÓRIA DE CÁLCULO

Segundo o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações da Agência Nacional das Águas (ANA) para esse tipo de projeto deve-se implementar um Programa de Conservação de Água, que no projeto em questão é direcionado para Edificações Existentes. Tal programa complementa todas as informações descritas no Memorial Descritivo e Memória de Cálculo, como também conceitos de reúso de água e período de retorno (ANA,2005).

4.1 AUDITORIA DE CONSUMO

A edificação objeto deste estudo é a Central de Laboratório 01, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, localizada na Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770, Pombal-PB, 58840-000 e apresenta uma área construída de 1010,21m².

De acordo com o Manual de Conservação e Reúso de Água em edificações da Agência Nacional das Águas (ANA), deve-se fazer inicialmente uma análise da utilização da água na edificação, bem como sua análise documental, para então chegar ao indicador de consumo (IC), que neste caso foi considerado em litros/dia e litros/mês.

Para a determinação do consumo predial, foram feitas visitas in loco e aferidas as leituras do hidrômetro instalado na edificação (Tabela 01), cujo dados foram disponibilizados pela SUBPREFEITURA da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, e referem-se aos consumos dos meses de Novembro e Dezembro, período esse que tem maiores demandas nos laboratórios tendo em vista o alto consumo no final do período letivo.

Tabela 01: Consumo diário da central 01 de laboratórios

DIA	LEITURA DO HIDRÔMETRO (Litros)	CONSUMO (Litros)
01/nov	360800	
03/nov	361792	992
04/nov	363717	1925
08/nov	366004	2287
09/nov	367249	1245
10/nov	368227	978
11/nov	369799	1572
16/nov	372610	2811
17/nov	374244	1634
18/nov	376069	1825
21/nov	377834	1765
22/nov	378987	1153
23/nov	380367	1380
24/nov	381477	1110
25/nov	383770	2293
28/nov	384814	1044
29/nov	385620	806
30/nov	386308	688
01/dez	387312	1004
02/dez	388710	1398

Fonte: Autoria Própria

Pelas inconstâncias dos dias apurados e para melhor apuração dos dados, fez-se uma média dos consumos diários (Tabela 02) e utilizou-se como embasamento dos cálculos.

Tabela 02: Consumo médio diário e mensal

CONSUMO	INDICADOR DE CONSUMO	UNIDADES
1471,7	MÉDIA DIÁRIA	L/DIA
44151	CONSUMO MENSAL	L/MÊS

Fonte: Autoria Própria

Para o cálculo de consumidores, segundo a NBR 5626/20, quando não é conhecida a quantidade de pessoas que irá utilizar a edificação, usa-se a taxa de ocupação de acordo com a natureza do local, assim considerou-se para a ocupação em prédios públicos 1 pessoa a cada 10m².

Assim, o cálculo de população da residência será dado pela Equação 01:

$$P = \frac{1010,21}{10} = 101,2 \quad (01)$$

Em que:

P = População.

Portanto adotou-se o número de ocupantes como 102 pessoas.

4.2 DIAGNÓSTICO DE CONSUMO

Após o desmembramento da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em 2002, a UFCG apresentou um Plano de Expansão Institucional (PLANEXP), que em 2005 foi apresentado e aceito pelo Ministério da Educação MEC. Em 2006, autorizou-se através da Resolução nº 05/2006 a implementação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA.

O Campus possui 3 centrais de Laboratórios (Central I, Central II, Central III), propiciadas por equipamentos (por exemplo destiladores), instalações, aparelhagem e produtos necessários para o desenvolvimento das atividades acadêmicas no campus.

Os laboratórios que apresentam os destiladores usados no projeto são:

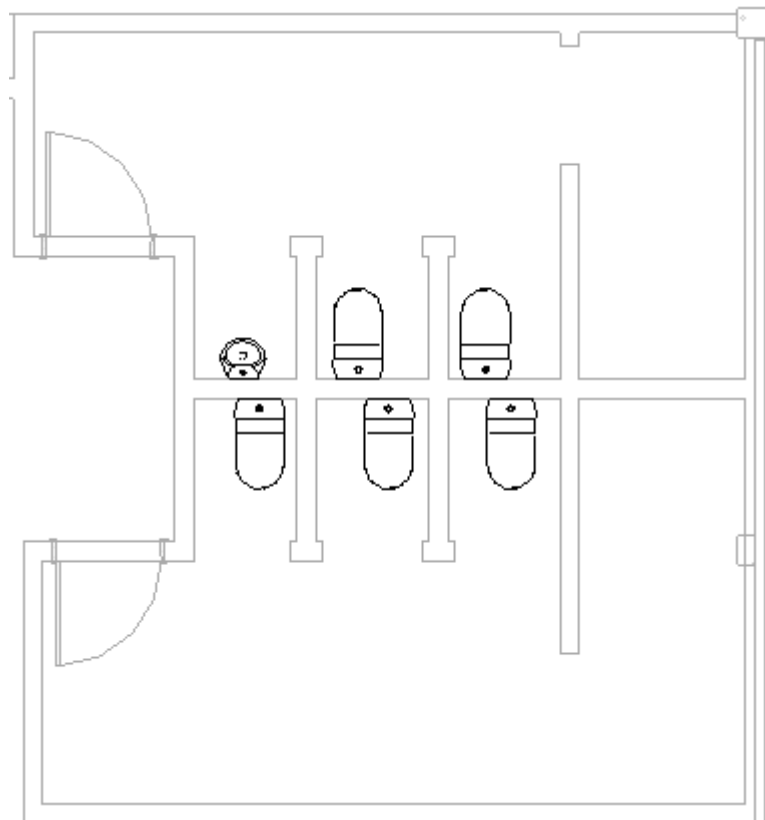
- **Laboratório 01:** Solos e Nutrição de Plantas (LSNP) - Pertencente a Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA), o LSNP possui uma área total de 58 m² dividida em três compartimentos, é capaz de realizar diversos tipos de análises de plantas e análises químicas e físicas do solo. Entre as análises químicas estão sendo realizadas análises de matéria orgânica, teores disponíveis de cálcio, magnésio (método da titulação com EDTA), potássio, sódio (fotômetro de chamas), fósforo (fotocolorímetro), nitrogênio (destilador de nitrogênio), hidrogênio mais alumínio, (método potenciométrico), enxofre, boro, pH e condutividade elétrica. Na planta é possível determinar os teores de N total, enxofre, sódio, fósforo, potássio e boro.
- **Laboratório 09:** Nutrição Animal - Também pertencente a UAGRA, oferta serviços analíticos da composição nutricional de alimentos, focando na área de Rações, Grãos e Forragens. Além destes produtos, o laboratório realiza análise de mel, carne, leite, bem como de seus derivados.

- **Laboratório 13:** Biologia, Ecologia e Microbiologia - De domínio também da UAGRA, conforme o CCTA são desenvolvidas atividades de ensino e pesquisa nas áreas de Silvicultura, Ecologia Geral, Sistemática Vegetal e Citologia e Histologia Vegetal. As pesquisas concentram temas que tem por objetivo propor medidas mitigadoras de conservação e/ou preservação da Caatinga. Para isto, os bens existentes no laboratório são: freezer, refrigerador, clinômetro eletrônico, blume-leiss, suta mecânica, termo-higro-anemômetro, luxímetro digital, microscópio binocular, destilador, aparelho de GPS, rádio comunicador, dentre outros.

A edificação é alimentada por um sistema indireto apresentando um reservatório superior, abastecida pela concessionária CAGEPA, onde há um medidor geral para todo o Campus, e cada bloco tem o hidrômetro individual.

Pelo fato da água que será reutilizada se enquadrar em águas cinzas, esta só pode ser direcionada a aparelhos sanitários, irrigação e lavagem de pisos. Por isso, para o processo de diagnóstico de consumo coletou-se in loco os dispositivos sanitários presentes na edificação (Figura 01), onde podemos destacar as peças sanitárias e hidráulicas presentes no banheiro.

Figura 01: Peças hidrossanitárias do banheiro do laboratório 1



Fonte: Autoria própria, Revit 2022

Foi estimado o consumo de água, cujo valor obtido que foi de 1471,7 l/dia para um número estimado de consumidores de 102 pessoas. No projeto em questão, analisou-se o consumo e o desperdício de água de bacias sanitárias e mictórios do banheiro do bloco 1 dos laboratórios, pela falta de dados consolidados para a estimativa do índice de perda por vazamentos em bacias sanitárias e mictórios. Para uma primeira estimativa, usou-se os dados da Tabela 03, que são dados constantes e que auxiliarão nos cálculos do consumo de água nesses pontos.

Tabela 03: Estimativa de volumes perdidos em vazamentos.

Aparelho/equipamento sanitário		Perda estimada
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	> 32 litros/dia
	Filete \varnothing 2 mm	> 114 litros/dia
	Filete \varnothing 4 mm	> 333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros (supondo a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vaza no registro	0,86 litros/dia
	Vaza no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Fonte: OLIVEIRA (1999) e GONÇALVES et al. (2005)

Nas tabelas 04 e 05, mostram-se as perdas hidráulicas coletadas in loco presentes nos banheiros.

Tabela 04: Perdas hidráulicas coletadas

PERDAS HIDRÁULICAS		
Peça	Tipo de Perda	Volume (L/dia)
Torneira 06	Gotejamento Médio	20
Bacia Sanitária 05	Vazamento no Tubo de Alimentação	144
Todas as Bacias Sanitárias	Filetes Visíveis	720

Fonte: Autoria Própria, 2022

Tabela 05: Volume de perdas hidráulicas

VOLUME DE ÁGUA DAS PERDAS DAS PEÇAS HIDRÁULICAS	
884	L/dia
26520	L/mês

Fonte: Autoria Própria, 2022

Observou-se que bacias sanitárias e mictórios além de consumir muita água, também possuem um índice de perda considerável, portanto, o foco do reaproveitamento de água será para o abastecimento dessas peças hidráulicas, levando em consideração os seguintes requisitos para a qualidade da água que será reutilizada. Segundo o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações da ANA, as exigências mínimas da água não-potável para atividades realizadas nos edifícios:

Tabela 06: Exigências mínimas da água não-potável para atividades realizadas nos edifícios

ÁGUA PARA DESCARGA EM BACIAS SANITÁRIAS	Não deve apresentar mau-cheiro
	Não deve ser abrasiva
	Não deve manchar superfícies
	Não deve deteriorar os metais sanitários
	Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana

Fonte: OLIVEIRA (1999) e GONÇALVES et al. (2005)

4.3 PLANO DE INTERVENÇÃO

Segundo o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações da Agência Nacional das Águas (ANA), a maior eficiência de redução de consumo de água está ligada a ações que visam o seu reaproveitamento. Diante disso, os desperdícios e perdas apresentados anteriormente, demonstra-se a eficácia do projeto de reaproveitamento das águas de resfriamento dos destiladores, visto que é um equipamento que demanda muita água e grande parte dela é desperdiçada ela atenderia todos os requisitos para o reúso nas bacias sanitárias e mictórios do bloco de laboratórios 1.

Foram coletados os dados in loco dos destiladores de cada laboratório juntamente com seus respectivos técnicos responsáveis, bem como seu rendimento, consumo e desperdício. De acordo com a temperatura coletada, foi-se adotado a de maior valor que foi de 79,1 °C para fins de cálculo.

4.3.1 DESTILADOR DO LABORATÓRIO 01

O destilador de água do **Laboratório 01 (Laboratório de solos e nutrição de plantas)** é o da marca *SOLAB* tipo PILSEN modelo SL-71/5 (Figura 02), onde apresenta como tombo da faculdade: 021181 e apresenta as seguintes características de fábrica (Tabela 07):

- Tubos de destilação construído em aço inox AISI 304 com pintura eletrostática na cor branca;
- Caixa de controle construído em aço carbono 1020 com pintura eletrostática anticorrosiva;
- Caldeiras construída em aço inox 304;
- Funis para coleta de destilado;
- Nível da água constante;
- Segurança na ausência de água o desligamento é automático da resistência;
- Resistência blindada em aço inox AISI 304;
- Comando elétrico com 2 disjuntores unipolares;
- Botão seletor Liga/Desliga;
- Condutividade até 3,5 uS/cm (Considerando-se condutividade de entrada 310uS/cm);
- Painel adesivo em policarbonato texturizado a prova d'água;
- Cabo de força com dupla isolamento e plug com três pinos, duas fases e um terra, de acordo com as normas ABNT NBR 14136;

Tabela 07: Características do destilador de água *Solab* tipo pilsen modelo SL-71/5

CARACTERÍSTICAS	
MODELO	SL-71/5
RENDIMENTO	5 litros/hora
CONSUMO	50 litros/litro destilado
VOLTAGEM	220V
POTÊNCIA (WATTS)	4.000
DIMENSÃO EXTERNA	L=430 x P=280 x A=750 mm

Fonte: Solab equipamentos para laboratórios

Figura 02: Destilador de água *Solab* tipo pilsen modelo SL-71/5



Fonte: Solab equipamentos para laboratórios

4.3.2 DESTILADOR DO LABORATÓRIO 09

No **Laboratório 09 (Laboratório de nutrição animal)**, o modelo utilizado é o destilador de água tipo Pilsen da antiga marca *Marte Balanças e Aparelhos de Precisão Ltda* (Figura 03), que hoje se chama *Marte Científica*, que apresenta o número da série: 324911, e tem como características de fábrica (Tabela 08):

- Destilador do tipo pilsen totalmente fabricado em aço inox AISI 304 polido, inclusive a tampa;
- Desliga automaticamente em caso de falta d'água através do pressostato;
- O aquecimento é feito através de resistência tubular blindada em aço inox.
- Termostato de controle para maior segurança evitando o superaquecimento;
- Caixa de controle com chave liga/desliga e lâmpada-piloto;
- Fácil instalação (não requer técnico especializado);
- Acompanha: suporte de fixação em parede, mangueiras e manual em língua portuguesa.

Tabela 08: Características do destilador de água tipo pilsen marca *Marte Científica*, série: 324911

CARACTERÍSTICAS	
MODELO	Pilsen 5L
RENDIMENTO	5 litros/hora
CONSUMO	50 litros/litro destilado
VOLTAGEM	220V
POTÊNCIA (WATTS)	3500
DIMENSÃO EXTERNA	265 x 325 x 600
PESO (Kg)	4

Fonte: Marte Científica

Figura 03: Destilador de água tipo pilsen marca *Marte Científica*, série: 324911



Fonte: Marte Científica

4.3.3 DESTILADOR DO LABORATÓRIO 13

No **Laboratório 13 (Biologia, Ecologia e Microbiologia)**, utilizado o modelo da marca *Biopar Equipamentos Eletro - Eletrônicos Ltda* BD5L, modelo e tem como características de fábrica (Tabela 09):

- Construído totalmente em aço inox;
- Bacia tubo condensador;
- Cúpula interna, cúpula externa, inclusive partes em contato com água destilada;
- Com controle para desligar automático na falta de água por micro switch;
- Com lâmpada piloto contadora de segurança, dispensando assim ampola de mercúrio;
- Com suporte para instalação na parede;
- 5L 220 3500;
- Modelo BD 5L - Capacidade 05 litros/hora;

Os dados coletados foram:

Tabela 09: Característica do destilador de água da marca *Biopar Equipamentos Eletro - Eletrônicos Ltda* BD5L

CARACTERÍSTICAS	
Modelo	Pilsen 5L
Rendimento	5 litros/hora
Consumo	50 litros/litro destilado
Voltagem	220V
Potência (WATTS)	3500
Dimensão externa	265 x 325 x 600
PESO (Kg)	4

Fonte: comprasgov.br

Para o projeto propriamente dito, serão coletadas as águas pelos destiladores em seu processo, que será disposta em uma cisterna recuperada. Logo após armazenadas, será bombeada até um reservatório superior que irá redistribuir para os pontos de água de vasos sanitários e mictórios, pois o fluido apresenta as exigências mínimas para essa funcionalidade. O mesmo irá escoar por uma tubulação diferente do sistema hidráulico principal, para que não haja risco de contaminação da água da rede de abastecimento (Anexo 01). As coletas e análises feitas in loco nos destiladores de cada laboratório estão na Tabela (00)

Tabela 10: Coletas e análises dos destiladores da central de laboratórios 01.

	LABORATÓRIO 01	LABORATÓRIO 09	LABORATÓRIO 13
TEMPO DE DESTILAÇÃO (min)	20	20	30
DESTILAÇÃO SEMANAL (L)	70	20	30
CONSUMO (L/Ldestilado)	17	60	120
VAZÃO DO CONSUMO (L/s)	0,014	0,05	0,075
RENDIMENTO (L/h)	3	3	2
TEMPERATURA (°C)	79,1	79,1	30

Fonte: Autoria própria, 2022

4.3.4 ESTIMATIVA DO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

Foi dimensionado todo o sistema hidráulico de reúso, este indiferente ao sistema já instalado na edificação, ou seja, todo o reservatório e tubulação irão ser a parte da edificação e irão se juntar segundo os anexos 05, 06, 07, 08, 09, 10. Primeiro foi feito todo seu dimensionamento da água quente e fria com os cálculos necessários, logo após a retirada de quantitativos e orçamento de implantação com o auxílio das ferramentas Revit e Excel.

4.3.4.1 Memória de Cálculo e Memorial Descritivo

Todo o projeto foi dimensionado segundo as recomendações da Norma Brasileira Regulamentadora 5626/2020 – Norma Brasileira para Instalações Prediais de Água Fria e Quente, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, e tem por objetivo atender às demandas.

4.3.4.1.1 Água Quente

O dimensionamento de Água Quente de Projeto de Gestão das Água dos destiladores será destinado para suportar a vazão solicitada pelo aparelho, ou seja, de acordo com a vazão apresentada pela mangueira do destilador onde é direcionada a água de descarte.

4.3.4.1.1.1 Cálculo da Vazão dos Destiladores

Para determinação da vazão, foram coletados os volumes descartados e o tempo necessário para destilar 1 Litro de água, chegando assim à vazão em litros por segundo (Tabela 11).

Tabela 11: Vazão coletada dos destiladores

VAZÃO COLETADA		
VAZÃO DO DESTILADOR SALA 01 (Q1)	0,014	L/s
VAZÃO DO DESTILADOR SALA 09 (Q9)	0,05	L/s
VAZÃO DO DESTILADOR SALA 13 (Q13)	0,075	L/s

Fonte: Autoria Própria, 2022

4.3.4.1.1.2 Cálculo do Diâmetro

O diâmetro da tubulação foi dimensionado a partir da vazão solicitada através da Equação (02):

$$D = \sqrt{\frac{4000 * Q}{\pi * Velocidade\ de\ projeto}} \quad (02)$$

Em que:

- D = Diâmetro;
- Q = Vazão;

Chegou-se aos seguintes diâmetros:

Tabela 12: Diâmetro de saída do destilador

	DIÂMETRO CALCULADO	DIÂMETRO ADOTADO
D1	2,44mm	22mm
D2	4,61mm	22mm
D3	5,64mm	22mm

Fonte: Autoria Própria, 2022

Para os diâmetros da tubulação de saída de dos destiladores foram adotados os de 22mm, para os tubos que interligam os caixas de passagem e a cisterna enterrada foram considerados o diâmetro de 42mm.

4.3.4.1.2 Água Fria

A alimentação da água fria de reúso será fornecida de forma indireta, sendo o reservatório superior adotando com capacidade 500l, volume selecionado pelo fato das dimensões da peça e com isso pode atender a área do barrilete e da instalação do sistema, e por conseguinte dimensionou-se os sub-ramais e ramais levando em consideração seu diâmetro, vazão, velocidade e perda de carga, em seguida encontrou-se os ramais através dos pesos, diâmetros, vazões e pressões. Por fim, foram calculadas as colunas de acordo com os somatórios dos pesos dos ramais e as pressões exercidas.

4.3.4.1.2.1 Dimensionamento dos Sub - Ramais

De acordo com a Tabela 13, foram considerados os diâmetros nominais para os sub-ramais de acordo com as peças de utilização, onde as selecionadas estão citadas na Tabela 14.

Tabela 13: Diâmetro nominal dos sub-ramais

Peças de utilização	DE (mm)	D. ref. (pol.)
Aquecedor de alta pressão	20	½
Aquecedor de baixa pressão	25	¾
Bacia sanitária com caixa de descarga	20	½
Bacia sanitária com válvula de descarga de 1¼	50	1½
Bacia sanitária com válvula de descarga de 1½	50	1½
Banheira	20	½
Bebedouro	20	½
Bidê	20	½
Chuveiro	20	½
Filtro de pressão	20	½
Lavatório	20	½
Máquina de lavar pratos	25	¾
Máquina de lavar roupa	25	¾
Mictório de descarga contínua por metro ou aparelho	20	½
Pia de cozinha	20	½
Tanque de lavar roupa	25	¾

Fonte: Tigre, 2022

Tabela 14: Peças de utilização que serão consideradas

AMBIENTES	BACIA COM CAIXA DE DESCARGA	MICTÓRIO
BANHEIRO MASCULINO	2-a/3-a	1-a
BANHEIRO FEMININO	5-a/6-a/7-a	

Fonte: Autoria Própria, 2022

4.3.4.1.2.2 Dimensionamento de ramais

Na Tabela 15 encontram-se os pesos de cada peça utilizada no projeto, bem como suas vazões:

Tabela 15: Peso das peças de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3
	Válvula de descarga	1,70	3,2
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro	Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê	Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou roupas	Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório	Torneira ou Misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
Mictório cerâmico Sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou Registro de pressão	0,15 / m de calha	0,3
Pia	Torneira ou Misturador (água fria)	0,25	0,7
	Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou Lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4

Fonte: NBR 5626, 2022

A partir da Equação 03, foram calculadas as velocidades atendidas em cada sub-ramal:

$$V = 4000Q/\pi D^2 \quad (03)$$

Em que:

- V = Velocidade.
- Q = Vazão.
- D = Diâmetro.

Na Tabela 16 são apresentados, os comprimentos equivalentes das conexões utilizadas no projeto:

Tabela 16: Comprimento equivalente

DE (mm)	D. ref. (pol.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direita	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	½"	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
25	¾"	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32	1"	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40	1¼"	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
50	1½"	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
60	2"	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
75	2½"	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
85	3"	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
110	4"	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1

Fonte: Tigre, 2022

A perda de carga unitária foi obtida pela Equação 04:

$$J_u = 8,69 \times 10^5 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75} \quad (04)$$

Em que:

- J_u = Perda de Carga Unitária.
- Q = Vazão.
- D = Diâmetro.

A perda de carga total é dada pela Equação 05:

$$J = J_u \times L_{total} \quad (05)$$

Em que:

- J = Perda de Carga Total;

- J_u = Perda de Carga Localizada;
- L_{total} = Comprimento Total;

O dimensionamento dos sub-ramais pode ser conferido nas Tabelas 17 e 18 respectivamente:

Tabela 17: Sub-ramais presentes no banheiro masculino

	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (m)	Comprimento (m)	Perda de carga total (m)
1-a	20	0,15	0,48	0,02	1,97	0,04
2-a	20	0,15	0,48	0,02	1,20	0,02
3-a	20	0,15	0,48	0,02	1,63	0,03

Fonte: Autoria própria, 2022

Tabela 18: Sub ramais presentes no banheiro feminino

	Diâmetro (mm)	Vazão (L/m)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (m)	Comprimento (m)	Perda de carga total (m)
5-a	20	0,15	0,48	0,02	0,51	0,01
6-a	20	0,15	0,48	0,02	0,51	0,01
7-a	20	0,15	0,48	0,02	0,66	0,01

Fonte: Autoria Própria, 2022

O cálculo de vazão de acordo com o peso foi obtido pela Equação 06:

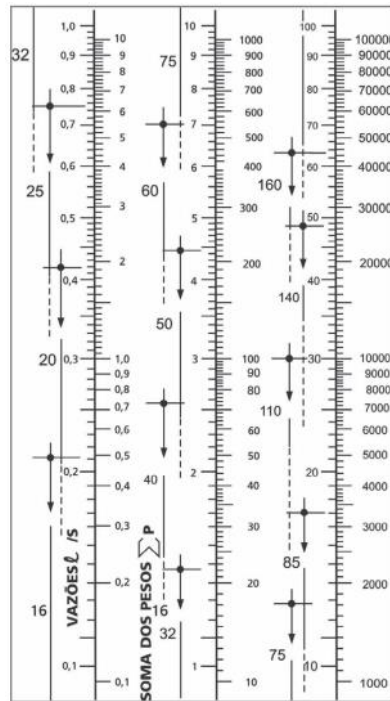
$$Q = 0,3\sqrt{\sum \text{ pesos}} \quad (06)$$

Em que:

- Q = Vazão dos Ramais

Assim encontra-se de acordo com a vazão e utilizando o Ábaco 01 o diâmetro dos ramais:

Ábaco 01: Ábaco dos Diâmetros em Função dos Pesos e das Vazões.



Fonte: Tigre, 2022

Para a verificação de velocidade, utilizou-se a Equação 07:

$$V = \frac{4000Q}{\pi D^2} \quad (07)$$

Em que:

- V = Velocidade;
- Q = Vazão;
- D = Diâmetro;

E por fim, para verificar a pressão nos pontos, usou-se a Equação (08):

$$P_{jusante} = P_{montante} \pm \text{Desnível} - J \quad (08)$$

Em que:

- $P_{jusante}$ = Pressão na Jusante;
- $P_{montante}$ = Pressão na Montante;
- J = Perda de Carga;

Assim, os dimensionamentos de ramais podem ser conferidos nas Tabelas 19 e 20, respectivamente:

Tabela 19: Ramais presentes no banheiro masculino

RAMAL	PEÇAS	PESOS	VAZÃO O (L/s)	DIAMETRO 0 (mm)	DIAMETR O ADOTADO (mm)	VELOCIDAD E (m/s)	J _U (m)	COMPRIMENT O (m)	J _{TOT AL} (m)
1-2	MIC.	0,3	0,16	15	25	0,33	0,02	9,87	0,20
2-3	VS+MIC	0,6	0,23	20	25	0,47	0,02	10,70	0,22
3-4	VS+VS+ MIC	0,9	0,28	20	25	0,58	0,02	11,13	0,23

Fonte: Autoria Própria, 2022

Tabela 20: Ramais do banheiro feminino

RAMAL	PEÇAS	PESO S	VAZÃO (L/s)	DIAMETRO 0 (mm)	DIAMETR O ADOTADO (mm)	VELOCIDAD E (m/s)	J _U (m)	COMPRIME NTO (m)	J _{TOTAL} (m)
5-6	VS	0,3	0,16	15	25	0,93	0,02	8,41	0,17
6-7	VS+VS	0,6	0,23	20	25	0,74	0,02	10,01	0,21
7-8	VS+VS+ VS	0,9	0,28	20	25	0,91	0,02	10,16	0,21

Fonte: Autoria Própria, 2022

A verificação da pressão nos ramais está apresentada nas Tabelas 21 e 22 respectivamente:

Tabela 21: A verificação de pressão do banheiro masculino

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO (m.c.a)	
P1	4,86
P2	6,02
P3	6,26
P4	6,51

Fonte: Autoria Própria, 2022

Tabela 22: Verificação de Pressão do Banheiro Feminino

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO (m.c.a)	
P5	6,07
P6	6,34
P7	6,65
P8	6,96

Fonte: Autoria Própria, 2022

As pressões atenderam os valores mínimos apresentados pela norma que é o valor 0.5 m.c.a.

4.3.4.1.2.3 Dimensionamento de Colunas de Água

De acordo com as orientações da NBR 5626/2020, foi considerado as colunas da seguinte forma:

- Considera-se como **COLUNA 01** aquela que segue do reservatório superior até o banheiro masculino;
- Para dimensionar a coluna de distribuição a vazão usada é a máxima provável. Considerando as limitações de velocidades, a coluna foi dimensionada para garantir o atendimento da pressão no final dos trechos, não devendo a mesma ser inferior a 0,5 m.c.a (1 m.c.a em caso de sub-ramais de chuveiros, pias e duchas). Para as considerações das perdas adotou-se a pior situação: reservatório no nível mínimo. Foram previstos registros de gavetas em cada ambiente para possibilitar a manutenção de qualquer parte da instalação

Assim, o dimensionamento de coluna ficou da seguinte forma:

Tabela 23: Dimensionamento da Coluna

COLUNA	PAVIMENTO	TRECHO	PESOS		VAZÃO (L/s)	DIÂMETRO (mm)	VELOCIDADE (m/s)
			SIMPLES	ACUMULADO			
1	TÉRREO	RESERVATÓRIO - AF-01	1,8	1,8	0,40	32	0,50

REAL	COMPRIMENTO (m)		PRESSÃO DISPONÍVEL (m.c.a)	PERDA DE CARGA (m)		PRESSÃO A JUSANTE (m.c.a)
	EQUIVALENTE	TOTAL		UNITÁRIA	TOTAL	
6,01	34	40,01	6,01	0,001	0,05	5,96

Fonte: Autoria Própria, 2022

4.3.4.1.3 Materiais

4.3.4.1.3.1 Água Quente

As tubulações indicadas em CPVC, deverão ser com tubos e conexões de mesma marca, rígido, com juntas soldáveis, na linha CPVC branca.

4.3.4.1.3.1.1 Conexões

- **Joelho 90° Soldável:** conexão responsável pela mudança na direção da tubulação de água fria no ângulo de 90°;

Figura 04: Joelho 90° soldável água quente



Fonte: Google Fotos, 2022

Tabela 24: Quantitativo de peças e conexões.

Cód	Descrição	Qtde
Q01	Joelho 90° 28mm, CPVC, Água Quente	7
Q02	Joelho 90° 42mm, CPVC, Água Quente	6

Fonte: Autoria Própria, 2022

4.3.4.1.3.2 Água Fria

As tubulações indicadas em PVC, deverão ser com tubos e conexões de mesma marca, rígido, com juntas soldáveis, na linha PVC marrom.

4.3.4.1.3.2.1 Conexões

- **Joelho 90° Soldável:** conexão responsável pela mudança na direção da tubulação de água fria no ângulo de 90°;

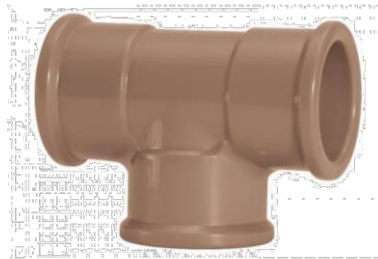
Figura 05: Joelho 90° soldável água fria



Fonte: Google Fotos, 2022

- **Tê Soldável:** conexão responsável pela ligação na tubulação a temperatura ambiente;

Figura 06: Tê 90° soldável água fria



Fonte: Google Fotos, 2022

- **Bucha de redução curta:** conexão responsável pela transição entre tubulações de diâmetros diferentes;

Figura 07: Bucha de redução curto água fria



Fonte: Google Fotos, 2022

- **Joelho 90° Soldável com bucha de latão:** conexão que faz a transição entre tubulações de PVC e a conexão dos pontos de uso.

Figura 08: Joelho 90° soldável com bucha de latão água fria



Fonte: Google Fotos, 2022

4.3.4.1.3.2 Registros

- **Registro de Gaveta:** em cada área molhada foi adotado um registro de gaveta a fim de garantir a interrupção do fluxo no sistema permitindo assim a sua manutenção

Figura 10: Registro de gaveta água fria



Fonte: Google Fotos, 2022

- **Registro de Esfera:** para garantir a interrupção rápida do fluxo no sistema de água fria em casos de emergência, foram adotados registros de esfera.

Figura 11: Registro de esfera água fria



Fonte: Google Fotos, 2022

- **Válvula de Pé com Crivo:** garantir que não entre ar e resíduos na tubulação que possam danificar a bomba.

Figura 12: Válvula de pé com crivo água fria



Fonte: Google Fotos, 2022

- **Válvula de Retenção:** garantir que a água bombeada presente na tubulação não retorne e também para facilitar a manutenção da bomba.

Figura 13: Válvula de retenção água fria



Fonte: Google Fotos, 2022

4.3.4.1.3.2.3 Quantitativos

Todos os materiais necessários para a execução do sistema de água fria, encontram-se descritos abaixo conforme as tabelas 25, 26, 27 e 28. Vale salientar que o levantamento feito é uma estimativa.

Tabela 25: Quantitativo de conexões água fria.

Cód	Descrição	Qtde
A1	Bucha de Redução Soldável Curta 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria	4
A2	Joelho 45° Soldável 32 mm, PVC Marrom, Água Fria	1
A3	Joelho 90° Soldável 32 mm, PVC Marrom, Água Fria	17
A4	Joelho 90° Soldável 25 mm, PVC Marrom, Água Fria	11
A5	Joelho 90° Soldável 40 mm, PVC Marrom, Água Fria	1
A6	Joelho de Redução 90° Soldável 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria	1
A7	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria	11
A8	Tê Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria	2

Fonte: Autoria Própria 2022

Tabela 26: Quantitativo de tubos água fria

Descrição	Diâmetro Nominal	Comprimento
Tubo Soldável Marrom	25,00 mm	12,66
Tubo Soldável Marrom	32,00 mm	67,32
Tubo Soldável Marrom	40,00 mm	1,53

Fonte: Autoria Própria, 2022

Tabela 27: Quantitativo de registros e válvulas

Descrição	Qtde
Válvula de Crivo 40mm	1
Válvula de Retenção Soldável 32mm	2
Registro de Gaveta DocolBase - 3/4"	6
Registro Esfera VS Compacto Soldável 25mm	2
Registro Esfera VS Compacto Soldável 40mm	1

Fonte: Autoria Própria, 2022

Tabela 28: Quantitativo de caixas d'água

Descrição	Volume (l)	Qtde
Peça		
Reservatório Superior	500	1

Fonte: Autoria Própria, 2022

4.3.4.1.4 Caixa de Passagem

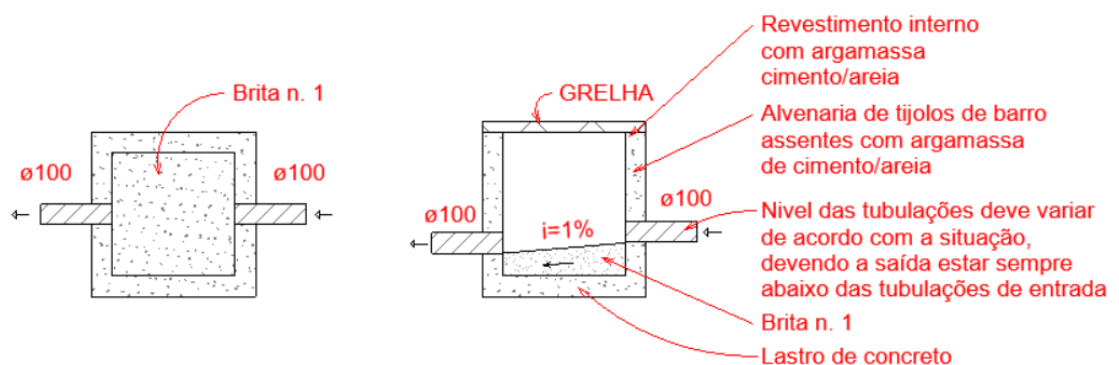
A caixa de passagem completa do sistema de drenagem da água de descarte dos destiladores adotada no projeto foi a moldada in loco, como mostrado na Tabela 29 e na Figura 14.

Tabela 29: Quantitativo de caixa de passagem

Descrição	Qtde
Caixa de Passagem 30x30cm	6

Fonte: Autoria Própria 2022

Figura 14: Caixa de passagem moldadas in loco

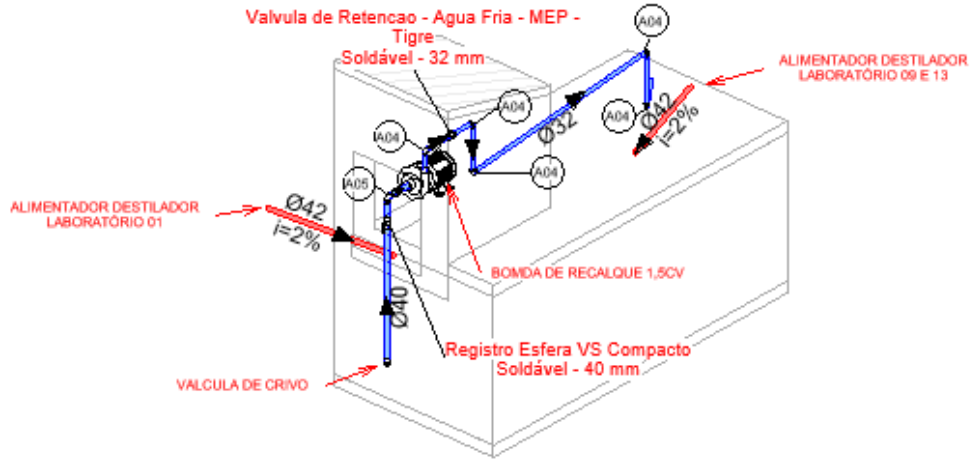


Fonte: Autoria Própria, 2022

4.3.4.1.5 Cisterna

A instalação da cisterna enterrada segue o esquema conforme a Figura 15.

Figura 15: Ilustração cisterna enterrada



Fonte: Autoria Própria, 2022

4.3.4.1.6 Bomba

Foi adotada a bomba existente no ambiente, que é uma bomba centrífuga com 1,5cv. (Conforme a Figura 16, imagem ilustrativa)

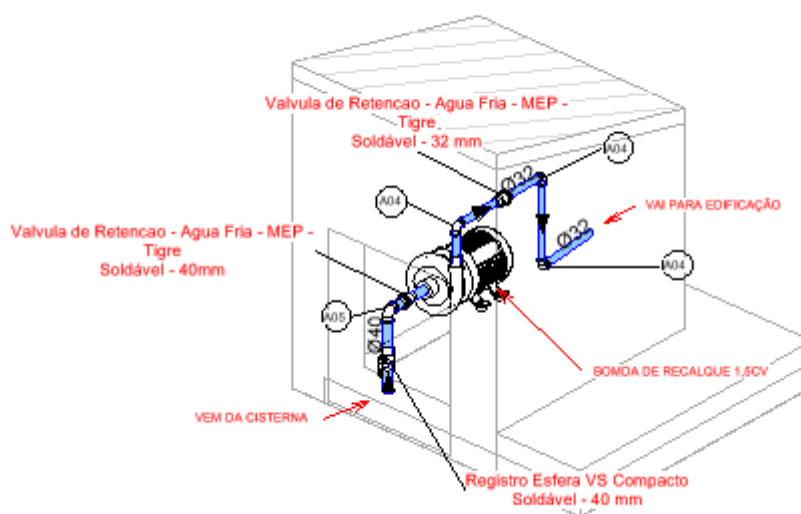
Figura 16: Bomba de recalque.



Fonte: Google Fotos, 2022

4.3.4.1.7 Casa de Máquinas

A instalação da bomba, válvula de crivo e válvula de retenção está conforme a figura 17:

Figura 17: Casa de bombas

Fonte: Autoria Própria, 2022

4.3.4.2 Estimativa do Custo de Implantação

Foi consultado a tabela SINAPI 11/2022 (Sistema Nacional de Pesquisas e Índices da Construção Civil) (Tabela 30), que pode ser consultado todo orçamento desonerado necessário para execução do projeto, geral do orçamento dos quantitativos, estes coletados com auxílio do Software REVIT 2021.

Tabela 30: Plano orçamentário pelo SINAPI para o projeto de gestão de água dos destiladores.

ORÇAMENTO				
DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE ADOTADA	PREÇO	PREÇO TOTAL
ÁGUA FRIA				
TUBO PVC, SOLDAVEL, DE 25 MM, ÁGUA FRIA	METROS	13,00	R\$ 4,83	R\$ 62,79
TUBO PVC, SOLDAVEL, DE 32 MM, ÁGUA FRIA	METROS	68,00	R\$ 10,42	R\$ 708,56
TUBO PVC, SOLDAVEL, DE 40 MM, ÁGUA FRIA	METROS	2,00	R\$ 16,37	R\$ 32,74
BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDAVEL, CURTA, COM 32 X	UNIDADE	4,00	R\$ 1,11	R\$ 4,44

25 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL				
JOELHO, PVC SOLDAVEL, 45 GRAUS, 32 MM, COR MARROM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UNIDADE	1,00	R\$ 4,82	R\$ 4,82
JOELHO PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 25 MM, COR MARROM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UNIDADE	11,00	R\$ 0,85	R\$ 9,35
JOELHO PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 32 MM, COR MARROM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UNIDADE	17,00	R\$ 2,82	R\$ 47,94
JOELHO PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 40 MM, COR MARROM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UNIDADE	1,00	R\$ 6,86	R\$ 6,86
JOELHO DE REDUCAO, PVC SOLDAVEL, 90 GRAUS, 32 MM X 25 MM, COR MARROM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UNIDADE	1,00	R\$ 6,02	R\$ 6,02
TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 25 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UNIDADE	11,00	R\$ 1,40	R\$ 15,40
TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 32 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UNIDADE	1,00	R\$ 4,39	R\$ 4,39
VALVULA DE RETENCAO DE BRONZE, PE COM CRIVOS, EXTREMIDADE COM ROSCA, DE 1 1/2"	UNIDADE	1,00	R\$ 108,30	R\$ 108,30
REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 3/4 "	UNIDADE	6,00	R\$ 33,98	R\$ 203,88
REGISTRO DE ESFERA, PVC, COM VOLANTE, VS, ROSCAVEL, DN 1 1/2	UNIDADE	2,00	R\$ 24,80	R\$ 49,60
REGISTRO DE ESFERA, PVC, COM VOLANTE, VS, ROSCAVEL, DN 1", COM CORPO DIVIDIDO	UNIDADE	1,00	R\$ 34,77	R\$ 34,77

VALVULA DE RETENCAO HORIZONTAL, DE BRONZE, EXTREMIDADES COM ROSCA	UNIDADE	2	R\$ 188,03	376,06
ÁGUA QUENTE				
TUBO CPVC, SOLDAVEL, 28 MM, ÁGUA QUENTE PREDIAL	METROS	15,00	R\$ 33,73	R\$ 505,95
TUBO CPVC, SOLDAVEL, 42 MM, ÁGUA QUENTE PREDIAL	METROS	55,00	R\$ 58,98	R\$ 3.243,90
TE CPVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 28 MM, PARA ÁGUA QUENTE PREDIAL	UNIDADE	7,00	R\$ 10,14	R\$ 70,98
TE CPVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 42 MM, PARA ÁGUA QUENTE PREDIAL	UNIDADE	6,00	R\$ 49,66	R\$ 297,96
CAIXAS DE PASSAGEM				
CAIXA DE CONCRETO ARMADO PRE-MOLDADO, COM FUNDO E SEM TAMPA, DIMENSOES DE 0,30 X 0,30 X 0,30 M	UNIDADE	6,00	R\$ 105,88	R\$ 635,28

Fonte: Autoria Própria, 2022

Com base nos valores coletados, o valor de custo total, de acordo com a tabela SINAPI, seria de R\$ 6.434,38 (Seis mil Quatrocentos e Trinta e Quatro Reais e Trinta e Oito Centavos).

4.3.4.3 Resultados Esperados para Impacto de Redução

Para se determinar o consumo total de água da edificação (Tabela 31), somou-se o valor das perdas das peças hidráulicas com consumo coletado nas leituras dos hidrômetros, e assim pode ser calculado o valor de cobrança dado pela concessionária CAGEPA, onde esta, para os órgãos públicos apresenta a tarifa igual a Figura 17.

Tabela 31: Consumo total de água

CONSUMO DE ÁGUA DA EDIFICAÇÃO		
Consumo Predial	44151	L/mês

Perdas Hidráulicas	26520	L/mês
Consumo Total	70641	L/mês

Fonte: Autoria Própria, 2022

Figura 17: Tarifa por consumo mensal

CATEGORIA PÚBLICO				
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10m ³	89,22	89,22	178,44	100%
Acima de 10m ³ (p/m ³)	14,97	14,97		100%

Fonte: CAGEPA – PB

Dado o valor do consumo estimado de litros por dia de 70641 l/mês, seria cobrado um valor de R\$ 1057,50 por mês, onde R\$ 394,61 (37% do consumo total) é proveniente dos destiladores. Levando em consideração as perdas que serão geradas nas peças hidráulicas, seu consumo geraria um gasto de R\$ 397 (38% do volume total), o que implicaria que o valor economizado no reúso das águas de resfriamento dos destiladores cobriria praticamente todos os valores das perdas estimadas pelas peças hidráulicas. Podemos determinar também o Impacto de Redução de Consumo de Água (IR) pela Equação (09):

$$IR = \frac{ICAP - ICDP}{ICAP} * 100 \quad (09)$$

Em que:

- IR = Impacto de Redução de Consumo
- ICAP = Indicador de Consumo Antes das Intervenções
- ICDP = Indicador de Consumo Depois das Intervenções

Então o Indicador de consumo IR ficou:

$$IR = \frac{70641 - 44281}{70641} * 100 = 37\%$$

O período de retorno do investimento ficou de 18 meses (Tabela 32).

Tabela 32: Período de Retorno

PERIODO DE RETORNO

CONSUMO PREDIAL TOTAL MENSAL	70641	L/mês
CONSUMO DOS DESTILADORES MENSAL	26360	L/mês
IMPACTO DE REDUÇÃO	37	%
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	6434,38	Reais
CUSTO DE REDUÇÃO	364,61	Reais
PERÍODO DE RETORNO	18	Meses

Fonte: Autoria Própria, 2022

4.3.4.4 Plano de Monitoramento da Qualidade da Água e Manutenção do Sistema

Dada a qualidade das águas coletadas pelos destiladores, algumas recomendações podem ser feitas para melhor desempenho do sistema:

- Manutenções periódicas nas caixas de passagem (a cada 2 anos);
- Análise e monitoramento de vazamentos em conexões;
- Análise de inclinações certas na execução;
- Manutenção periódica na bomba de recalque (a cada 1 ano);
- Limpeza periódica da caixa d'água (1 vez no mês);
- Para melhor acompanhamento da qualidade de água recomenda-se que a cada 6 meses ser feita coleta de água do sistema e estudá-la com auxílio de Laboratório de Qualidade Água presente no campus, verificando se continuam dentro dos critérios apresentados pelo Manual de Conservação de Reúso da ANA

5.0 - CONCLUSÃO

A gestão da água de descarte de uma edificação é uma das soluções mais efetivas para redução dos desperdícios na economia financeira. Dado o consumo apresentado, visando a viabilidade do projeto, pode-se afirmar que o mesmo é executável levando como base seu custo e o período de retorno para este.

Para prosseguir com o desenvolvimento futuro do projeto, deixo como sugestão um estudo de potabilidade da água para que possa ser analisada mais possibilidades do seu reúso, bem como o projeto para as demais centrais de laboratório situadas no campus, pois estas também apresentam destiladores como equipamentos laboratoriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5626**: Sistemas Prediais Água Fria e Quente. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16782**: Conservação de Água em Edificações - Requisitos, Procedimentos e Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16783**: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

CIENTÍFICA, marte. Destilador de Água Pilsen 5L. **Marte Científica**. Disponível em: <<https://marte.com.br/produtos/destilador-de-agua-pilsen-5l/>>. Acesso em: 15 Dez. 2022.

CIENTÍFICA, marte. Destilador de Laboratório. **Marte Científica**. Disponível em: <<http://www.marte.com.br/equipamentos-laboratorio/destilador-laboratorio.php>>. Acesso em: 15 Dez. 2022.

CIENTÍFICA, solab, Destiladores de água Tipo Pilsen 5 e 10 Litros (SL-71). **Solab Equipamentos para Laboratórios**. Disponível em: <<https://www.solabcientifica.com.br/equipamentos/destiladores-agua/destiladores-de-agua-tipo-pilsen-5-e-10-litros-sl-71>>. Acesso em: 15 Dez. 2022.

MARISCO, L. V.; FERNANDES, V. C.; CAVAGNI, M. V.; FERNANDES, L. C.; FERNANDES, J. C. **REÚSO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE APARELHOS DESTILADORES**. Revista CIATEC – UPF, Passo Fundo, v. 6, n. 1, p. 37- 47, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5335/ciatec.v6i1.3488>>. Acesso em: 23 de agosto. 2022. DOI: 10.5335/ciatec.v6i1.3488

PINTO, A. C.; CAPRI, M. R.; CAPRI NETO, A. **Gestão de água no laboratório: recuperação da água descartada dos destiladores**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL RESAG – Gestão da água e monitoramento ambiental, 2., 2015, Aracajú. Anais... Aracaju –SE: UNIT, 2015.

RAPHAEL CORRÊA MEDEIROS, WILLIAM ROSSO STORCK, FERNANDA VOLPATTO. **GESTÃO DA ÁGUA DE DESCARTE DE DESTILADORES DE ÁGUA EM LABORATÓRIOS DE UMA IES**, 2017. Disponível em: <[RODRIGUES, R.S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil**. São Paulo. 192 f. Dissertação \(Mestrado\) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo 2005](https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/I015.pdf#:~:text=CONCLUS%C3%95ES%20Em%20m%C3%A9dia%2C%20os%20destiladores%20gastam%20aproximadamente%2032,descartada%20para%20cada%20litro%20de%20%C3%A1gua%20destilada%20produzida.>. Acesso em 23 de agosto 2022.</p></div><div data-bbox=)

SAUTCHUK, C. et al. **CONSERVAÇÃO E REÚSO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2006/ConservacaoEReusoDaAguaEdificacoes.pdf>>. Acesso em 23 de agosto de 2022.

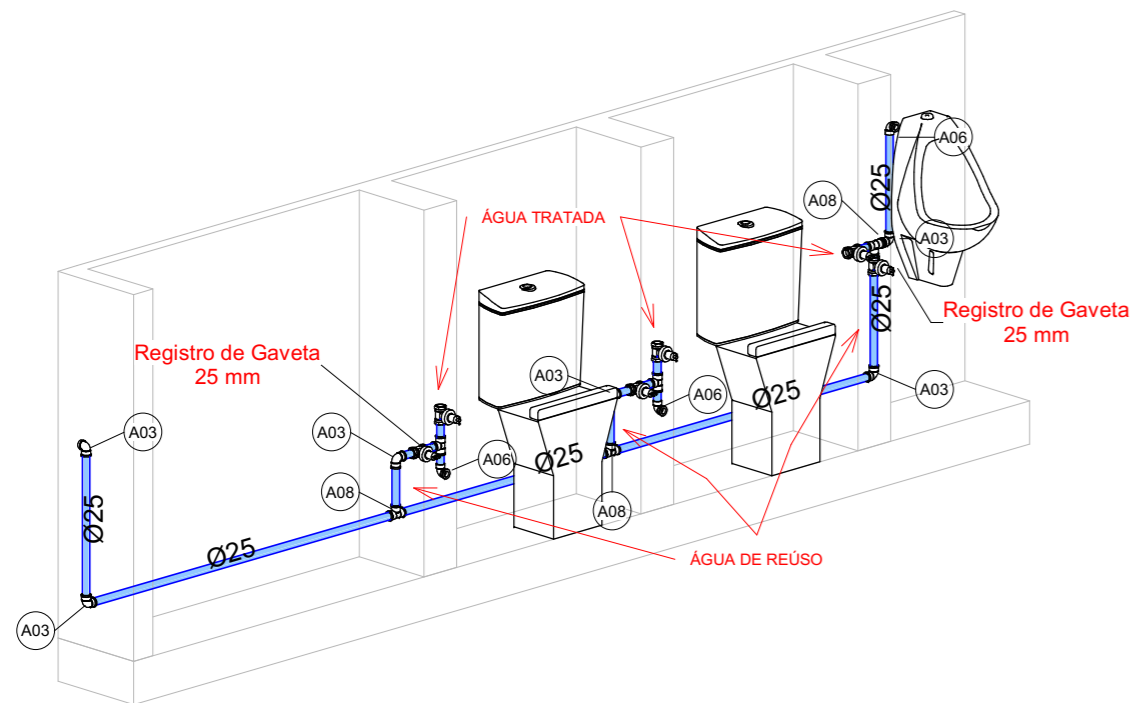
SIMÕES, F. A. F. et al. **POTENCIAL DE REÚSO DAS ÁGUAS DE RESFRIAMENTO DE DESTILADORES LABORATORIAIS**. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)*, p. 180-194, 2020.

SILVA, M.; SILVA, K. S.; ANGELINI, L. P.; OLIVEIRA, A. P. **Reúso da água de refrigeração de destiladores para lavagem de vidrarias em laboratório de ensino do IFMT Campus Cuiabá Bela Vista**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia. Anais... Goiânia–GO: IBEAS, 2012.

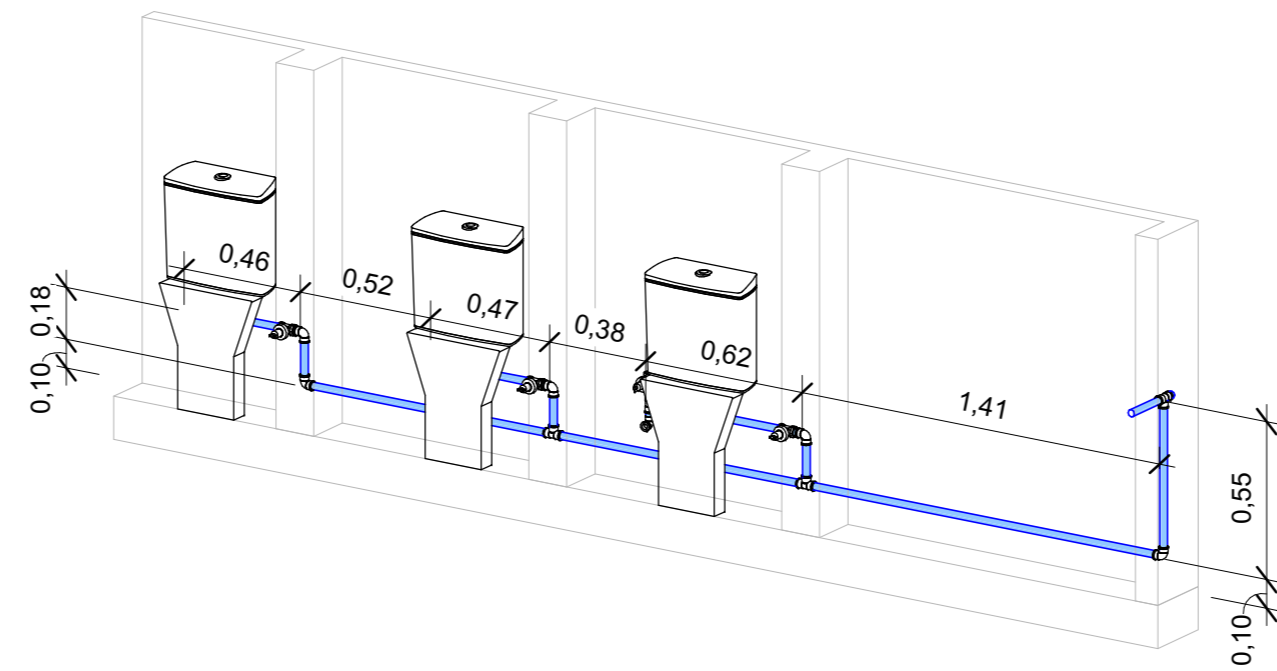
TELLES, Dirceu D'Alkmin; COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães. **Reúso da Água: Conceitos, Teorias e Práticas**. 1ª Ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007. 311p

ANEXOS

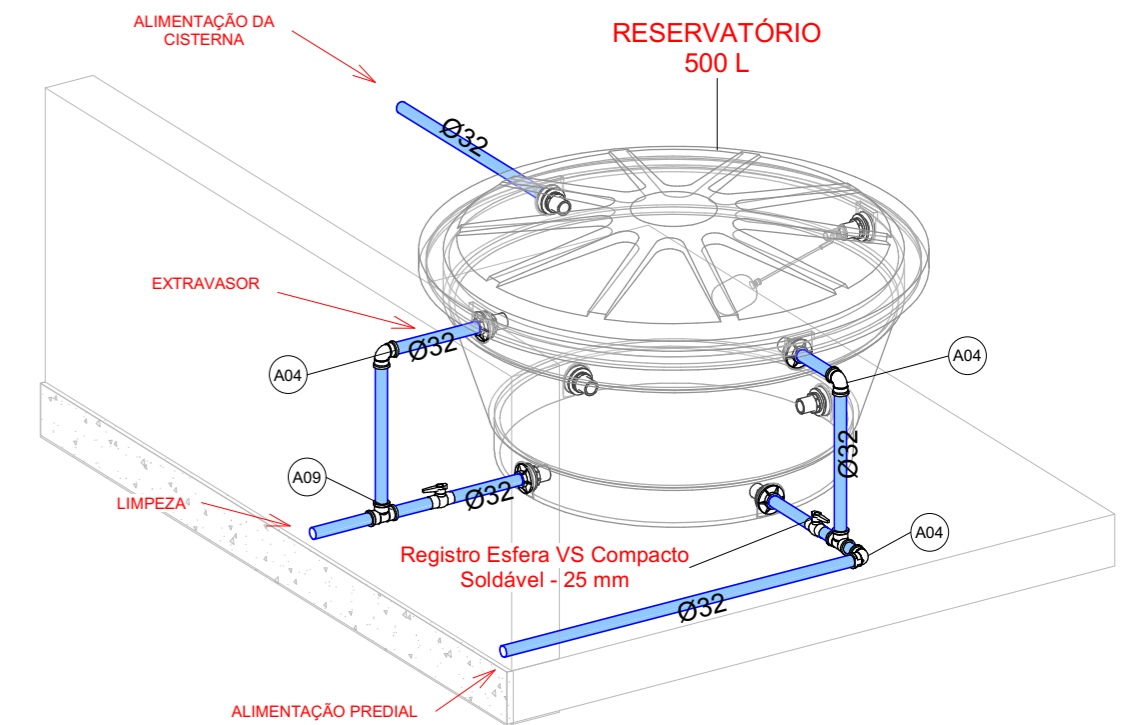
Os anexos a seguir apresentarão as pranchas geradas para o detalhamento do projeto, apresentando planta baixa, isométricas, cortes e 3D do projeto completo.



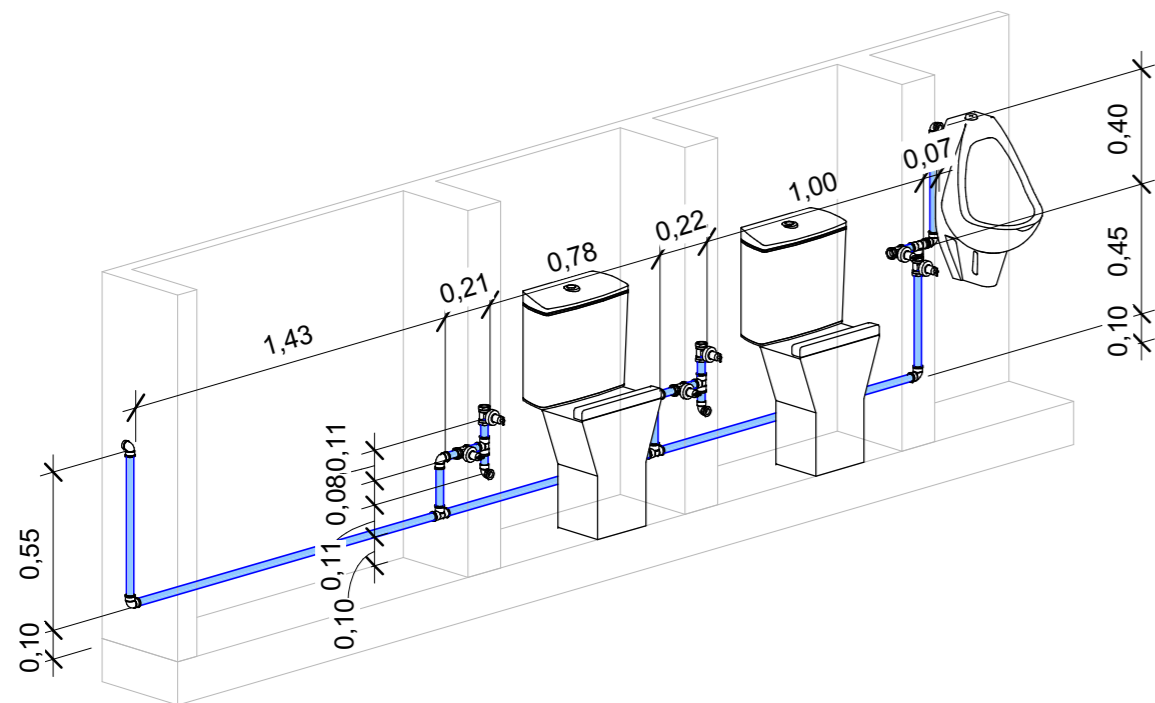
1 WC MASCULINO



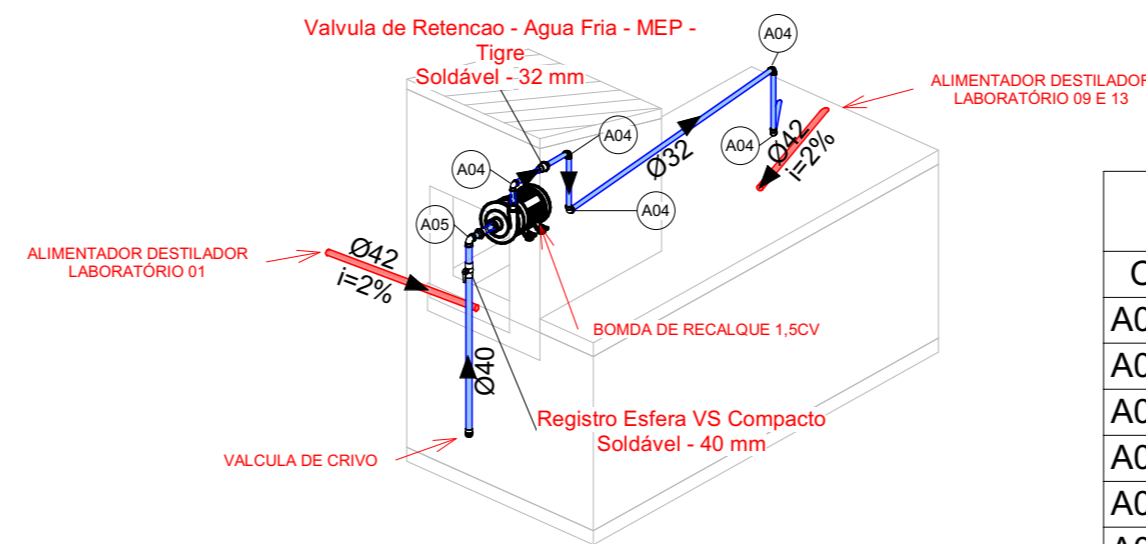
4 BANHEIRO FEMININO COTAS



7 CAIXA D'ÁGUA



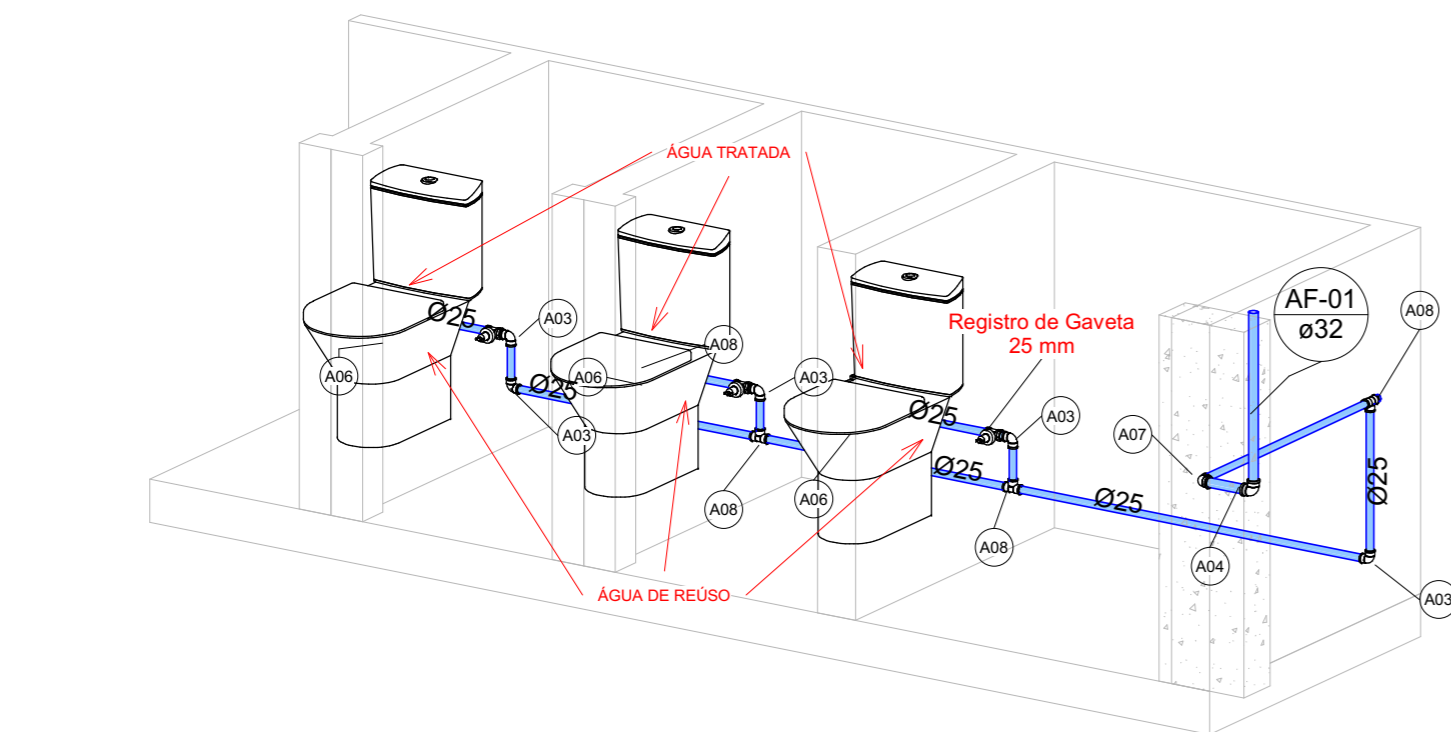
2 WC MASCULINO COTAS



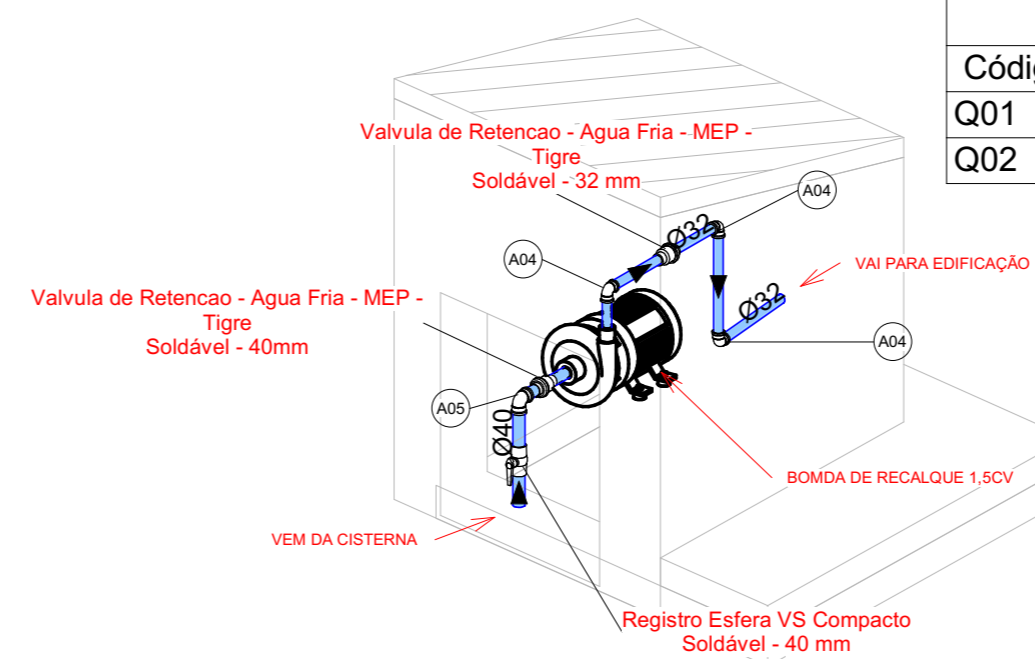
5 CISTERNA

Conexões para Água Fria		
Cód	Descrição	Qtde
A01	Bucha de Redução Soldável Curta 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria	4
A02	Joelho 45° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria	1
A03	Joelho 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria	11
A04	Joelho 90° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria	17
A05	Joelho 90° Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria	1
A06	Joelho 90° Soldável com Bucha de Latão 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria	6
A07	Joelho de Redução 90° Soldável 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria	1
A08	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria	11
A09	Tê Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria	2
		54

Conexões para Água Quente		
Código	Descrição	Qtde
Q01	Joelho 90° 28mm, CPVC, Água Quente	7
Q02	Joelho 90° 42mm, CPVC, Água Quente	6
		13



3 BANHEIRO FEMININO



6 CASA DE BOMBAS

Empreendimento:	CENTRAL DE LABORATÓRIOS 01	Comentários e Observações: ■ Sanitário ■ Ventilação ■ Gordura ■ Pluvial ■ Água Quente ■ Água Fria	P02
Endereço:	RUA JAIRO VIEIRA DE FEITOSA, 1770, POMBAL - PB, 58740-000		
Proprietário:	UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE		
Número do projeto:	01		
Data:	10/03/2023		
Projetista:	JOÃO BATISTA DE OLIVEIRA MORAIS		

