



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

DIRETRIZES PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA: ESTUDO DE CASO EM
AMBIENTE UNIVERSITÁRIO

ALESSANDRA ALVES DA SILVA MELO

RECIFE

2024

ALESSANDRA ALVES DA SILVA MELO

**DIRETRIZES PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA: ESTUDO DE CASO EM
AMBIENTE UNIVERSITÁRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Filosofia e Ciências Humanas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Gestão e Políticas Ambientais.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Lúcia Bezerra Candeias

Coorientador: Prof^º. Dr^º.Maurício Alves da Motta Sobrinho

RECIFE

2024

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

M528d Melo, Alessandra Alves da Silva.

Diretrizes para o uso racional da água : estudo de caso em ambiente universitário / Alessandra Alves da Silva Melo. – 2024.

86 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Bezerra Candeias.

Coorientador: Prof. Dr. Maurício Alves da Motta Sobrinho.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2024.

Inclui referências e apêndices.

1. Meio ambiente. 2. Recursos hídricos. 3. Sustentabilidade. 4. Água - Uso. 5. Instituições de ensino superior. I. Candeias, Ana Lúcia Bezerra (Orientadora). II. Motta Sobrinho, Maurício Alves da (Coorientador). III. Título.

363.7 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2024-120)

ALESSANDRA ALVES DA SILVA MELO

**DIRETRIZES PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA: ESTUDO DE CASO EM
AMBIENTE UNIVERSITÁRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Filosofia e Ciências Humanas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Gestão e Políticas Ambientais.

Aprovado em 19/06/2024.

BANCA EXAMINADORA

Ana Lúcia Bezerra Candeias (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Simone Machado Santos (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Werônica Meira de Souza (Examinadora Interna)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Lívia Câmara Machado Feitosa (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Algo só é impossível até que alguém duvide e resolva provar o contrário.”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Sou grata primeiramente à Deus pelas inúmeras bênçãos recebidas em minha vida, dentre elas a oportunidade de alçar mais um degrau no enriquecimento científico, sem esquecer que Ele é o meu ponto de partida.

Ao meu marido e parceiro de vida, Enderson José, por me apoiar nas incessantes batalhas que tive de travar durante este mestrado. Por ser meu porto seguro nos momentos de insegurança e principalmente por ser o meu maior incentivador, possibilitando muitas vezes que eu galgue voos maiores.

Agradeço às minhas filhas Letícia e Livia por serem um eterno lembrete de que devo sempre me esforçar para ser a melhor versão de mim mesma. O amor que sinto por elas se tornou a força motriz que me impulsionou nos momentos de cansaço e dificuldade. Amo vocês demais! Agradeço imensamente à minha família, em especial à minha mãe, pelo incentivo e ajuda, viabilizando este momento e tornando-o especial.

Agradeço aos meus orientadores, Prof.^a Ana Lúcia e Prof^o Maurício Motta, que se portaram como só os mestres o fazem. Acreditando no meu trabalho, deram-me a liberdade necessária, dividindo comigo as expectativas e os fardos, conduzindo-me a maiores reflexões que possibilitaram o enriquecimento do meu trabalho. Minha especial admiração e gratidão.

Agradeço às professoras que foram membros das minhas bancas de qualificação e defesa pelas contribuições que possibilitaram o aprimoramento da minha pesquisa.

Aos meus colegas servidores do DEQ por transmitirem seus conhecimentos e por sempre estarem disponíveis para me ajudar no decorrer deste trabalho. Agradeço também aos responsáveis pelo Laboratório de Análises Minerais, Solo e Água - LAMSA/DEQ e pelo Laboratório de Análises Microbiológicas/DEQ pela liberação das análises necessárias no desenvolvimento deste trabalho. Enfim, a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização de mais esta etapa em minha vida. Obrigada a todos!

RESUMO

A água é fundamental à sobrevivência dos seres vivos e ao desenvolvimento de atividades antrópicas, devido à possibilidade dos seus múltiplos usos. Contudo, boa parte da população mundial enfrenta a escassez hídrica devido à quantidade e qualidade da água disponível. A perspectiva é preocupante, não apenas pelo crescimento da população, mas também pela ação antrópica excessiva e inconsequente deste recurso. Diante deste cenário, as universidades, como centros de ensino, pesquisa e extensão, são instituições com papel fundamental na produção e disseminação de conhecimento voltados à sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo central analisar a demanda e a qualidade da água no ambiente universitário, visando propor um programa de uso racional da água no Departamento de Engenharia Química da UFPE. Para tanto, foi realizada a determinação da qualidade da água através de análises físico-químicas dos parâmetros de pH, cor aparente, turbidez, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica a 25°C, alcalinidade de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, dureza total, devida a carbonatos e não carbonatos, cloreto, sulfato, nitrito, nitrato, cálcio, magnésio, sódio, potássio e ferro. As análises microbiológicas corresponderam à pesquisa dos parâmetros de pseudomonas aeruginosas, coliformes totais e fecais. As amostras foram coletadas no mês de março do ano de 2024 em 4 locais dispersos pelo departamento de forma a atender os dois tipos de abastecimento (ETA/UFPE e COMPESA) que ocorrem no local. A metodologia utilizada para as análises físico-químicas e microbiológicas está descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e os resultados obtidos foram comparados com os parâmetros da Portaria GM/MS Nº 888/2021. A metodologia também incluiu a caracterização da demanda hídrica na área de estudo que foi estimada por meio do método que leva em consideração a área construída, o número de funcionários e o número de bacias sanitárias do local. Por fim, fez-se a verificação da percepção da comunidade acadêmica a respeito do uso racional da água no DEQ através da aplicação de um questionário que abordou os conhecimentos e práticas ambientais sobre recursos hídricos. A pesquisa de percepção foi realizada entre os meses de março e abril/2024 e contou com a participação de 183 voluntários. Os resultados obtidos neste estudo permitem inferir que a água que abastece o DEQ não atende aos padrões de potabilidade para consumo humano exigidos na legislação vigente. Além disso, foi verificado que o consumo per capita de água na área de estudo foi semelhante ao de outras instituições públicas de ensino superior e abaixo do que foi estabelecido na literatura para edifícios públicos. A pesquisa de percepção

com a comunidade acadêmica do DEQ sobre o uso racional da água constatou que o ambiente é favorável à implementação de um programa de uso racional da água, inclusive os participantes informaram que já realizam práticas de gestão ambiental em seus ambientes de convívio. Deste modo, a pesquisa em tela permitiu inferir que o ambiente estudado demanda adequações no sistema de tratamento e distribuição para que seja possível a utilização de água com padrões de qualidade aceitáveis segundo a Portaria GM/MS Nº 888/2021, bem como da implementação de práticas de ações ambientais que visem o uso racional da água no DEQ.

Palavras-Chave: Recursos Hídricos; Sustentabilidade; Instituições de Ensino Superior

ABSTRACT

Water is fundamental to the survival of living beings and the development of human activities, due to the possibility of its multiple uses. However, a large part of the world's population faces water scarcity due to the quantity and quality of water available. The outlook is worrying, not only due to population growth, but also due to the excessive and inconsequential human action on this resource. Given this scenario, universities, as teaching, research and extension centers, are institutions with a fundamental role in the production and dissemination of knowledge aimed at environmental sustainability. In this context, this research had as its central objective to analyze the demand and quality of water in the university environment, aiming to propose a program for the rational use of water in the Department of Chemical Engineering at UFPE. To this end, water quality was determined through physical-chemical analyzes of pH parameters, apparent color, turbidity, total dissolved solids, electrical conductivity at 25°C, alkalinity of carbonates, bicarbonates and hydroxides, total hardness, due to carbonates and not carbonates, chloride, sulfate, nitrite, nitrate, calcium, magnesium, sodium, potassium and iron. The microbiological analyzes corresponded to the investigation of the parameters of *pseudomonas aeruginosa*, total and fecal coliforms. The samples were collected in March 2024 in 4 locations spread across the department in order to meet the two types of supply (ETA/UFPE and COMPESA) that occur on site. The methodology used for the physicochemical and microbiological analyzes is described in the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater and the results obtained were compared with the parameters of Ordinance GM/MS No. 888/2021. The methodology also included the characterization of water demand in the study area, which was estimated using the method that takes into account the built area, the number of employees and the number of toilets in the location. Finally, the academic community's perception regarding the rational use of water in the DEQ was verified through the application of a questionnaire that addressed environmental knowledge and practices regarding water resources. The perception survey was carried out between March and April/2024 and involved the participation of 183 volunteers. The results obtained in this study allow us to infer that the water supplied to the DEQ does not meet the potability standards for human consumption required by current legislation. Furthermore, it was found that per capita water consumption in the study area was similar to that of other public higher education institutions and below what was established in the literature for public buildings. The perception survey with the DEQ academic community on the rational use of water found that the environment is

favorable to the implementation of a rational water use program, with participants also reporting that they already carry out environmental management practices in their living environments. In this way, the research on screen allowed us to infer that the studied environment demands adjustments in the treatment and distribution system so that it is possible to use water with acceptable quality standards according to Ordinance GM/MS No. 888/2021, as well as the implementation of practices of environmental actions aimed at the rational use of water in the DEQ.

Keywords: Water Resources; Sustainability; Higher Education Institutions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fatores que podem ocasionar a escassez hídrica	21
Figura 2 -	Mapa do Índice de Segurança Hídrica Urbano em 2021 para o Brasil	23
Figura 3 -	Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU em 2015	26
Figura 4 -	As oito metas Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6	27
Figura 5 -	Processo de implementação dos ODS em ambientes universitários	31
Figura 6 -	Visão geral da contribuição universitária em relação aos ODS	32
Figura 7 -	Delimitação da área de estudo	39
Figura 8 -	Tipos de destiladores utilizados no DEQ	44
Figura 9 -	Medições de ferro para amostras de água de poço e antes da entrada na ETA/UFPE	49
Figura 10 -	Gráfico do período de permanência no DEQ por tipo de vínculo	54
Figura 11 -	Gráfico do conhecimento das práticas de gestão ambiental por tipo de vínculo	55
Figura 12 -	Gráfico do conhecimento sobre águas cinzas por tipo de vínculo	55
Figura 13 -	Gráfico do perfil de utilização das torneiras por tipo de vínculo	57
Figura 14 -	Gráfico do perfil de utilização das torneiras por tempo de permanência	58
Figura 15 -	Gráfico do perfil de utilização dos vasos sanitários por tipo de vínculo	58
Figura 16 -	Gráfico do perfil de utilização dos vasos sanitários por tempo de permanência	59
Figura 17 -	Gráfico da presença de equipamentos economizadores de água por tipo de vínculo	61
Figura 18 -	Gráfico da percepção dos usuários sobre a qualidade da água no DEQ	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Metas para o Brasil e indicadores do ODS 6	28
Tabela 2 -	Descrição dos poços artesianos da UFPE	41
Tabela 3 -	Unidades de constituição da ETA UFPE	41
Tabela 4 -	Estimativas de consumo de água para edificações públicas	42
Tabela 5 -	Descritivo da população acadêmica do DEQ	45
Tabela 6 -	Resultados das análises físico-química das água coletadas	47
Tabela 7 -	Resultados das análises microbiológicas das água coletadas	48
Tabela 8 -	Vazão de descarte hídrico nos processos de destilação	51
Tabela 9 -	Descarte hídrico total nos processos de destilação	51
Tabela 10 -	Composição dos participantes na pesquisa	53
Tabela 11 -	Atividades de gestão ambiental praticadas no local de trabalho/estudo	56
Tabela 12 -	Atividades de gestão ambiental praticadas na sua residência	56
Tabela 13 -	Perfil de lavagem de vidrarias nos laboratórios de ensino	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
IES	Instituições de Ensino Superior
USP	Universidade de São Paulo
PURA	Programa de Uso Racional de Água
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
ETA	Estação de Tratamento de Água
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
ANA	Agência Nacional de Águas
ISH-U	Índice de Segurança Hídrica Urbano
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
DEQ	Departamento de Engenharia Química
LPC	Laboratório de Processos Catalíticos
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
ONU	Organização das Nações Unidas
SDSN	Sustainable Development Solutions Network
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
SIGRH	Sistema de Gerenciamento de Recursos Humanos
DGA	Diretoria de Gestão Ambiental
LAMSA	Laboratório de Análises Minerais, Solo e Água
GM/MS	Gabinete do Ministro / Ministério da Saúde
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
FEC	Faculdade de Engenharia Civil
CCEN	Centro de Ciências Exatas e da Natureza

TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFC	Unidade Formadora de Colônias
CTG	Centro de Tecnologia e Geociências
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
VMP	Valor Máximo Permitido
MEC	Ministério da Educação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
NMP	Número Mais Provável

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	18
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo Geral	19
2.1.1	<i>Objetivos Específicos</i>	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1	Conjuntura Hídrica no Brasil	20
3.1.2	<i>Arcabouço legislativo para gestão das águas</i>	24
3.2	Utilização sustentável dos recursos hídricos	26
3.3	Uso racional da água em ambientes universitários	29
3.3.1	<i>Programas de uso racional da água em universidades brasileiras</i>	33
3.3.2	<i>Fontes alternativas para aproveitamento de água</i>	34
3.3.3	<i>Equipamentos economizadores de água</i>	37
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
4.1	Desenho da pesquisa	38
4.2	Área de estudo	38
4.3	Determinação da qualidade da água no DEQ	39
4.4	Determinação da demanda hídrica	41
4.5	Percepção sobre uso racional da água	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1	Determinação da qualidade da água no DEQ	47
5.2	Determinação da demanda hídrica	50
5.3	Percepção sobre uso racional da água	53
5.4	Oportunidades de melhorias para o uso racional da água	62
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICE A - EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DE	75
	ÁGUA	
	APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E	78
	ESCLARECIDO	
	APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE DA	81
	PERCEPÇÃO DO USO RACIONAL DA ÁGUA	

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de extrema importância, sendo fundamental à vida e às ações humanas devido à sua característica de múltiplos usos, como o abastecimento público, usos industrial, agropecuário e na preservação da vida aquática (Oliveira *et al.*, 2015). A maioria da população no mundo enfrenta a escassez de água, enquanto outros fatores tais como o aquecimento global e a industrialização continuam pressionando ostensivamente os recursos hídricos disponíveis (Yerli; Sahin, 2022).

Dantas, Pincelli e Soares (2018) relatam a possibilidade de que o principal fator de problemas ambientais esteja relacionado com o padrão de desenvolvimento do crescimento econômico. Os autores ainda alertam para o fato da problemática da escassez de disponibilidade de água potável para consumo humano, assim como para a destruição do meio ambiente que pode provocar uma crise epistêmica.

A opção pelo crescimento econômico sem o atendimento às questões sustentáveis fomentou uma situação crítica para os recursos hídricos, intensificando uma realidade em que a água não é disponível para todos. Esse contexto pede ações que envolvam atitudes mais responsáveis com esse bem finito, e isso passa pela implementação de um sistema eficiente de gestão dos recursos hídricos. Para se obter sucesso nesse intento é necessário o envolvimento de todos os países, em cada setor econômico e em todos os níveis da sociedade.

Segundo Souza (2018), quando desconsideramos a possibilidade de esgotamento da água, ocorre uma falta no gerenciamento efetivo das ações pensadas num contexto geral de desenvolvimento, gerando desta forma seu uso incorreto. Ainda considerando um cenário de desdenho com os recursos hídricos, em vez de perceber investimentos em sistemas de monitoramento e regulação dos microambientes, nota-se um agravamento de alguns erros do passado.

Em território nacional, a gestão dos recursos hídricos, em termos históricos, foi definida pela supremacia do seu uso em hidrelétricas para a produção energética, acompanhando o crescimento econômico imposto pelo desenvolvimento industrial do início do século. Nesse momento, os recursos disponíveis, de uma forma geral, eram suficientes em termos de quantidade e qualidade para manutenção do modo de vida (Carbonari, 1997).

No ano de 2015, em Nova York, os membros da ONU realizaram as negociações da Agenda 2030 que resultaram em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que foram sustentados pelo êxito alcançado pelos 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

(ODM). Os ODS incluíram novos temas na Agenda, tais como inovação tecnológica (ODS 9), desigualdade socioeconômica (ODS 10), consumo sustentável (ODS 12), mudança global do clima (ODS 13) e no ODS 16 que trata da paz e justiça. O ODS 6, que é o foco desta pesquisa, possibilita a avaliação do cenário no que diz respeito ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, além das ações que visam a conservação dos ecossistemas aquáticos (ANA, 2019).

No Brasil, mediante a Lei nº 9.433/1997, que ficou conhecida como a Lei das Águas, houve a formação de um alicerce legal e institucional que possibilitou a criação de um ambiente facilitador para a implementação da gestão de recursos hídricos. Nessa lei foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) a qual foi baseada nos princípios preconizados na Declaração de Dublin (Conferência Internacional das Nações Unidas sobre Água e Meio Ambiente, 1992) e na Agenda 21 (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992) (Schuler, Lima e Cruz, 2018).

O cuidado com a utilização desse bem finito é de suma importância e essencial para garantir a sobrevivência das gerações futuras. Nesse sentido, a gestão dos recursos hídricos é fundamental, visto que ela busca garantir, de forma planejada e eficiente, a utilização e distribuição da água assegurando a preservação do meio ambiente (Vergara; Chiesa; Costa, 2018). Ações que fomentem a sustentabilidade dos recursos hídricos devem ser incentivadas em todos os ambientes organizacionais, pois tem-se uma perspectiva cada vez mais realista de que esse bem não é inesgotável.

Nessa perspectiva, as universidades, como centros de pesquisa e ensino, possuem a função elementar de apoiar a sociedade nos desafios para alcançar o desenvolvimento sustentável (Cerezini *et al.*, 2017). Por serem instituições que têm a finalidade de desenvolver e disseminar o conhecimento, o tema da sustentabilidade deve se estender para além da pesquisa e contribuir para a construção de uma sociedade mais ética e atenta ao meio ambiente.

A Declaração de Talloires, que foi um acordo realizado entre mais de 350 administradores universitários afirmando seu compromisso com a sustentabilidade ambiental, explicita que as universidades possuem fundamental importância na educação, na pesquisa, na formação política e na propagação de informações que visam o desenvolvimento sustentável. Os líderes das instituições de ensino superior devem realizar o engajamento da comunidade

acadêmica nesse intuito, efetuando a mobilização dos recursos de modo a garantir uma resposta eficiente a este desafio urgente (ULSF, 1990).

Algumas instituições de ensino superior (IES) brasileiras já estão implementando programas de conservação hídrica com o intuito de reduzir o consumo de água e por consequência os custos. Neste cenário algumas IES já vêm obtendo êxito na execução dos seus PURA's, entre elas a Universidade de São Paulo (USP) com o seu homônimo Programa de Uso Racional de Água (PURA), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) com o PRÓ-ÁGUA, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade Federal da Bahia (UFBA) ambas com os Programas de Uso Racional (Soares *et al.*, 2017).

Construir um programa de melhoria que seja eficiente quanto ao uso racional da água envolve o apoio da comunidade acadêmica no atendimento das diretrizes do sistema proposto, bem como uma adequação da estrutura a fim de se eliminar as perdas e otimizar o abastecimento. Nesse sentido, faz-se necessário realizar um diagnóstico do local onde será implementado o programa, realizando um levantamento das características físicas envolvendo as instalações prediais para abastecimento de água, da demanda hídrica da edificação e da população consumidora.

Diante do que foi exposto, a problemática que irá orientar esta pesquisa e que norteará as discussões presentes neste estudo consiste em: Quais as oportunidades de melhorias visando o uso racional da água em ambientes universitários, tendo o Departamento de Engenharia Química da UFPE como foco de estudo?

1.1 Justificativa

A utilização sustentável dos recursos hídricos se configura como um dos grandes desafios da atualidade e demanda severas mudanças de atitudes. Só assim será possível alcançar esse objetivo, principalmente porque se trata de um recurso finito e essencial para a humanidade (Cerezini *et al.*, 2017). Esse cenário tem incentivado as empresas a priorizarem a gestão dos recursos no seu negócio, visto que essa atitude pode minimizar as vulnerabilidades da empresa no que diz respeito ao fornecimento de água (ABIQUIM, 2016)

Dentre os diversos ambientes que devem provocar mudanças fisiológicas e culturais, assim como estruturais estão as universidades. Estas IES têm um papel fundamental na formação de consciência e cultural da nossa sociedade, podendo assim servir de modelo para uma alteração de comportamento e atitude de toda a população. Portanto, essas instituições possuem um papel fundamental na disseminação do conhecimento, mas também na prática da sustentabilidade (Dantas; Pincelli; Soares, 2018).

Uma visita aos laboratórios, banheiros e demais unidades do DEQ, somados aos dados obtidos neste estudo permite constatar que a qualidade da água que abastece o DEQ é ruim e que não se observa seu uso de forma racional. Portanto, esta pesquisa se apresenta como um valioso referencial quanto à gestão de recursos hídricos em ambientes organizacionais universitários. O conteúdo gerado com este estudo poderá ser utilizado em qualquer unidade ou universidade que esteja disposta a implementar um programa de melhoria para o uso racional da água em sua instituição.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral: Analisar a demanda e a qualidade da água na área de estudo, visando propor um programa de uso racional da água em ambientes universitários.

2.1.1 Objetivos Específicos:

- a) Determinar a qualidade da água que abastece o Departamento de Engenharia Química;
- b) Estimar a demanda de água do local estudado, bem como dos processos de destilação nos laboratórios de ensino;
- c) Apontar a percepção da comunidade universitária quanto ao uso da água no local estudado;
- d) Identificar oportunidades de melhorias no uso da água no Departamento de Engenharia Química;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conjuntura Hídrica no Brasil

O modo de produção e desenvolvimento atuais estão cada vez mais alinhados com a noção consumista dos recursos naturais, o que vem ocasionando processos muito mais severos de depredação da natureza. A adoção desses modelos explica e agrava a situação crescente de secessão entre a natureza e a humanidade, evidenciada pela forma cada vez menos racional que a sociedade utiliza os bens disponíveis (Pavão, 2020).

A escassez hídrica para consumo humano ocorre em todo o mundo, o que configura uma situação de risco iminente para a sobrevivência da espécie humana. Nesse sentido, a população mundial tem o desafio de proteger as reservas de água dentro de um contexto sustentável, utilizando os recursos de maneira responsável para garantir o acesso das gerações futuras. Ações sustentáveis são necessárias visto que as atividades humanas têm favorecido o decréscimo expressivo desses recursos e as condições climáticas severas interferem de forma negativa na reposição dos aquíferos (Gomes; Pereira, 2020).

O Brasil possui dimensões continentais e é um dos países mais ricos em recursos hídricos, respondendo por 12 a 14% de toda a água disponível no mundo. Contudo, esse recurso não é distribuído de forma equitativa, visto que mais da metade está localizado na bacia Amazônica, uma região que apresenta baixa densidade demográfica. É um país que possui regiões com características hidrológicas distintas e por este motivo apresenta diferentes problemas relacionados à segurança hídrica (Santos; Reis e Mediondo, 2020).

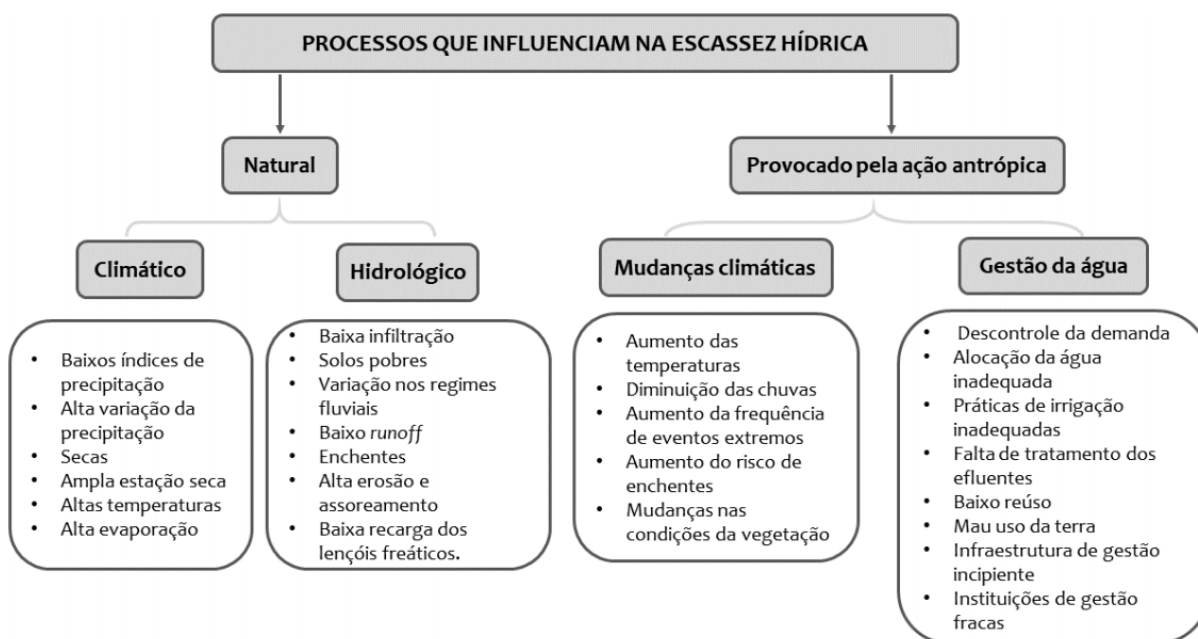
A situação dos recursos hídricos nacionais tem sido objeto de destaque nos últimos anos devido à degradação da qualidade das águas dos rios, principalmente dos rios urbanos. Nesse sentido, o crescimento desorganizado das áreas urbanizadas tem gerado impactos no ciclo natural da água, pois o que se observa nessa situação é uma ocupação irregular de áreas ribeirinhas, redução das áreas permeáveis, além do aumento na demanda do abastecimento de água. Somando-se a isso, tem-se a questão dos resíduos e dos efluentes que são descartados de forma indevida nos rios, comprometendo ainda mais os ecossistemas (Correia *et al.*, 2021).

Apesar da abundância hídrica, o Brasil não consegue atender totalmente a demanda por água em alguns locais ou em determinados períodos de tempo devido a uma série de fatores. Dentre estes, é necessário destacar que as reservas hídricas nacionais possuem uma variabilidade espacial considerável. Além disso, a demanda hídrica só tem crescido, e isso se

deve à uma variedade de motivos, dentre eles o aumento populacional, a expansão da agricultura irrigada, o processo de industrialização, entre outros (Castro, 2022).

Segundo Pereira (2009), a escassez ocorre devido à instauração de dois processos diferentes: a escassez que decorre naturalmente e a escassez que é provocada pela ação humana. Na primeira situação tem-se os processos físico-climáticos naturais que podem originar a aridez e as secas e na segunda hipótese tem-se os processos de degradação dos recursos hídricos, decorrentes do aumento das demandas por água e da sua gestão inadequada. Os autores ainda descrevem que a escassez pode ocorrer devido à uma combinação destes fatores, tendo, inclusive, a possibilidade de ações antrópicas agravarem os processos de escassez natural. A Figura 1 descreve os dois processos e retrata a compilação desses fatores que podem originar a escassez hídrica.

Figura 1 - Fatores que podem ocasionar a escassez hídrica



Fonte: Adaptado de Pereira (2009)

As mudanças climáticas e suas possíveis consequências para os processos de escassez hídrica se tornaram uma questão de prioridade nas discussões ambientais por todo o mundo. De acordo com o 5º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014), as emissões realizadas pelo homem no que diz respeito aos gases do efeito estufa, já eram um dos principais motivos para as mudanças climáticas nos últimos anos. As emissões brasileiras representam 3,4% das emissões globais de gases do efeito estufa no planeta. Como a água é o principal recurso onde os efeitos das mudanças climáticas serão sentidos, as condições de temperaturas mais altas e os cenários climáticos extremos irão afetar

tanto os processos hidrológicos quanto a qualidade da água (Santos; Reis e Mediondo, 2020). No Sexto Relatório (IPCC, 2022) foi descrito que as emissões globais de gases de efeito estufa ainda continuam crescendo, mas precisam estacionar para que desta forma seja possível limitar o aquecimento global a 1,5°C (Schumer *et al.*, 2022).

Matos e Mota (2016) afirmam que o Nordeste, território brasileiro que historicamente sofre com os efeitos prolongados da seca, poderá ser uma das regiões mais afetadas com as alterações climáticas, devido ao seu clima predominante de semiárido cuja característica efetiva-se na escassez hídrica. Além disso, os episódios de seca severa entre os anos de 2020 e 2021, na região sudeste do país, foram o caso mais recente de escassez de recursos hídricos no Brasil (Cuartas *et al.*, 2022).

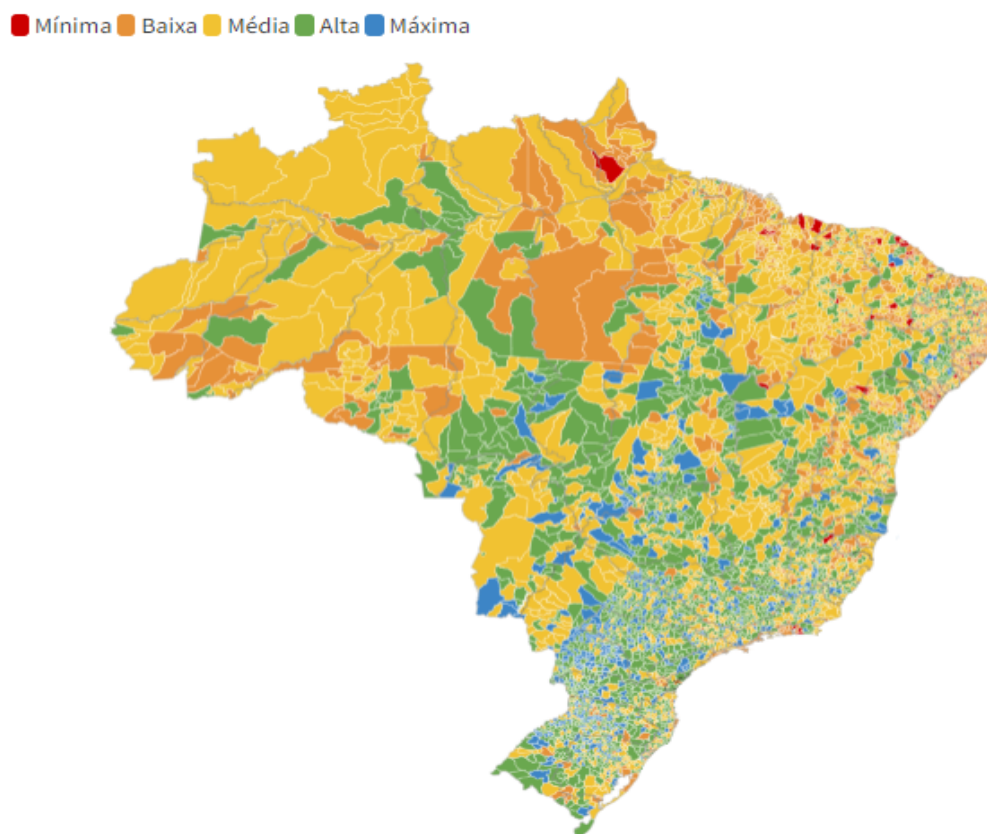
No entanto, a possibilidade do aumento da frequência ou da intensidade de eventos extremos têm despertado na sociedade a preocupação quanto à gravidade dos impactos ambientais oriundos do aquecimento global (Souza; Araújo, 2020). A exemplo disso é possível citar o fenômeno extremo que ocorreu no Rio Grande do Sul entre os meses de abril e maio de 2024, que causou muitos danos estruturais e várias mortes. Essa ocorrência alertou para a necessidade do mapeamento geográfico e da consolidação de bases de dados que sejam eficazes na tratativa quanto à efetivação de soluções possíveis com a finalidade de evitar futuras catástrofes similares às que ocorreram na região (Rizzatti e Batista, 2024).

Com a finalidade de ser uma referência no acompanhamento sistemático dos recursos hídricos brasileiros, começou a ser elaborado em 2006 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos. Esse documento, publicado pela primeira vez em 2009, possui uma periodicidade anual e publicações seguindo ciclos de 4 anos. Ele possui dados, estatísticas e indicadores relacionados à água, além de temas importantes para a compreensão do panorama hídrico do país, tais como o ciclo hidrológico, os diversos usos, a qualidade e a quantidade da água, entre outros.

O Relatório fica sob a responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) e contém dados coletados na própria instituição, nos órgãos estaduais responsáveis pelos recursos hídricos e meio ambiente, além dos órgãos federais que possuem informações sobre essas temáticas, totalizando mais de 50 instituições colaboradoras. A última versão, publicada em 2022, contém informações e previsões referentes ao ciclo 2021-2024. Uma das temáticas abordadas no Relatório trata da segurança hídrica, que ocorre quando se tem água disponível em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática

das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos. Em termos estatísticos é possível verificar a segurança hídrica através do Índice de Segurança Hídrica Urbano (ISH-U), que é calculado a partir da eficiência de produção e da distribuição de água. O ISH-U indica que a maioria da população urbana brasileira vive com segurança hídrica média ou baixa no abastecimento de água conforme pode ser observado na Figura 2 (ANA, 2022).

Figura 2: Mapa do Índice de Segurança Hídrica Urbano em 2021 para o Brasil



Fonte: Adaptado de ANA, 2022.

Segundo Pedrosa (2018) a crise hídrica interfere no desenvolvimento econômico e social do país, seja por causa das secas ou pela redução de disponibilidade de água para o setor produtivo. No caso das secas se tem um cenário que afeta a qualidade de vida das pessoas, provocando êxodos, desestruturando a atividade econômica ou ainda gerando disputa pela água disponível tornando a cooperação mais difícil entre regiões que sofrem desse mesmo problema. Além disso, ainda se tem a questão das mudanças climáticas que estão tornando os padrões hidrológicos mais variáveis, gerando eventos extremos de secas ou de chuvas.

Os eventos climáticos contribuem para o quadro de insegurança hídrica, mas é necessário evidenciar o dever dos gestores em possuir capacidade de antecipação deste

cenário, além de possuírem diretrizes e parâmetros para enfrentamento dos quadros críticos. As entidades reguladoras também devem estar envolvidas nos processos gerenciais ultrapassando os limites do enfoque à prestação de serviços públicos e de infraestrutura, permitindo assim a composição de um sistema de gestão que possua recursos técnicos, humanos e materiais necessários ao oferecimento de respostas satisfatórias ao problema da crise hídrica. A ocorrência delas é uma forma da sociedade repensar como tem lidado com a água e como as autoridades estão gerindo esse recurso (Pavão, 2020).

3.1.2 Arcabouço legislativo para gestão das águas

A utilização adequada da água tornou-se fundamental à medida que a demanda superou a oferta, ocasionando, inclusive, problemas de abastecimento para os múltiplos usos. Como a água tem natureza pública, sua utilização pelo usuário necessita de uma outorga prévia de direito ao uso. É dever do poder público, em qualquer esfera, fiscalizar, gerenciar e implementar medidas no que diz respeito à gestão dos recursos hídricos (Sousa, 2019).

No Brasil a legislação federal referente aos recursos hídricos tem como base o Decreto Federal nº 24.643/34 - Código de Águas, a Constituição Federal de 1988, a Lei nº 9.433/1997, e as resoluções e portarias do CNRH e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A Constituição Federal de 1988, anulou a propriedade privada das águas, que era prevista no Código de Águas de 1934, e estabeleceu a necessidade de criar uma política e um sistema de gerenciamento de recursos hídricos no Brasil. A Lei nº 9.433/1997, também conhecida como Lei das Águas, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), reflete os princípios que foram apresentados na Conferência de Dublin, que ocorreu na Irlanda em 1992, e propõe um sistema de gerenciamento com integração participativa, incorporando novos princípios e instrumentos de gestão ao arcabouço legal vigente (Senra, 2014).

O complexo modelo regulatório vigente, referente ao acesso às águas brasileiras, é guiado por diretrizes distintas, tendo a Lei das Águas - Lei 9.433/97 - como marco legal principal (Pavão, 2020). Em seu Art. 2º a Lei 9.433/97, afirma que seus objetivos são:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

Referente à conservação dos recursos hídricos no Brasil, ainda há de se destacar os mecanismos jurídicos da Lei 6.938/81 também conhecida como “Política Nacional do Meio Ambiente”, a Resolução CONAMA 357/2005 que trata da classificação dos corpos de água e a Lei nº 9.984/2000 que institui a Agência Nacional de Águas (ANA). Vale salientar que as leis estaduais e municipais, bem como os regimentos dos órgãos de defesa ambiental, são igualmente necessários para assegurar a preservação ambiental (Pinto *et al.*, 2017).

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi instituída para garantir a disponibilidade hídrica, nos padrões de qualidade adequados aos variados usos, para as gerações atuais e futuras, além de apontar mecanismos de prevenção e defesa contra eventos hidrológicos severos. Nesse sentido, a legislação estabelece uma série de princípios que orientam a política para gestão das águas, os instrumentos técnicos necessários à gestão integrada e compartilhada desses recursos (Adam, 2008).

No que diz respeito à segurança hídrica, Castro (2022) atenta para o fato de que esse *status* não é alcançado apenas quando se tem quantidade de água suficiente, mas também quando há qualidade no recurso disponibilizado. Inclusive, a qualidade da água é um fator determinante para categorizar o uso (CONAMA 357/05), sendo ele para abastecimento humano, agricultura, indústria ou outros fins. Nesse sentido, a qualidade da água para abastecimento humano é uma questão de saúde pública e segue parâmetros que são definidos por legislação específica.

No tocante a qualidade da água potável, inicialmente tinha-se a Portaria MS 1.469/2000 que estabelecia os procedimentos e as responsabilidades referentes ao controle e a vigilância da qualidade hídrica para o consumo humano e seu padrão de potabilidade (Brasil, 2000) e que foi substituída pela Portaria MS 2.914/2011. Em seguida tem-se a Portaria de Consolidação do MS 05/2017 que trata das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, abordando inclusive sobre padrões de potabilidade da água para consumo humano.

Atualmente tem-se a Portaria 888/2021 estabelecendo os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Brasil, 2021). Além dessas portarias há também o Decreto 5.440/2005 que estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento, além de instituir mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano (Brasil, 2005).

3.2 Utilização sustentável dos recursos hídricos

Tendo como premissa a necessidade de apreender um conceito de desenvolvimento que não tenha como único pilar o crescimento econômico, mas que também leve em consideração a equidade social, a governança política e a sustentabilidade ambiental (Pereira; Cândido, 2012), tem-se em 1988 a elaboração do Relatório Brundtland - Nosso Futuro Comum. Este documento define desenvolvimento sustentável como modelo de desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Nesse sentido, a gestão sustentável da água propõe a utilização deste recurso efetuando o controle do consumo e a racionalização da demanda, de modo que este bem natural se preserve com qualidade e em quantidade suficiente para atender as gerações atuais e futuras (ANA, 2005).

Seguindo esse critério e com a finalidade de proteger o planeta, erradicar a pobreza e garantir a paz e a prosperidade à todas as pessoas no mundo, as nações integrantes da ONU se reuniram em Nova York no ano de 2015 e criaram diretrizes que foram compiladas num documento intitulado Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, contendo os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que podem ser observados na Figura 3 (Silva *et al.*, 2018).

Figura 3 - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU em 2015.



Fonte: Adaptado de GTSC, 2023.

De acordo com a Sustainable Development Solutions Network SDSN (2017, p. 6-7),

Os ODS são um conjunto de prioridades e ambições que como roteiro para todos os países, aborda os obstáculos e desafios

mais urgentes, incluindo a erradicação da pobreza e da fome; a proteção do planeta da degradação ambiental, abordando as mudanças climáticas; garantir que todas as pessoas possam desfrutar vidas prósperas, saudáveis e satisfatórias; e fomentar sociedades pacíficas, justas e inclusivas, livres de violência e sem medo.

Dentre os 17 Objetivos tem-se o ODS 6 que trata dos recursos hídricos visando assegurar a disponibilidade, o saneamento e a gestão sustentável da água para a população mundial. Ele contém oito metas, que buscam analisar o cenário referente ao acesso da população à água potável de qualidade, ao esgotamento sanitário, a utilização racional, a otimização da oferta e a gestão eficiente desse recurso (Pessoa, 2021).

Tendo em vista o caráter transversal da água, o ODS 6 consegue se integrar a outros objetivos como é o caso do ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), do ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), do ODS 7 (Energia Limpa e Acessível), do ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global) e do ODS 14 (Vida na Água). Ele possui 8 metas, que podem ser controladas através da análise de 11 indicadores, conforme pode ser observado na Figura 4 e na Tabela 1 (ANA, 2019).

Figura 4 - As oito metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6



Fonte: Adaptado de ANA, 2019.

Tabela 1 - Metas para o Brasil e indicadores do ODS 6

Meta Brasil	Indicadores
6.1 Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos.	Proporção da população que utiliza serviços de água potável gerenciados de forma segura
6.2 Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade.	Proporção da população que utiliza (a) serviços de saneamento gerenciados de forma segura e (b) instalações para lavagem das mãos com água e sabão
6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente.	Proporção de águas residuais tratadas de forma segura; Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental
6.4 Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurando retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez.	Alteração da eficiência no uso da água ao longo do tempo; Nível de stress hídrico: proporção das retiradas de água doce em relação ao total dos recursos de água doce disponíveis
6.5 Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis de governo, inclusive via cooperação transfronteiriça.	Grau de implementação da gestão integrada de recursos hídricos (0-100); Proporção das áreas de bacias hidrográficas transfronteiriças abrangidas por um acordo operacional para cooperação hídrica
6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos, reduzindo os impactos da ação humana.	Alteração na extensão dos ecossistemas relacionados a água ao longo do tempo
6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio ao desenvolvimento de capacidades para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e ao saneamento,	Montante de ajuda oficial ao desenvolvimento na área da água e saneamento, inserida num plano governamental de despesa.

incluindo, entre outros, a gestão de recursos hídricos, a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso.

6.b Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, priorizando o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento.	Proporção das unidades administrativas locais com políticas e procedimentos estabelecidos e operacionais para a participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento.
--	---

Fonte: Adaptado de ANA, 2019.

O monitoramento dos indicadores e metas do ODS 6 no Brasil, descritos na Tabela 1, bem como o processo de análise dos dados coletados é efetuado pela ANA. Segundo o órgão, os resultados obtidos durante o acompanhamento histórico desses indicadores demonstram uma evolução positiva, com destaque para os serviços de esgotamento sanitário que vem sendo feito de forma segura e na gestão integrada da água. Ademais, a instituição alerta para a necessidade de realizar a compatibilidade das normas regulamentadoras do setor de saneamento com os progressos observados na implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos (ANA, 2022).

Tendo como base as propostas indicadas no ODS 6, a implementação de um sistema para gerenciamento dos recursos hídricos envolve alternativas que possibilitem a minimização do desperdício, o uso racional da água e sua reutilização, bem como a aplicação de campanhas educativas com vistas a conscientização social a respeito da obliteração hídrica no planeta (Silva *et al.*, 2013).

3.3 Uso racional da água em ambientes universitários

Temas como o crescimento da população, consumo de água, poluição dos corpos hídricos e as mudanças climáticas têm motivado debates sobre a natureza finita dos recursos hídricos e o quão fragilizados eles se encontram. Esse cenário de mudanças, que evidencia a escassez hídrica e por sua vez os custos crescentes no operacional que envolve o tratamento e o abastecimento de água, impulsionou diversas instituições a adotarem uma abordagem com foco na gestão da demanda (Almeida, 2021).

O uso racional da água articula a diminuição dos desperdícios, sejam eles por causa de vazamentos ou ainda pela utilização excessiva do recurso, visando obter a melhor forma de uso sem com isso comprometer a qualidade. Esse conceito de uso racional da água tem

passado por uma evolução, levando em consideração as questões da demanda e oferta de água, e inserindo atualmente o conceito de conservação hídrica que contempla também, além da minimização do consumo, o aproveitamento de fontes alternativas de água para fins de abastecimento tidos como menos nobres (Carli *et al.*, 2013).

Segundo Araújo (2018) ações que contemplam desde a substituição de instalações hidráulicas até campanhas de conscientização da população quanto ao uso são necessárias para obter a redução nas perdas e no consumo de água. Ainda de acordo com o autor, nos órgãos públicos, inclusive nas Instituições de Ensino Superior (IES), o que ocorre, geralmente e principalmente nas públicas, é um descaso nesta temática, evidenciado pela falta de manutenção preventiva e demora na realização da manutenção corretiva nas instalações, utilização de materiais de baixa qualidade e pelo desleixo de alguns usuários no uso acarretando desperdício de água.

A Organização das Nações Unidas, no documento intitulado Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (2015), descreve que as universidades também são convocadas a participar do processo de implementação de ações que visam atingir o desenvolvimento sustentável. Ainda de acordo com a ONU (2016), conforme descrito na citação abaixo, o setor acadêmico deve contribuir com a adequação local e nacional dos intentos sustentáveis, visando a contextualização da implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

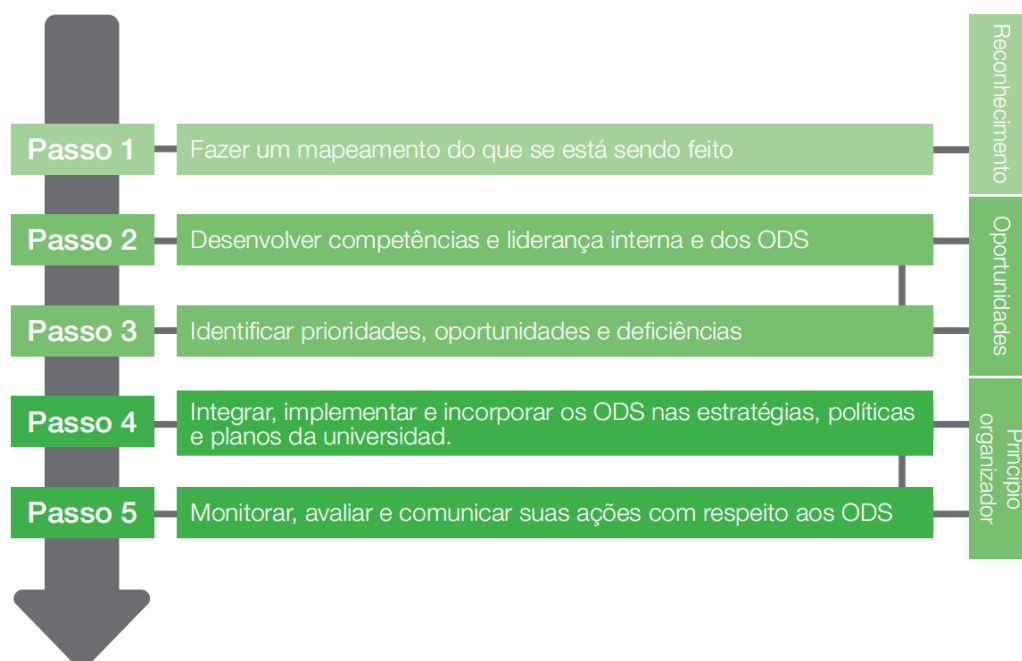
Nós, os povos” são as celebradas palavras de abertura da Carta da ONU. E são “nós os povos” que estão embarcando hoje na estrada para 2030. Nossa jornada vai envolver governos, bem como os parlamentos, o Sistema das Nações Unidas e outras instituições internacionais, autoridades locais, povos indígenas, sociedade civil, os negócios e o setor privado, a comunidade científica e acadêmica – e todas as pessoas. Milhões já se envolveram com – e passarão a deter – esta Agenda. É uma Agenda do povo, pelo povo e para o povo – e isto, acreditamos, irá garantir o seu sucesso. (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015, p. 16).

A universidade brasileira tem como alicerce os princípios do ensino, da pesquisa e da extensão, sendo o último definido por ações que sejam direcionadas à solução de problemas sociais. Essa perspectiva extensionista das universidades brasileiras ultrapassa os limites da transmissão e produção de conhecimento, adentra na complexidade dos problemas da sociedade e forma uma rede de articulação com a comunidade no intuito de buscar soluções para os desafios sociais. Essa característica possibilita a contextualização destas instituições com o espaço territorial no qual cada uma se encontra (Alcântara *et al.*, 2023).

Diante disso as universidades são chamadas a executar algumas atitudes, dentre elas: integração do currículo acadêmico à Agenda 2030, provimento de capacitação dos funcionários responsáveis pelos projetos pedagógicos dos cursos das IES, sensibilização da comunidade acadêmica em relação aos ODS, bem como efetuar mudanças que viabilizem o impacto significativo nos aspectos sociais, culturais e de bem-estar dentro de seus *campi* (SDSN, 2017). Os autores da rede SDSN (2017) ainda relatam que é possível executar algumas medidas que ajudam no processo de implementação dos ODS em ambientes universitários, como pode ser observado na Figura 5.

A sustentabilidade nas universidades se apresenta seguindo duas correntes de pensamento, sendo a primeira aquela que enfatiza o aspecto educacional, valorizando a formação e a capacitação profissional dos alunos, de forma que eles incorporem o cuidado com as questões ambientais nas suas decisões. A segunda corrente de pensamento destaca o posicionamento das IES em relação à efetivação dos Sistemas de Gestão Ambiental em seus *campi* (Tauchen; Brandli, 2006). A Figura 6 proporciona uma visão descritiva quanto às ações que podem ser executadas pelas universidades em contribuição ao que é proposto pelos ODS.

Figura 5 - Processo de implementação dos ODS em ambientes universitários



Fonte: SDSN, 2017

Segundo Martinazzo *et al.* (2020) e o que foi descrito na Figura 6, o comprometimento das IES com a sustentabilidade, pode ser constatado por meio dos acordos e convenções que estão sendo firmados, da consciência social, dos valores e atitudes da comunidade acadêmica.

Os autores afirmam que a interação entre a universidade e a sociedade se fortalece na disponibilização do conhecimento científico gerado pelos acadêmicos aos cidadãos que por sua vez entendem e experimentam em seu cotidiano.

Figura 6 - Visão geral da contribuição universitária em relação aos ODS



Fonte: SDSN, 2017.

De acordo com Almeida e Lordelo (2023) as universidades são instituições com grande consumo de água potável. Diante desse cenário é necessário implementar um sistema de gestão com vistas a garantir a utilização racional dos recursos hídricos, inclusive propondo formas de reuso dessa água. Portanto, iniciativas que tenham como finalidade a redução da demanda são consideradas vetores para alcançar a sustentabilidade, mas para isso é necessário conhecer os hábitos dos consumidores.

O perfil do consumo de água nas universidades é muito variado pois observa-se hábitos e níveis de consciência ambiental muito diversificados. Segundo Kiperstok e Kiperstok (2017) há algumas características inerentes às IES públicas que determinam o perfil consumidor nessas instituições, tais como: os usuários não são os pagadores diretos da conta de consumo de água, a manutenção do sistema geralmente é deficiente, pois observa-se nesses locais um sistema complexo das instalações que dificulta a identificação de vazamentos. Além disso, verifica-se a presença de apenas um medidor que é responsável por sistemas grandes e complexos, observa-se também a alta utilização dos dispositivos sanitários, que frequentemente suscita o aparecimento de defeitos nesses equipamentos.

Além dessas perspectivas observa-se ainda que em muitas universidades os perfis dos consumidores são desconhecidos, os tipos de usos são muito variados e as ocorrências de vazamentos podem não ser visíveis, o que dificulta o diagnóstico. Nesse sentido é de extrema importância conhecer as práticas e o perfil de consumo da comunidade acadêmica, pois isso é um requisito mínimo para o planejamento e adoção de medidas que tenham como finalidade a melhoria contínua das práticas de consumo hídrico na instituição (Almeida; Lordelo, 2023).

3.3.1 Programas de uso racional da água em universidades brasileiras

As universidades são instituições que geram impacto socioambiental no desempenho de suas atividades e por este motivo são incentivadas a desenvolver estudos e programas voltados à conservação dos seus recursos. Nesse sentido, as IES que implementaram programas de uso racional da água em seus *campi* se baseiam em ações tecnológicas e educacionais com vistas ao gerenciamento da demanda hídrica (Vale; Guedes, 2019).

Os Programas de Uso Racional da Água (PURA) são executados em vários países, mas no Brasil eles foram desenvolvidos a partir do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA. O PNCDA por sua vez tem como objetivo a definição e a implementação de um conjunto de ações e instrumentos que englobam as perspectivas tecnológica, normativa, econômica e institucional voltados à economia no consumo de água nas áreas urbanas. As universidades estão implementando sistemas PURA inseridos no contexto de cada instituição devido ao aumento da demanda hídrica em seus campi e como alternativa para promover a utilização sustentável da água (Silva, Tamaki; Gonçalves, 2006).

O PURA da USP foi criado através do convênio entre a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Escola Politécnica da USP e teve sua gênese no ano de 1995. No ano de 2013 o programa registrou uma redução no consumo de água de 41% quando comparado ao resultado obtido no início da série histórica (1998) (PURA USP, 2023).

Na UNICAMP, no ano de 1999, o PRÓ-ÁGUA foi desenvolvido com o apoio da Faculdade de Engenharia Civil (FEC) e com o intuito de gerir os recursos hídricos da instituição. A universidade, em 2014, registrou o mesmo volume de consumo do início do programa, entretanto a área construída aumentou em 20% no decorrer dos 13 anos de implementação do programa, o que resultou numa economia considerável no consumo da água. Até o ano de 2019 a economia de água permanecia em redução quando comparada ao início da gestão sustentável na instituição (PRÓ-ÁGUA UNICAMP, 2023).

O programa AGUAPURA que foi implementado em 2001 na Universidade Federal da Bahia - UFBA tem como objetivo a redução do consumo de água das unidades do campus da instituição. Em 2004, o programa passou a utilizar o Sistema AGUAPURA Vianet para realizar a inserção dos dados da leitura dos hidrômetros, viabilizando um melhor processamento das informações, bem como a manutenção predial preventiva. As ações adotadas após a implementação do programa na instituição já tinham proporcionado uma redução no consumo hídrico individual de 42L em 2001 para 18L em 2004 (AGUAPURA, 2023).

A Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC implementou em 2018 o programa de Gestão das Águas com o intuito de gerenciar os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Já em 2019 a instituição registrou uma redução de 21% no consumo hídrico em relação ao ano de 2018, e isso foi devido às ações de controle de vazamentos e combate ao desperdício de água nos *campi*. Foi observado ainda que esse resultado só foi alcançado porque houve o envolvimento dos gestores administrativos e da comunidade acadêmica nas ações sustentáveis que foram propostas no programa (UFSC, 2023).

Com o aumento na conscientização em relação ao consumo da água percebeu-se um engajamento das universidades nas questões que envolvem a implementação dos PURA em seus *campi*. As IES possuem papel disseminador na temática das boas práticas ambientais, sendo elas sob a forma de ações isoladas ou integradas a um sistema de gestão dos recursos hídricos (Silva, 2004).

Para avaliar a efetividade dos PURA, faz-se necessário a utilização de indicadores de sustentabilidade, pois, são ferramentas que ajudam na organização dos processos de informação, dando base na avaliação e podem dar suporte na implementação dos programas de sustentabilidade em *campi* universitários (Cerezini *et al.*, 2017).

3.3.2 Fontes alternativas para aproveitamento de água

A utilização de tecnologias voltadas ao aproveitamento e reuso da água configura uma importante alternativa no que diz respeito à redução do consumo hídrico de uma instituição. Nesse sentido, é necessário realizar um estudo prévio para obter informações quanto aos investimentos necessários e o retorno esperado, para só então escolher o sistema a ser adotado. A aplicação desta etapa constitui uma parte crucial do programa, pois irá garantir a escolha das alternativas mais eficientes técnica e economicamente. Além disso, é necessário atentar-se à qualidade da água necessária a cada uso específico quando optamos por fontes

alternativas de água, visto que é de suma importância garantir a saúde pública dos usuários (Carli *et al.*, 2013).

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2005), existem algumas exigências mínimas para a utilização de água tida como não potável, em função da variedade de atividades executadas nas edificações. Entre elas, podemos citar:

a) **ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO, REGA DE JARDIM E LAVAGEM DE PISOS**

Não deve apresentar mau cheiro;

Não deve conter componentes que sejam prejudiciais às plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;

Não deve ser abrasiva;

Não deve manchar superfícies;

Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus e/ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

b) **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 e/ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

c) **ÁGUA PARA REFRIGERAÇÃO E SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

Não deve apresentar mau cheiro;

Não deve ser abrasiva;

Não deve manchar superfícies;

Não deve deteriorar máquinas;

Não deve formar incrustações.

Em se tratando de práticas de racionalização e conservação dos recursos hídricos surge a definição de águas cinzas. De acordo com Silveira *et al.* (2015) águas cinzas são

provenientes de efluentes gerados em: lavatórios, chuveiros, máquinas e tanques de lavar roupas, entre outros, isto é, são águas residuárias que não possuem contribuição dos efluentes gerados por vasos sanitários e pias de cozinha. Portanto, podem ser utilizadas em atividades que não demandam água potável, tais como: lavagem de calçadas, utilização em descargas sanitárias, irrigação de jardins, entre outras que não requerem qualidade da água superior.

O aproveitamento de águas cinzas constitui uma boa opção no gerenciamento dos recursos hídricos, tendo em vista sua baixa concentração de matéria orgânica. É uma opção viável em edificações desde que sejam respeitadas as diretrizes de qualidade da água, bem como o armazenamento em local adequado evitando o contato com água de qualidade superior. É nesse contexto que se torna crucial a determinação da finalidade de reuso desse recurso no programa de melhoria no uso racional da água em edificações (Rebêlo, 2011).

Outra fonte alternativa para aproveitamento de água utilizada em fins não potáveis é a captação de águas pluviais. Na UFPE, a PLUVI, *startup* que atua no desenvolvimento de projetos de captação, tratamento e distribuição de água, produziu um sistema de aproveitamento pluvial que não utiliza produtos químicos, mas sim painéis solares e efetua o monitoramento da qualidade através de sensores de baixo custo (PLUVI, 2021).

De acordo com a ANA (2005) a água coletada nas áreas impermeáveis, ou seja, telhados, pátios ou áreas de estacionamento, proporciona vários benefícios, dentre eles a conservação dos recursos hídricos, uma redução do escoamento superficial e da carga nos sistemas urbanos de coleta de águas pluviais, que podem, inclusive, amenizar ou até extinguir os problemas de enchentes e inundações. Vale salientar que esta fonte alternativa de água pode ser utilizada desde que ocorra o controle de sua qualidade de modo a garantir a saúde dos usuários.

No que diz respeito às políticas públicas para o devido aproveitamento de água da chuva, Chaib (2016) relata que não há leis que tornem obrigatório a implementação de sistemas de captação de águas pluviais em edificações, observa-se apenas diretrizes que tratam do aproveitamento da água de chuva com a finalidade de obter economia de água e redução dos impactos relacionados a enchentes e inundações. Nesse sentido, o autor atenta para a necessidade da criação de mecanismos de financiamento para fins de incentivo à instalação de estruturas de captação de água de chuva em áreas urbanas.

3.3.3 Equipamentos economizadores de água

O racionamento hídrico através da adoção de equipamentos economizadores de água proporciona benefícios econômicos e ambientais, além de serem em sua maioria acessíveis e de fácil instalação. A implantação desses equipamentos evita o desperdício, pois o sistema não permite vazão excessiva, o fechamento inadequado ou ainda o uso prolongado além do necessário. A adoção de equipamentos economizadores de água permite uma redução no consumo de água da edificação e por consequência uma diminuição na geração de esgoto (Bertolini *et al.*, 2018).

Diversos estudos têm sido realizados com o intuito de desenvolver soluções que possam resolver ou minimizar o problema de escassez hídrica. Dentre eles encontra-se o estudo feito por Kalbusch e Ghisi (2016) em uma universidade de Santa Catarina. Os autores pesquisaram a substituição de equipamentos convencionais por economizadores de água em um prédio dessa instituição e estimaram uma redução no consumo de água potável de 26,2% após a adoção desses equipamentos. Alexandre, Kalbusch e Henning (2017), em estudo análogo, na Universidade do Estado de Santa Catarina, perceberam uma redução de 12,34% do consumo nas torneiras e 30,99% nas bacias sanitárias.

A utilização desses sistemas gera um significativo impacto seja em residências ou ainda em edificações públicas. A substituição dos equipamentos convencionais por aqueles que economizam água possui o atrativo de gerar redução significativa sem necessitar de alterações nos hábitos dos usuários, além de ser uma alternativa que demanda um baixo investimento (Bertolazzi; Custódio, 2020).

Atualmente no mercado brasileiro existe uma grande variedade de equipamentos sanitários que são considerados economizadores de água. Nos Quadros A1 ao A5, presentes no Apêndice I, são exemplificados alguns desses equipamentos com a descrição de suas principais características.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção será apontada a demarcação metodológica aplicada nesta pesquisa, que foi dividida em: desenho da pesquisa, área de estudo, determinação da qualidade da água, determinação da demanda hídrica e, por fim, percepção a respeito do uso racional da água no DEQ. Faz-se necessário esclarecer que estão sendo consideradas as águas dos poços artesianos do campus do bairro cidade universitária/Recife da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, a água após tratamento na ETA/UFPE e aquela proveniente do abastecimento realizado pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

4.1 Desenho da pesquisa

O estudo em tela possui uma natureza quantitativa e descritiva que tem a finalidade intervencionista de propor um programa de melhoria para o uso racional da água em ambientes universitários. Os dados coletados nessa pesquisa serão analisados sob a perspectiva sistêmica e aplicada, tendo como base os modelos de PURA já implementados com sucesso em outros ambientes universitários, como por exemplo o Programa de Uso Racional de Água (PURA) da Universidade de São Paulo (USP).

4.2 Área de estudo

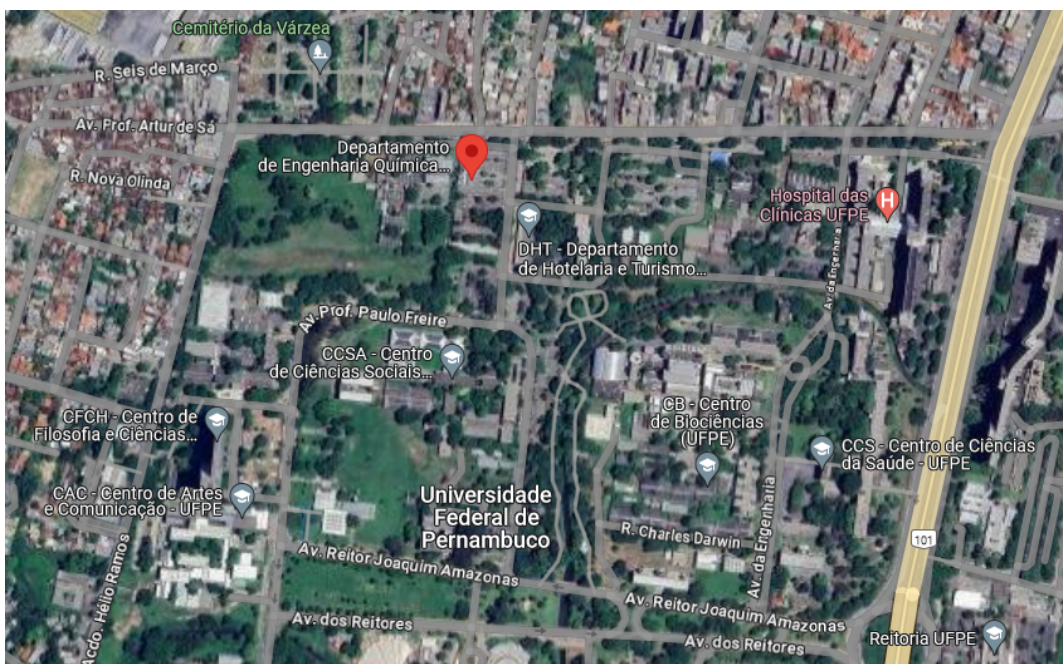
A delimitação espacial da pesquisa se restringirá ao Departamento de Engenharia Química (DEQ) da Universidade Federal de Pernambuco - *campus* Recife, conforme observado na Figura 7. O local é composto por 3 prédios que se subdividem-se em 8 blocos e possui 23 laboratórios de ensino e pesquisa na área de química.

O departamento engloba três cursos de graduação (Bacharelado em Engenharia Química, Bacharelado em Química Industrial e Bacharelado em Engenharia de Alimentos) e um Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (Mestrado e Doutorado). O DEQ funciona durante os três turnos (manhã, tarde e noite) de forma a atender os cursos ofertados no local.

O DEQ possui a estrutura de funcionamento que caracteriza a universidade como um todo, pois possui salas de aulas, salas de atendimento administrativo e laboratórios de ensino na área de química. Nesse sentido, o que for definido nesse ambiente pode ser aplicado em toda a instituição, com as devidas ressalvas personalizadas.

Figura 7 - Delimitação da área de estudo

(A) Universidade Federal de Pernambuco e arredores



Fonte: Google, 2024.

(B) Área de estudo a partir do Plano Diretor da UFPE em 2020.



Fonte: Plano Diretor UFPE, 2020.

4.3 Determinação da qualidade da água no DEQ

A UFPE possui um acordo de cooperação técnico-científico com a COMPESA, sob número processual 23076.055740/2020-42, e que tem por objeto um projeto com vistas a realizar a avaliação, otimização e melhoria da estação de tratamento de água da universidade.

Esse convênio, realizado no ano de 2020, tem como objetivo a realização de um diagnóstico do sistema de tratamento existente, bem como propor melhorias que possam adequar a Estação de Tratamento de Água (ETA) da UFPE ao que é exigido em legislação.

Após a celebração deste contrato foi-se produzido o Relatório Técnico da COMPESA (OLIVEIRA, 2020), onde constam análises químicas e microbiológicas da água tratada na ETA da UFPE e também da água dos poços artesianos da instituição. Os dados obtidos com este relatório referem-se à universidade como um todo e não apenas à área de estudo da pesquisa em tela.

Portanto, testes analíticos físico-químicos voltados à determinação de qualidade da água do departamento foram feitos com o apoio do Laboratório de Análises Minerais, Solo e Água - LAMSA/DEQ. As análises físico-químicas corresponderam a pesquisa dos parâmetros de pH, cor aparente, turbidez, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica a 25°C, alcalinidade de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, dureza total, devida a carbonatos e não carbonatos, cloreto, sulfato, nitrito, nitrato, cálcio, magnésio, sódio, potássio e ferro. Os testes microbiológicos foram realizados no Laboratório de Análises Microbiológicas/DEQ e corresponderam à pesquisa dos parâmetros de pseudomonas aeruginosas, coliformes totais e fecais..

As análises físico-químicas e microbiológicas foram feitas no início de março de 2024, seguiram as determinações descritas na Portaria GM/MS Nº 888 de 4 de maio de 2021 e foram realizadas conforme metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 20^a e 22^a Ed, seção 9221).

Como o DEQ é abastecido tanto pela água oriunda da ETA/UFPE quanto da água distribuída pela COMPESA, no final de fevereiro de 2024 foram-se coletadas amostras de água em 4 pontos do departamento que compreendem estes dois tipos de abastecimentos. Os locais de amostragem foram: Laboratório de Carnes - prédio do curso de Engenharia de Alimentos (COMPESA); Copa no prédio do curso de Engenharia de Alimentos (COMPESA); Entrada do LPC (COMPESA) e Entrada LPC (ETA/UFPE).

Vale salientar que o sistema de abastecimento de água da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife-PE é constituído por poços profundos, conforme descrito na Tabela 2, por adutoras que interliga os poços à ETA, pelo reservatório elevado (Castelo d'Água), pela ETA em si e pela rede distribuidora de água que por sua vez alimenta os reservatórios prédios no *campus* Recife da UFPE. O sistema de abastecimento hídrico na UFPE também possui um

subsistema para atendimento exclusivo ao Hospital das Clínicas. O objetivo da ETA é tratar as águas oriundas dos poços artesianos, visando principalmente a redução da turbidez, da cor, dos teores de ferro e de manganês e da concentração de microrganismos patogênicos. Para tanto ela foi dimensionada visando o tratamento de 30 L/s (ou 108 m³/h) de água, e é constituída, conforme descrito na Tabela 3 (Gusmão, 2013).

Tabela 2 - Descrição dos poços artesianos da UFPE

Poços atuais	Vazão (m ³ /h)
CCEN	Desativado
CTG-1	33,9
CTG-2	23,9
CTG-3	18,1
(CTG-1 + CTG-3) ^a	50,8
(CTG-1 + CTG-2) ^a	57,3
(CTG-2 + CTG-3) ^a	40,5
(CTG-1 + CTG-2 + CTG-3) ^a	74,4

a: bombeamento simultâneo

Fonte: Adaptado de Gusmão, 2013.

Tabela 3 - Unidades de constituição da ETA UFPE

Unidades	Elementos
Aeração	01 Caixa de Reunião e 02 Torres de Aeração
Pré - Cloração	01 Tanque e 01 Dosador
Decantação	01 Decantador Clássico e 01 Estação Elevatória de Água Decantada
Filtração	01 Câmara de Carga; 03 Filtros de Areia; 01 Reservatório de Água Filtrada e 01 Estação Elevatória de Água para Lavagem
Desinfecção	01 Tanque e 01 Dosador
Elevatória de Água Tratada	-
Unidades de Tratamento das Águas de Lavagem	01 Reservatório de Acumulação da Água de Lavagem, 01 Estação Elevatória de Água para Recirculação e 04 Leitos de Secagem

Fonte: Adaptado de Gusmão, 2013.

4.4 Determinação da Demanda Hídrica

Para o bom gerenciamento de um sistema de abastecimento de água, faz-se necessário a previsão da demanda hídrica. Geralmente o consumo de água de um determinado local é estabelecido através da leitura de hidrômetros, mas há ainda outras formas de estabelecer o consumo per capita de água quando não há a possibilidade de se realizar a leitura em

hidrômetros. Entre as alternativas podemos elencar o método proposto por Berenhauser & Pulici (1983) apud Tsutiya (2006). O referido modelo leva em consideração a área construída, o número de consumidores e o número de bacias sanitárias para determinar o consumo hídrico do local.

No cenário de instituições de ensino superior com laboratórios de química é imperativo levar em consideração o consumo de água desses espaços de ensino no gerenciamento hídrico. O gasto mais relevante nesses ambientes fica a cargo do uso em equipamentos que demandam água e das lavagens de vidrarias. Os efluentes líquidos decorrentes dessas atividades podem ser utilizados como água de reuso e/ou reciclagem, desde que não estejam contaminados com substâncias tóxicas (Araújo; Salvador, 2020).

Com o apoio da Diretoria de Gestão Ambiental (DGA) da UFPE foi possível determinar que o departamento não possui hidrômetros e por esta razão não há como determinar com exatidão o consumo mensal de água. A estimativa de consumo per capita de água no DEQ foi feita através do método proposto por Berenhauser & Pulici (1983) apud Tsutiya (2006) que leva em consideração a área construída, o número de funcionários e o número de bacias sanitárias do local estudado, conforme Equação 01.

$$C_m = 0,03*AC + 0,7*NF + 0,8*NBS + 50 \quad (01)$$

onde, C_m é o consumo médio de água (L/Hab), AC é a área construída (m^2) na área de estudo, NF é o número de pessoas que possivelmente consomem água e NBS é o número de bacias sanitárias da instituição. A estimativa de consumo médio de água em edificações públicas pode ser vista na Tabela 4.

Tabela 4 - Estimativas de consumo de água para edificações públicas

Estabelecimento	Unidade	Consumo (L/unidade/dia)
Edifício Público	Pessoa	50
Quartel	Pessoa	150
Escola Pública	Pessoa	50
Jardim Público	M^2	1,5
Uso Público Geral	Pessoa	25

Fonte: Yassuda e Nogami, 1976; Orsini, 1996; Dacach, 1979; NBR 7229, 1982 (apud Tsutiya, 2006)

Para o levantamento do quantitativo de pessoas no local foram-se considerados o total de alunos de graduação, pós-graduação, servidores públicos, docentes e funcionários terceirizados. Não foi possível considerar o quantitativo de visitantes, visto que não há como estimar essa quantidade de pessoas que transitam nas edificações da instituição. O

quantitativo de servidores foi determinado através de consulta no mês de janeiro de 2023 ao Sistema Integrado de Gestão de Recursos Humanos - SIGRH da própria instituição.

Quanto aos estudantes, a apuração foi feita em consulta, também no mês de janeiro de 2023, às secretarias de graduação e pós-graduação do DEQ, que detém as informações cadastrais dos alunos nos cursos do departamento. Para determinar a quantidade de funcionários terceirizados no departamento, foi feito um levantamento com apoio dos próprios colaboradores da empresa. O valor da área construída foi obtido através de consulta às plantas do departamento e para o total de bacias sanitárias foi-se feito um inventário nos prédios que compõem o DEQ.

O DEQ possui atendimento administrativo, salas de aula, 23 laboratórios de ensino na área de química e para calcular a estimativa do consumo de água no departamento como um todo foi-se usado o método proposto por Berenhauser & Pulici (1983) apud Tsutiya (2006). Para o caso específico dos laboratórios de ensino foram utilizados como parâmetro os estudos realizados por Araújo e Salvador (2020), Nascimento, Lucena e Freire (2019) e Medeiros, Storck e Volpato (2017). Esses trabalhos tratam do consumo de água em laboratórios de química, levando em consideração o gasto com água em equipamentos tais como destiladores de água.

Os processos de destilação e lavagem de vidrarias são potenciais consumidores de água em laboratórios de ensino em química. Para calcular a estimativa do consumo hídrico nos processos de lavagem de vidrarias tem-se muitas variáveis que podem inferir erros consideráveis que afetariam a confiabilidade do resultado. Cada vidraria demanda um método de limpeza diferente, assim como cada pessoa irá efetuar o procedimento de lavagem de forma distinta, e com isso a estimativa de consumo hídrico nesses processos seria insatisfatória. Portanto, nesta pesquisa será considerado apenas o consumo de água nos processos de destilação para fins de determinação do gasto hídrico dos laboratórios de ensino em química.

No momento da pesquisa (janeiro/2023), apenas 7 destiladores de água estavam em funcionamento nos laboratórios de ensino do DEQ, estando os demais inoperantes. Para estimar a quantidade de água desperdiçada nas operações de destilação hídrica foi feita a medição do consumo de água antes, durante e após finalizar o processo. Para tanto, foram obtidas as vazões de desperdício através da medição de tempo e volume em cada etapa da destilação.

Vale salientar que em apenas um dos destiladores havia um sistema instalado de reutilização da água desperdiçada, o destilador central (1) do Laboratório de Processos Catalíticos - LPC, que pode ser observado na Figura 8, juntamente da imagem de outro tipo de destilador (2) utilizado no departamento e que possui um porte menor do que o observado no LPC. Todos os destiladores pesquisados possuem o mesmo porte, exceto o equipamento do LPC. No sistema de reuso da água observado no LPC, o efluente gerado pelo destilador central é recolhido numa cisterna que abastece o próprio equipamento.

Figura 8 - Tipos de destiladores utilizados no DEQ



Fonte: O autor, 2023.

Devido ao estado de conservação do equipamento do Laboratório de Processos Catalíticos - Figura 1 não foi possível constatar o nome da marca do destilador. Entretanto para os demais destiladores foi observado que eles são da marca Quimis, com exceção do equipamento do Laboratório de Química Geral Analítica que é da marca Marte.

Vale salientar que este tópico da demanda hídrica foi apresentado no 32º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (CBESA), realizado em Belo Horizonte no ano de 2023. Este evento é considerado o mais importante encontro sobre a engenharia sanitária e ambiental do Brasil, e envolve especialistas deste setor, a comunidade acadêmica e empresas do Brasil e de outros países. O congresso tem o intuito de discutir os temas considerados mais relevantes na área, versando sobre os desafios, tecnologia e soluções desenvolvidas, bem como as políticas públicas que abrangem o setor da engenharia sanitária e ambiental (ABES, 2023).

4.5 Percepção sobre uso racional da água

Com a finalidade de analisar a percepção das pessoas que frequentam o DEQ a respeito do uso racional da água foi feito um questionário com perguntas que abordaram conhecimentos e práticas ambientais sobre recursos hídricos. Almeida e Lordelo (2023)

ênfatizam que a construção de um questionário sobre esta temática deve ter a finalidade de obter o entendimento dos voluntários sobre o assunto, bem como sobre suas atitudes diante dos cenários abordados no questionário. Esse questionário foi disponibilizado aos participantes no formato digital (Google Forms) ou no formato físico (papel impresso), de acordo com a preferência do entrevistado, no período de 15/03/24 a 15/04/24.

Para fins de critérios de inclusão na pesquisa foram considerados os servidores públicos da UFPE lotados no DEQ, os alunos de graduação e pós-graduação do DEQ, os docentes do DEQ e por fim os funcionários terceirizados lotados no DEQ, totalizando em 787 pessoas, conforme descrito na Tabela 5. Para os critérios de exclusão foram consideradas as pessoas que transitam no DEQ sem possuir de fato um tipo de vínculo com o departamento e as pessoas que transitam apenas eventualmente no DEQ.

Tabela 5 - Descritivo da população acadêmica do DEQ no ano de 2023

Tipo de vínculo	Quantidade
Alunos de Graduação	631
Alunos de Pós-Graduação	74
Servidores	29
Docentes	42
Funcionários Terceirizados	11
Total	787

Fonte: Autor, 2024.

O recrutamento dos voluntários neste estudo foi realizado por meio da divulgação da proposta da pesquisa, realizando a convocação do público-alvo utilizando a lista de e-mails institucionais e também de forma presencial, com vistas a obter o máximo envolvimento dos participantes no preenchimento do questionário.

A coleta de dados se deu por meio da aplicação de questionários virtuais e/ou presenciais (de acordo com a preferência/disponibilidade do entrevistado), ofertados aos participantes pelo aplicativo do Google Forms e/ou impressos, com perguntas produzidas pela pesquisadora responsável e que abordaram conhecimentos e práticas ambientais sobre recursos hídricos. No caso dos formulários digitais foram obtidas 177 respostas, enquanto que no caso dos formulários físicos foram obtidas 6 respostas. A relação das perguntas que foram utilizadas neste estudo encontra-se totalmente descrita no Apêndice III.

A aplicação do questionário ao (à) entrevistado foi realizada após aprovação do CEP/UFPE, sendo feita em via única, individual e de forma voluntária, sendo necessário que o participante possuísse um aparelho eletrônico com acesso à internet (smartphone, computador, tablet, etc.), no caso da opção pela participação virtual. Para a participação

presencial por parte do entrevistado, a pesquisadora responsável forneceu o questionário impresso ao participante. Além disso, foi informado ao voluntário que seriam necessários aproximadamente 10 minutos para a realização do preenchimento deste instrumento.

A tabulação dos dados e a elaboração dos gráficos, gerados com as respostas deste estudo, foram realizadas por meio das funções de gerenciamento do aplicativo de pesquisas *Google Forms* (GOOGLE WORKSPACE, 2024). A análise dos resultados foi feita utilizando a literatura disponível que trata do uso racional da água em prédios públicos.

Considerando os aspectos éticos que norteiam a elaboração e execução de um projeto de pesquisa, esclarecemos que o estudo em tela seguiu os preceitos contidos nas Resoluções 466/2012 e/ou 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Vale salientar que a pesquisa foi aprovada em 14/03/24 pelo Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UFPE conforme parecer consubstanciado número 6.702.078 e Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE de número 7723224.0.0000.5208.

Portanto, não foram utilizados os nomes dos participantes, sendo, inclusive, garantido a preservação da confidencialidade e do anonimato dos envolvidos. Desta forma, foi oferecido aos entrevistados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme descrito no Apêndice II, que contém as informações necessárias sobre o estudo e que possui ao final do documento a solicitação da assinatura do voluntário informando se está de acordo ou não em participar da pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Determinação da qualidade da água no DEQ

As análises físico-químicas das amostras coletadas em 4 pontos do DEQ foram realizadas pelo Laboratório de Análises Minerais, Solo e Água - LAMSA/DEQ. Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 6 e indicam que a água atende aos padrões de potabilidade de acordo com a Portaria GM/MS N° 888 de 04 de Maio de 2021, que trata das águas destinadas ao consumo humano em todo Território Nacional.

Tabela 6 - Resultados das análises físico-química das águas coletadas

Parâmetros Analisados	Entrada LPC (ETA)	Entrada LPC (COMPESA)	Copa (COMPESA)	Lab. Carnes (COMPESA)	Valor Máximo Permitido (VMP)
pH (potenciométrico)	7,30	7,47	7,76	7,80	recomendável 6,0 a 9,5
cor aparente (UH)	4,40	4,20	4,60	8,30	15
turbidez (UT)	0,79	0,72	0,64	2,57	5
sólidos dissolvidos totais (mg/L)	266,16	348,00	287,52	287,40	500
condutividade elétrica a 25°C (µS/cm)	443,60	580,00	479,20	479,00	-
alcalinidade de carbonatos (mg/L em CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	0,0	-
alcalinidade de bicarbonatos (mg/L em CaCO ₃)	136,00	96,00	148,00	146,00	-
alcalinidade de hidróxidos (mg/L em CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0	0,0	-
dureza total (mg/L em CaCO ₃)	117,16	133,32	121,20	121,20	300
dureza devida a carbonatos (mg/L em CaCO ₃)	117,16	96,00	121,20	121,20	-
dureza devida a não carbonatos (mg/L em CaCO ₃)	Ausência	37,32	Ausência	Ausência	-
cloreto (mg/L em Cl)	69,30	118,8	64,35	69,30	250,00
sulfato (mg/L em SO ₄)	26,80	38,64	27,22	28,44	250,00
nitrito (mg/L em N)	0,01	< 0,01	<0,01	< 0,01	1,00
nitrato (mg/L em N)	2,05	1,36	2,59	2,67	10,00
cálcio (mg/L em Ca)	29,15	29,15	29,15	29,15	-
magnésio (mg/L em Mg)	10,80	14,72	11,78	11,78	-
sódio (mg/L em Na)	55,20	72,00	60,00	61,60	200
potássio (mg/L em K)	6,90	6,50	7,00	7,10	-
ferro (mg/L em Fe)	0,08	< 0,05	0,08	0,15	0,3

Fonte: Autor, 2024.

Observa-se nos resultados físico-químicos que a amostra coletada na entrada do LPC (COMPESA) apresenta 37,32 mg/L em CaCO_3 para dureza devida a não carbonatos, enquanto as outras amostras obtiveram ausência. Segundo Abdalla *et. al* (2010) a dureza de não carbonatos evidencia-se com a presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio na água. De acordo com os autores, esta característica confere resistência à ação dos sabões, mas não produz incrustações nas tubulações, pois trata-se de sais muito solúveis em água.

Vale destacar que, apesar do valor encontrado para cloreto (118,8 mg/L em Cl) na amostra coletada na entrada do LPC (COMPESA) estar abaixo do VMP estabelecido na Portaria GM/MS N° 888/2021, observa-se que ele foi consideravelmente maior que os encontrados nas outras amostras. Züge e Vendrame (2018) descrevem que o cloro é um produto químico utilizado para eliminação de bactérias, vírus e germes na água, mas que em grandes concentrações ou em pequenas concentrações a longo prazo, é altamente prejudicial ao ser humano.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Análises Microbiológicas/DEQ e estão descritas na Tabela 7. Vale salientar que as amostras para os testes microbiológicos foram coletadas no mesmo momento e nos mesmos 4 pontos das amostras coletadas para as análises físico-químicas. Os resultados obtidos indicam que a água analisada não atende aos padrões microbiológicos de potabilidade para consumo humano, pois conforme estabelecido na Portaria GM/MS N° 888/2021 a amostra analisada deve apresentar ausência de coliformes em 100 mL (BRASIL, 2021).

Tabela 7 - Resultados das análises microbiológicas das águas coletadas

Amostra	Odor	Aspecto	Coliformes Totais em 100mL da amostra (NMP/100mL)	Coliformes Fecais em 100mL da amostra (NMP/100mL)	Pseudomonas Aeruginosa (UFC/mL)
Entrada LPC (ETA)	Inodora	Límpida	70	80	2,2
Entrada LPC (COMPESA)	Inodora	Límpida	8	11	< 2,2
Copa (COMPESA)	Inodora	Límpida	110	27	5,1
Laboratório de Carnes (COMPESA)	Inodora	Límpida	500	240	> 16

Fonte: Autor, 2024.

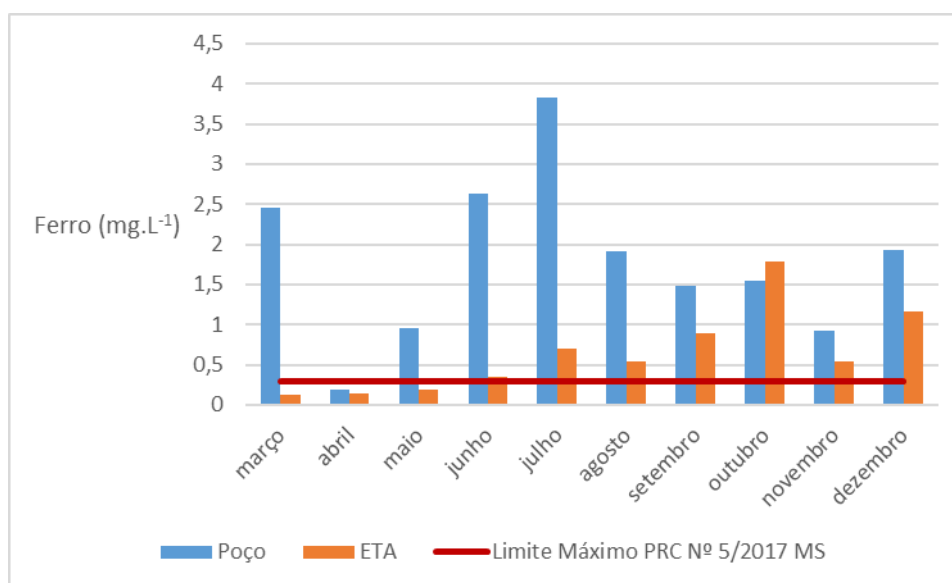
Para que a água seja considerada potável ela deve atender conjuntamente aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos estabelecidos na Portaria GM/MS N° 888/2021. Nesse sentido, como as análises microbiológicas apresentaram resultados fora dos padrões

exigidos pela legislação vigente, podemos afirmar que a água analisada não atende aos critérios de potabilidade para consumo humano.

Essa situação já havia sido constatada anteriormente num projeto de pesquisa realizado pelo LAMSA/DEQ entre os anos de 2016 a 2018. O trabalho realizado tinha como objetivo efetuar a medição e avaliação da qualidade da água na entrada da ETA da UFPE até a entrada no Departamento de Engenharia Química. Os resultados obtidos nesta pesquisa também constataram a contaminação microbiológica nas amostras analisadas, inclusive foi comprovado que alguns parâmetros físico-químicos, tais como turbidez, ferro, manganês e chumbo, encontravam-se fora dos padrões exigidos pela legislação vigente (LAMSA, 2018).

O gráfico da Figura 9 apresenta a descrição dos valores de ferro encontrados nas amostras que foram analisadas pelo projeto de pesquisa executado no LAMSA entre os anos de 2016 a 2018. Almeida et al. (2019) afirmam que ferro e manganês são os elementos mais encontrados em águas subterrâneas e isso se deve às características geoquímicas da bacia.

Figura 9 - Medições de ferro para amostras de água de poço e antes da entrada na ETA/UFPE



Fonte: LAMSA, 2018.

Segundo Almeida, Soares e Márcia (2018) um sistema de distribuição hídrica que apresenta falhas no processo de captação, infiltrações nas tubulações, falta de manutenção e limpeza dos reservatórios, pode influenciar negativamente na qualidade da água. Sampaio e Silveira (2021) realizaram um estudo sobre a qualidade da água em escolas públicas de Uberlândia e observaram que a contaminação microbiológica da água ocorreu após o abastecimento, relatando, inclusive, que este problema pode ter ocorrido devido à ausência de manutenção e higienização dos reservatórios que armazenam a água.

Nesse sentido, os dados obtidos na pesquisa em tela alertam para a necessidade de uma revisão minuciosa do sistema de tubulações que efetuam a distribuição de água no campus da universidade. Além disso, conforme descrito no Relatório Técnico da COMPESA (OLIVEIRA, 2020), é necessário realizar adequações na estação na ETA/UFPE a fim de obter um produto que se adeque completamente aos padrões que são exigidos em legislação vigente.

A questão da qualidade da água para consumo humano em universidades vem se apresentando com relativa preocupação no decorrer dos últimos anos. Os ambientes universitários são locais onde uma grande parcela da comunidade acadêmica passa boa parte do dia e portanto demanda de uma água que possua padrões aceitáveis de potabilidade, a fim de evitar danos à saúde dos usuários (Silva *et. al*, 2019).

Sendo assim, para que seja possível implementar um Programa de Uso Racional da Água na instituição é fundamental, inicialmente, possuir recursos hídricos que atendam ao padrão de potabilidade exigidos pela Portaria GM/MS Nº 888/2021. Essa premissa será alcançada quando as autoridades da instituição dedicarem a devida atenção às demandas que envolvem os recursos hídricos.

5.2 Determinação da demanda hídrica

O DEQ possui uma capacidade total de armazenamento hídrico no valor de 300,593m³, é abastecido pela Estação de Tratamento de Água (ETA) da própria UFPE e também pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). O levantamento de dados, necessários ao cálculo de consumo per capita de água, resultou em 10.927,15m² de área construída, 787 pessoas consumidoras e 35 vasos sanitários no departamento. Nesse sentido, para a estimativa de demanda hídrica mensal, utilizando o método proposto por Berenhauser & Pulici (1983) apud Tsutiya (2006), tem-se 956,71 L. hab⁻¹ e por dia tem-se 31,89 L. hab⁻¹.

As vazões de descarte hídrico durante o processo de destilação que foram obtidas na pesquisa em tela podem ser observadas na Tabela 8 e apresentam resultados que variam consideravelmente entre si. As razões de descarte durante o processo de destilação oscilaram entre 6,7L e 128,5L de água descartada para 1L de água destilada. Além disso, observou-se que entre os laboratórios há uma diferença considerável, tendo em vista aqueles que possuem modelos semelhantes de destiladores. Infere-se aqui o pressuposto de discrepâncias no modo operacional empregado no processo de destilação em cada laboratório ou ainda o estado de

conservação dos equipamentos envolvidos, visto que isso acarreta numa perda de desempenho do equipamento.

Tabela 8 - Vazão de descarte hídrico nos processos de destilação

Laboratório	Marca	Modelo	Vazão destilada (L/h)	Vazão descartada (L/h)	Frequência de uso	Volume descartado por 1 litro de água destilada
Processos Catalíticos - L1	Quimis	Q-341-22	2,5	90	3 vezes/ sem	36L
Microbiologia	Quimis	Q-341-25	4	138	4 vezes/ sem	34,5L
Controle de Qualidade	Quimis	-	2,4	16	Mensal	6,7L
Cromatografia	Quimis	Q-341-22	2,4	35	1 vez/ sem	14,6L
Microreatores	Quimis	Q-341-22	2	257	1 vez/ sem	128,5L
Processos Catalíticos Central	-	-	5,4	360	Diária	66,7L
Química Geral Analítica	Marte	335024	4,2	200	1 vez/ sem	47,6L

Fonte: Autor, 2023.

O processo de obtenção de água destilada através de destiladores envolve perda hídrica antes, durante e após a finalização do processo de destilação em si. Portanto, os valores apresentados na Tabela 8 indicam apenas os resultados obtidos durante o processo de destilação em si. As vazões de descarte antes e após a destilação são exibidas na Tabela 9, bem como o valor total de descarte hídrico considerando a obtenção de 20L de água destilada, que é a quantidade usualmente armazenada nos laboratórios do DEQ.

Tabela 9 - Descarte hídrico total nos processos de destilação

Laboratório	Volume de descarte antes da destilação (L)	Volume de descarte durante a destilação (L)	Volume de descarte depois da destilação (L)	Volume de descarte para 20L de água destilada (L)	Volume de descarte total (m³/mês)
Processos Catalíticos - L1	6	36L	5	720	8,77
Microbiologia	6	34,5L	7	690	11,25
Controle de Qualidade	2	6,7L	-	134	0,14
Cromatografia	4	14,6L	7,5	292	1,21
Microreatores	28	128,5L	23	2570	10,48
Processos Catalíticos Central	119	66,7L	64	1334	30,34
Química Geral Analítica	20	47,6L	33	952	4,02

Fonte: Autor, 2023.

Em seu estudo, Tsutiya (2006) descreve o consumo de 50L/unidade/dia para edifícios públicos, mas relata a dificuldade de mensuração hídrica em prédios públicos devido a

inexistência ou não publicidade das informações. Isso também foi observado nesta pesquisa, ratificado pela inexistência de hidrômetros no local. O valor obtido para o consumo per capita diário no DEQ se distancia um pouco da estimativa estabelecida por Tsutiya (2006), entretanto aproxima-se bastante de $30 \text{ L} \cdot \text{hab}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, consumo per capita descrito por Nakagawa (2009) em seu estudo na Universidade Federal da Bahia.

Araújo e Salvador (2020) afirmam que a demanda hídrica nos laboratórios acadêmicos pode sofrer influência de variáveis, como: manipulação e pressão da torneira, tipo de aula prática ministrada, quantidade de alunos, época do ano, condições de manutenção e operacionalização de equipamentos (destiladores), etc. Portanto, o volume de água determinado nessa situação é considerado uma estimativa. A pesquisa em tela confirma essa indicação, visto que o consumo médio de água com processos de destilação nos laboratórios de ensino variou consideravelmente. Essa variação se deve a vários fatores, sendo os mais destacados o manuseio dos equipamentos por parte do operador e o estado de conservação do equipamento.

Com exceção do destilador do LPC - Central, que é o que possui um porte maior que os outros, os demais destiladores são semelhantes e mesmo assim apresentaram variações de consumo consideráveis e isso se deve principalmente à forma de operação do equipamento. Cada operador que participou da pesquisa apresentou seu procedimento próprio para manusear o equipamento. Uns aumentam a vazão de alimentação do destilador porque acreditam que desta forma estarão protegendo a resistência do instrumento, outros diminuem a alimentação porque acreditam aumentar a eficiência do equipamento uma vez que diminuem o fluxo de saída. Além disso, pode-se inferir na variabilidade dos resultados de consumo a questão do estado de conservação do destilador. Quanto mais velho estiver o equipamento menor será sua eficiência, visto que irá demandar de mais tempo para iniciar a destilação (Melo; Candeias e Motta Sobrinho, 2023).

Em sua pesquisa Medeiros, Storck e Volpatto (2017) descrevem o consumo médio de destiladores por hora, num valor entre 127,4 a 192,3 litros de água, sendo produzidos 5 litros de água destilada, estabelecendo assim uma relação de consumo entre 25,5 a 38,5 litros para cada litro de água destilada produzido. Nascimento; Lucena; Freire (2019), em estudo análogo, relatam que a relação fica entre 28,3 a 33,1L consumidos para 1L produzido. Araújo e Salvador (2020) relataram uma situação diferente daqui foi encontrada nos outros estudos supracitados. Os autores relataram um consumo médio que variou de 20 a 60L de água descartada para obter 1L de água destilada. A pesquisa em tela apresentou valores

consideravelmente discrepantes dos que foram relatados nos trabalhos citados, uma vez que foram obtidas variações de 6,7L a 128,5L de água descartada para 1L de água destilada.

5.3 Percepção sobre uso racional da água

Esta pesquisa utilizou a amostragem por conveniência visto que nesta modalidade os elementos são escolhidos de acordo com sua disponibilidade para participar do estudo (GIL, 2019). Considerando o total (787 pessoas) de possíveis participantes na pesquisa foram-se obtidos 183 formulários respondidos, correspondendo a aproximadamente 23,25% do total amostral para este estudo, conforme descrito na Tabela 10.

Tabela 10 - Composição dos participantes na pesquisa

Tipo de vínculo	Total da população	Percentual relativo	Total de participantes	Percentual de respostas	Percentual representativo das respostas
Alunos de Graduação	631	80,18%	104	16,48%	56,83%
Alunos de Pós-Graduação	74	9,40%	33	44,59%	18,03%
Servidores	29	3,68%	18	62,07%	9,84%
Docentes	42	5,34%	22	52,38%	12,02%
Funcionários Terceirizados	11	1,40%	6	54,54%	3,28%
Total	787	100%	183	-	100%

Fonte: Autor, 2024.

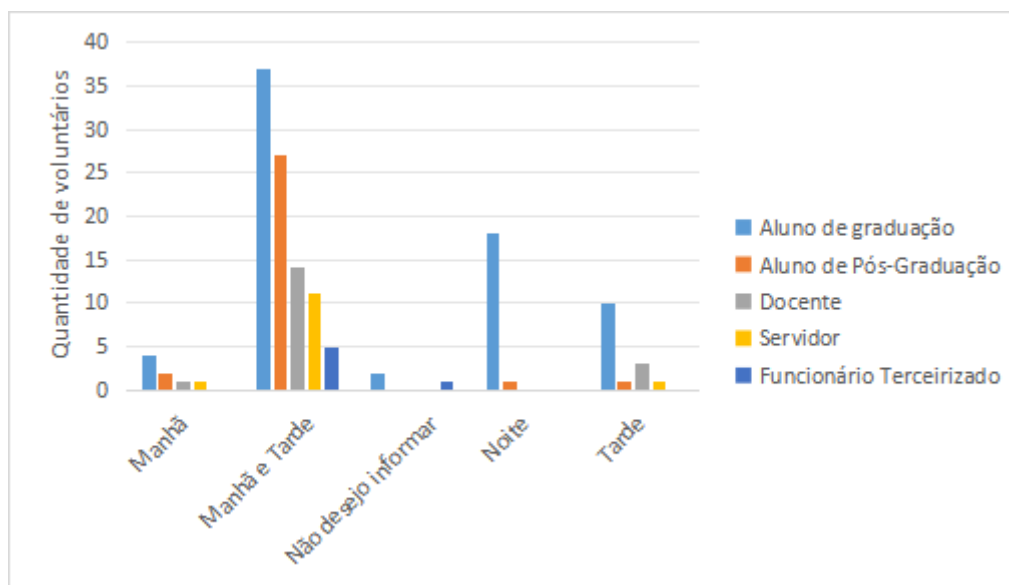
Tendo em vista a natureza voluntária desta pesquisa, não há como deduzir as razões que poderiam explicar a baixa adesão da comunidade acadêmica do DEQ. Em estudos semelhantes, Santiago (2016) e Almeida e Lordelo (2023) também relataram baixo engajamento da comunidade acadêmica no preenchimento de formulários de pesquisa.

Entretanto, há de se destacar que o montante de respondentes foi proporcional a sua representatividade no total da população acadêmica, visto que os alunos de graduação representam a maioria da população acadêmica do DEQ (80,18%) e compuseram a maioria das respostas (56,83%). Em seguida, os alunos de pós-graduação (9,40%) compoem 18,03% das respostas, docentes (5,34%) compoem 12,02%, os servidores (3,68%) constituíram 9,84% e por fim os funcionários terceirizados (1,40%) representando 3,28% das respostas.

Quanto à caracterização dos participantes, foi-se constatado que dos 183 voluntários, 90 eram mulheres, sendo em sua grande maioria (62 respondentes do gênero feminino) na faixa etária entre 18 a 30 anos. No caso do gênero masculino, os resultados se mostraram semelhantes, visto que do total (93) de voluntários homens, 66 encontram-se na faixa etária de 18 a 30 anos também.

Ainda considerando o vínculo dos respondentes, foi-se questionado o período de permanência no DEQ, sendo observado que a maioria (129 participantes) permanecem dois turnos no local, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 10. Esse resultado está diretamente relacionado com o consumo per capita de água no local, visto que a permanência da maioria por dois turnos pode indicar um aumento no consumo hídrico.

Figura 10 - Gráfico do período de permanência no DEQ por tipo de vínculo



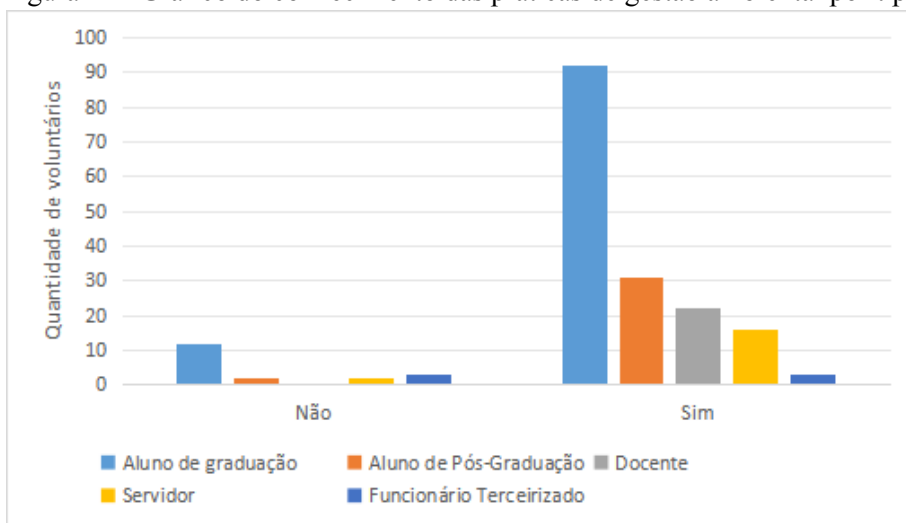
Fonte: Autor, 2024.

Quando perguntados sobre conhecimento em práticas de gestão ambiental, 89,62% dos entrevistados afirmaram saber sobre o assunto. Nesse sentido, o gráfico, presente na Figura 11, apresenta o descritivo dos grupos por tipo de vínculo quanto ao conhecimento das práticas de gestão ambiental. Essa informação se torna pertinente para a implementação de um Programa de Uso Racional de Água no local, visto que permite a adoção de medidas específicas para cada grupo em questão.

Vale salientar que mesmo a maioria indicando saber o que consiste as práticas de gestão ambiental isto não é uma certeza de que estarão aplicando o conhecimento em suas ações no seu ambiente de convívio. Hurlimann, Dolnicar e Meyer (2009) afirmam que quando o assunto é conservação de água, ter a intenção positiva de preservar os recursos hídricos não indica necessariamente que serão adotadas boas práticas com o intuito de usar racionalmente a água.

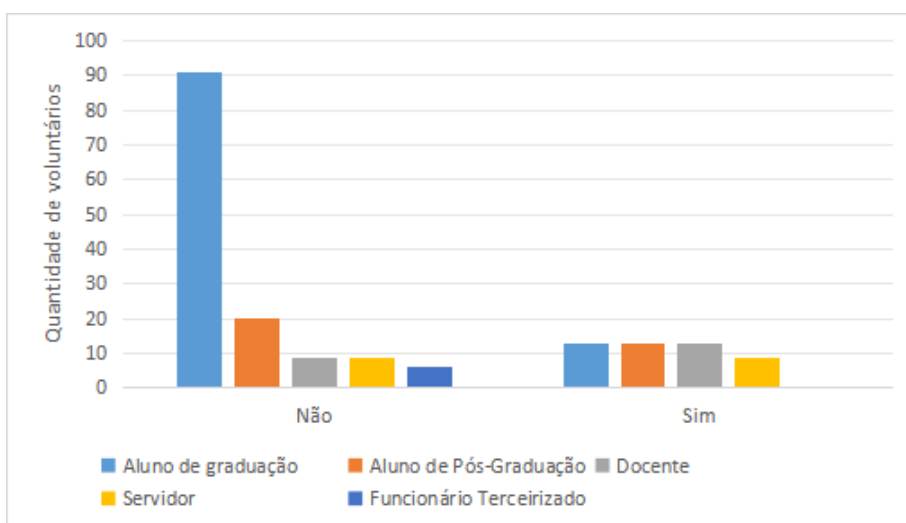
Nesse sentido, foi-se questionado se os participantes compreendem o conceito de águas cinzas e 73,74% dos voluntários indicaram não saber do que se trata, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 12.

Figura 11 - Gráfico do conhecimento das práticas de gestão ambiental por tipo de vínculo



Fonte: Autor, 2024.

Figura 12 - Gráfico do conhecimento sobre águas cinzas por tipo de vínculo



Fonte: Autor, 2024.

Os resultados obtidos indicam a necessidade de uma reflexão mais profunda quanto à relação entre o conhecimento e a prática no que diz respeito à gestão ambiental, visto que o conceito de águas cinzas pode ser considerado básico nas práticas de gestão ambiental. Além disso, categorias como docentes (40,91%) e alunos de pós-graduação (60,61%) na área de química, indicarem em grande quantidade que não sabem o que é água cinza, é alarmante. A área de meio ambiente é considerada correlata a de química, inclusive sendo necessário ao profissional da área de química compreender os aspectos ambientais e poder relacionar o desenvolvimento de estudos na área de química com a área de meio ambiente (MEC, 1997; 2001).

Nesse sentido e com o intuito de avaliar a aplicabilidade das práticas de gestão ambiental nos ambientes de trabalho e residencial, foi-se perguntado aos voluntários quais ações eram adotadas em cada ambiente. Os resultados obtidos estão descritos nas Tabelas 11 e 12, e indicam que a maioria realiza mais de uma prática de gestão ambiental nos seus ambientes de convívio. Os dados alcançados permitem inferir que mesmo não conhecendo definições consideradas básicas na área de gestão ambiental, os voluntários praticam ações sustentáveis no seu cotidiano.

Tabela 11 - Atividades de gestão ambiental praticadas no local de trabalho/estudo

Tipo de vínculo	Economia de Energia	Economia de Água	Coleta seletiva de resíduos	Consumo de produtos sustentáveis	Utilização de alternativas de locomoção	Reutilização de água não-potável	Mais de uma opção
Alunos de Graduação	3	-	2	-	4	-	95
Alunos de Pós-Grad.	-	-	1	-	1	-	31
Servidores	2	2	2	-	-	-	12
Docentes	2	1	2	-	-	-	17
Funcionário Terceirizado	-	-	3	-	1	1	1

Fonte: Autor, 2024.

Tabela 12 - Atividades de gestão ambiental praticadas na sua residência

Tipo de vínculo	Economia de Energia	Economia de Água	Coleta seletiva de resíduos	Consumo de produtos sustentáveis	Utilização de alternativas de locomoção	Reutilização de água não-potável	Mais de uma opção
Alunos de Graduação	1	-	1	-	-	2	100
Alunos de Pós-Grad.	-	1	-	-	1	-	31
Servidores	1	1	-	-	-	-	16
Docentes	-	-	-	-	-	-	22
Funcionário Terceirizado	-	-	-	-	1	-	5

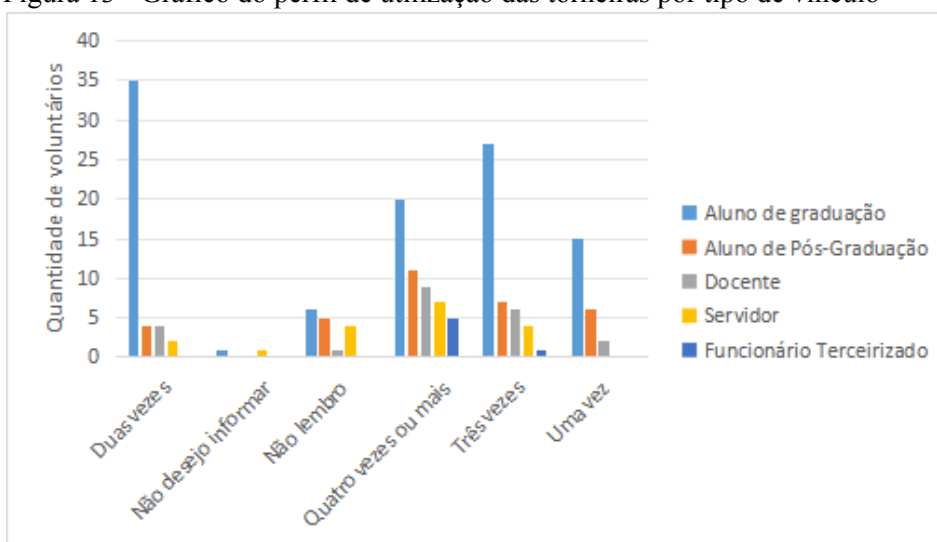
Fonte: Autor, 2024.

Quando perguntados sobre a importância da prática de ações que visem o uso racional da água, 99,45% dos entrevistados confirmaram a relevância do assunto e, desse total, 60,66% indicou que o motivo disso se concentra na redução de custos e na preservação do meio ambiente. Nesse sentido, como a maioria indicou que realiza várias ações de gestão ambiental, seja no DEQ ou na sua residência, e confirmaram a importância da prática de ações que visem o uso racional da água, pode-se dizer que o DEQ possui um ambiente favorável para a implementação de um PURA.

No intuito de avaliar a percepção dos participantes quanto ao consumo hídrico no DEQ, foram realizadas perguntas que tinham como objetivo analisar o uso de água de acordo com cada categoria consumidora. Entende-se que algumas categorias possuem utilizações específicas e portanto afetam de modo singular o consumo de água no local. Os funcionários terceirizados, por exemplo, devido suas funções de limpeza de banheiros e pisos demandam de água de um modo diferente dos alunos de graduação que só a utilizam nos banheiros para o uso de torneiras e vasos sanitários.

A representação da utilização de torneiras dos banheiros do DEQ por tipo de vínculo encontra-se detalhada no gráfico da Figura 13. É possível observar que os alunos de graduação não possuem uma forma homogênea na quantidade de vezes que utilizam as torneiras, diferentemente dos funcionários terceirizados que afirmaram em sua maioria (83,33%) que acionam as torneiras dos banheiros 4 vezes ou mais por dia.

Figura 13 - Gráfico do perfil de utilização das torneiras por tipo de vínculo



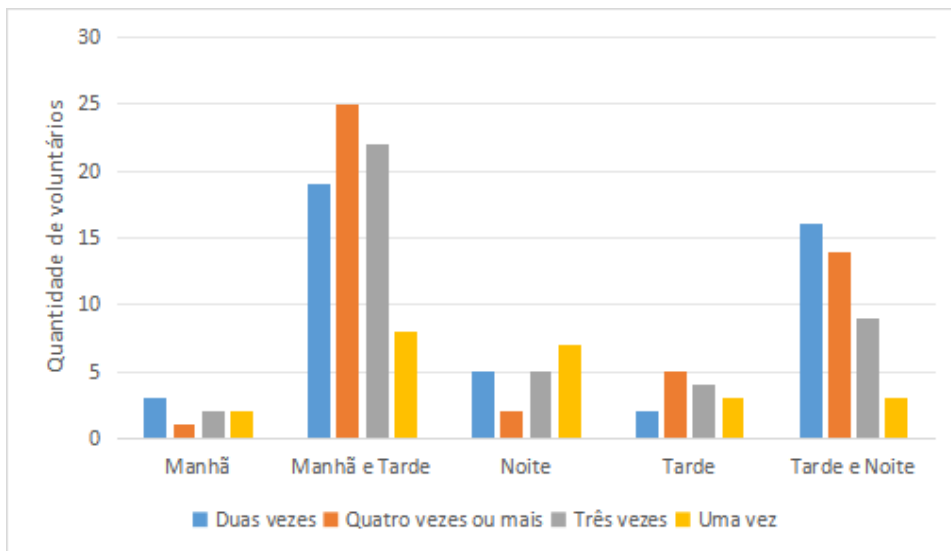
Fonte: Autor, 2024.

O gráfico presente na Figura 14 apresenta o cruzamento entre o perfil de utilização das torneiras dos banheiros do DEQ e o período de permanência no local. Diante dos resultados obtidos pode-se inferir que a maior quantidade de vezes do uso das torneiras (4 vezes ou mais) está aglutinada no período de permanência de dois turnos, confirmando a previsão de que o maior consumo hídrico é feito pela comunidade que permanece por mais tempo no departamento.

Quanto ao uso dos vasos sanitários no DEQ, foi-se observado que os resultados foram semelhantes aos obtidos para a utilização das torneiras. Percebe-se que os alunos de graduação também apresentam uma homogeneidade na quantidade de vezes que utilizam os

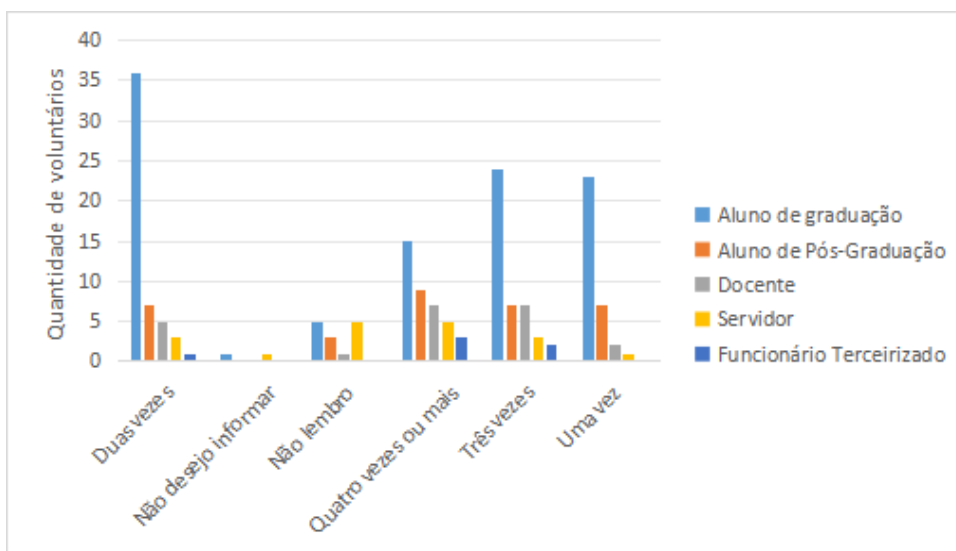
vasos sanitários do local, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 15. Fazendo um cruzamento análogo ao que foi feito para o uso das torneiras, é possível inferir que a comunidade que utiliza mais vezes os vasos sanitários é aquela que permanece dois turnos (manhã e tarde) no DEQ, segundo o que está descrito no gráfico da Figura 16.

Figura 14 - Gráfico do perfil de utilização das torneiras por tempo de permanência



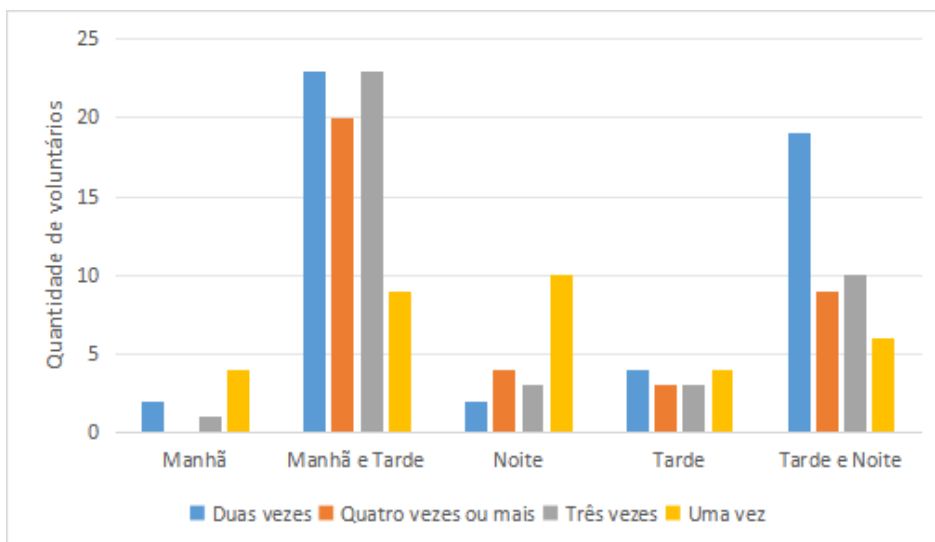
Fonte: Autor, 2024.

Figura 15 - Gráfico do perfil de utilização dos vasos sanitários por tipo de vínculo



Fonte: Autor, 2024.

Figura 16 - Gráfico do perfil de utilização dos vasos sanitários por tempo de permanência



Fonte: Autor, 2024.

Ainda na esfera da análise do consumo hídrico, foi-se questionado aos participantes sobre a possibilidade de realização de lavagem de vidrarias nos laboratórios de ensino do departamento. O consumo de água nos laboratórios de química se concentra majoritariamente na lavagem de vidrarias e nos processos de destilação. Entretanto, não é possível quantificar com exatidão o consumo de água em lavagem de vidrarias devido a diversos fatores, dentre eles a forma como cada operador abre a torneira, ou ainda os tipos variados de vidrarias que serão lavadas, a frequência com que esta ação é feita, entre outros.

Nesse sentido, a pesquisa buscou verificar a percepção dos usuários quanto ao consumo de água na lavagem de vidrarias. Os resultados obtidos encontram-se descritos na Tabela 13 e apontam uma certa dispersão na quantidade de vezes em que esta ação é realizada pelos participantes. Do total de voluntários, 45,90% afirmou que não realiza lavagem de vidrarias e 19,13% informou que não consegue quantificar as vezes que efetua esta operação.

Tabela 13 - Perfil de lavagem de vidrarias nos laboratórios de ensino

Tipo de vínculo	Uma vez	Duas vezes	Três vezes	Quatro vezes ou mais	Não realiza	Não consegue quantificar
Alunos de Graduação	15	6	5	4	52	22
Alunos de Pós-Graduação	5	10	4	1	9	4
Servidores	-	2	-	6	6	4
Docentes	2	-	-	4	11	5
Funcionário Terceirizado	-	-	-	-	6	-

Fonte: Autor, 2024.

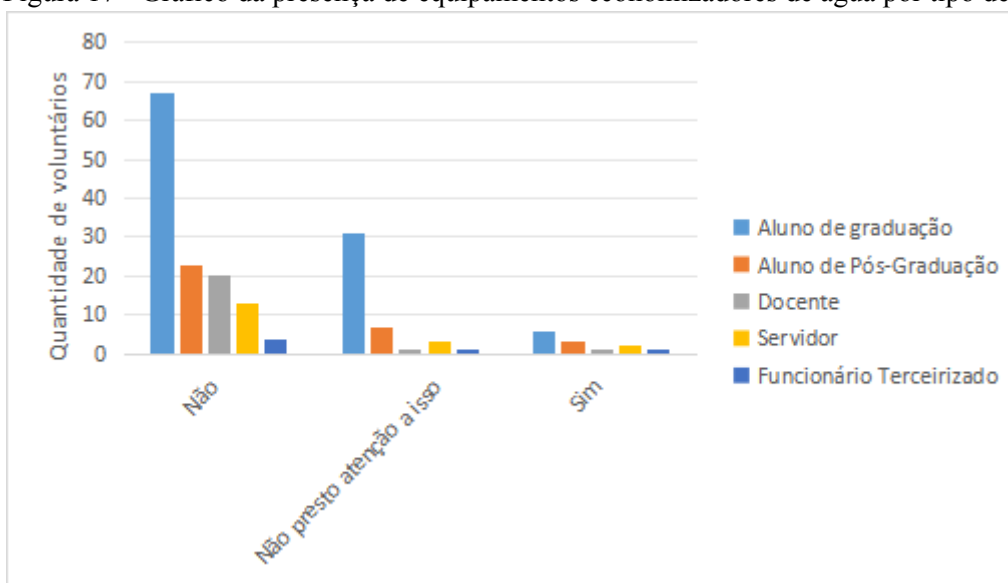
Outro fator que pode impactar o consumo per capita de um local refere-se aos possíveis vazamentos que podem acometer as tubulações. Diante deste cenário, foi-se perguntado aos participantes se eles observam vazamentos nas torneiras e/ou vasos sanitários do DEQ, com que frequência verificam a existência dessa situação e como procedem quando confirmam o aparecimento deste problema. Do total de voluntários, 55,74% afirmaram que costumam observar vazamentos nas torneiras e/ou vasos sanitários do departamento, 33,33% negaram a presença desse problema e 10,93% indicaram que não prestam atenção a isso.

No que diz respeito à frequência com que se observa esses vazamentos, 13,66% dos voluntários afirmaram que diariamente reparam vazamentos nas torneiras e/ou vasos sanitários do DEQ, 8,20% indicaram que o problema ocorre semanalmente, 3,28% disseram que a situação aparece quinzenalmente e 6,56% afirmaram que observam vazamentos mensalmente. Contudo, 68,30% dos entrevistados expressaram não saber mensurar a quantidade de vezes que percebem a ocorrência de vazamentos nas torneiras e/ou vasos sanitários do departamento.

De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, uma torneira que apresenta gotejamento lento gera uma perda estimada de 10 litros/dia e um filete de água de 4mm corresponde a um desperdício de 442 litros por dia (SABESP, [s.d.]). Nesse sentido, segundo os resultados obtidos nesta pesquisa, o DEQ apresenta um considerável desperdício hídrico devido à presença de vazamentos nas suas torneiras e/ou vasos sanitários. Inclusive, quando perguntados sobre o que fazem quando observam esses vazamentos, 32,24% disseram que comunicam a algum servidor do DEQ, 28,41% afirmaram que não tomam nenhuma atitude, 12,57% avisam a chefia do departamento e 12,02% tentam estancar o vazamento.

Diante deste cenário é que se faz tão importante a implementação de equipamentos que visem a economia de água no local. Sobre este assunto, 69,40% dos participantes afirmaram que não verificam a existência de equipamentos economizadores de água no DEQ, 23,50% dizem que não estão atentos a isso e 7,10% confirmaram a presença desses instrumentos, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 17. A utilização desses dispositivos possibilita uma redução no consumo per capita de água e portanto é uma alternativa utilizada quando se implementa um PURA numa instituição.

Figura 17 - Gráfico da presença de equipamentos economizadores de água por tipo de vínculo



Fonte: Autor, 2024.

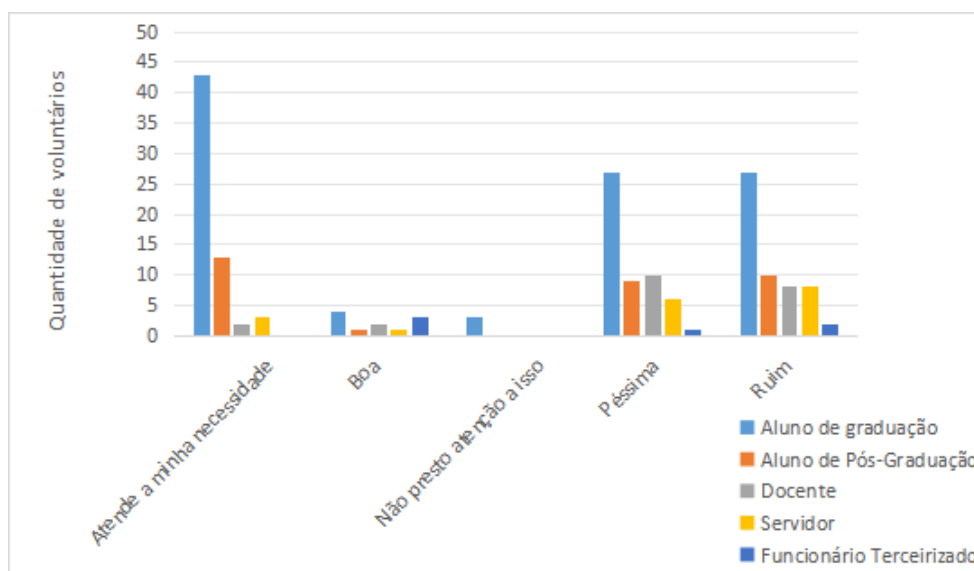
Ainda neste contexto de economia de água, foi-se perguntado aos participantes quais as ações que eles julgam importantes para obter uma redução de consumo de água no DEQ. Foram descritas no formulário as seguintes atitudes: instalar equipamentos economizadores de água; realizar a conscientização das pessoas para o uso racional da água no departamento; investir na melhoria das instalações hidráulicas do local e realizar o reuso da água, quando possível. A maioria dos participantes (45,91%) afirmaram que todas as ações conjuntamente podem ajudar na redução do consumo hídrico do local. De fato, todas estas alternativas compõem as ações que são necessárias para implementar um programa de uso racional da água em uma instituição.

Com o intuito de avaliar a percepção dos participantes quanto a importância de realizar a conscientização da comunidade no que diz respeito à utilização responsável dos recursos hídricos, foi-se questionado sobre o envolvimento dos voluntários em treinamentos/palestras/campanhas sobre uso racional da água, bem como se eles observam a presença de algum tipo de informativo (folders, banners, panfletos, adesivos, etc) que incentive a comunidade a utilizar de forma responsável a água no DEQ. Do total de respondentes, 91,80% indicou que não participou de treinamentos/palestras/campanhas sobre uso racional da água e 70,49% afirmou que não observa a presença de material de campanhas educativas sobre o assunto. Esses resultados apontam a necessidade de implementação de ações instrutivas quanto ao uso racional da água no DEQ.

No intuito de verificar a percepção dos usuários quanto a qualidade da água que abastece o departamento, foi-se questionado aos voluntários qual a sua opinião sobre esta

temática. Os resultados indicam que a maioria dos respondentes concentraram suas escolhas nas opções de ruim e péssima qualidade, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 18. Os resultados obtidos nas análises químicas desta pesquisa constatou que a água que abastece o departamento não atende aos padrões de potabilidade para consumo humano, ratificando desta forma a percepção dos usuários sobre a qualidade da água no DEQ.

Figura 18 - Gráfico da percepção dos usuários sobre a qualidade da água do DEQ



Fonte: Autor, 2024.

Segundo Almeida e Lordelo (2023) as universidades são instituições complexas porque funcionam de forma não hierárquica e apresentam um elevado grau de liberdade individual. Nesse sentido, implementar mudanças nesses ambientes se torna uma tarefa desafiadora e exige muito comprometimento por parte da comunidade acadêmica com vistas a garantir a execução das ações planejadas no PURA institucional.

5.4 Oportunidades de melhorias para o uso racional da água

Tendo em vista a necessidade de medir com exatidão o consumo de água, a primeira indicação de melhoria é a aquisição e instalação de hidrômetros no local. Essa etapa é fundamental para o desenvolvimento das ações que tenham como objetivo o uso racional da água. Além da medição precisa do consumo, é necessário também destacar a importância da manutenção nas instalações hidráulicas da instituição. Tubulações com material incrustado podem ser fonte de contaminação para a água, além de serem potenciais consumidoras de água, caso apresentem vazamentos.

Oliveira e Almeida (2023) afirmam que além do investimento em soluções apropriadas que tenham o objetivo de realizar o combate às perdas, é necessário desenvolver

ações de cunho educacional com o propósito de esclarecer para a comunidade acadêmica o seu papel no processo de sustentabilidade do recurso hídrico local. Nesse sentido, é possível destacar algumas iniciativas que podem ser realizadas no local de forma a viabilizar o consumo mais sustentável da água.

O reúso da água descartada nos processos de destilação observada no LPC pode ser ampliado a todos os laboratórios de ensino do DEQ. Mesmo que não seja possível fornecer uma cisterna individual para cada laboratório, é admissível obter pelo menos uma caixa d'água de polietileno de 1000L para os laboratórios, que ficam no mesmo corredor ou que fiquem próximos um do outro, compartilharem o sistema de reaproveitamento da água descartada nos processos de destilação. Essa alternativa pode gerar uma redução considerável no consumo per capita do DEQ tendo em vista o grande potencial de consumo hídrico destes processos.

Almeida e Lordelo (2023) destacam a importância de incluir a comunidade acadêmica nas questões que envolvem a temática sustentável. Entende-se aqui que o uso racional da água está inserido no tema e portanto devemos encontrar alternativas que possam envolver a comunidade do DEQ nas ações que tenham o intuito de usar de forma responsável a água. Dentre estas alternativas podemos citar a criação de programas de treinamento com a comunidade acadêmica do DEQ com vistas a indicar iniciativas para o uso racional da água. Além destes treinamentos, é possível criar material educativo a ser anexado aos banheiros de forma a indicar a utilização correta das torneiras e sanitários do local.

Ademais, indica-se a aquisição dos equipamentos economizadores de água apresentados nesta pesquisa, com a finalidade de obter uma redução no consumo hídrico. Bertolazzi e Custódio (2020) afirmam que a utilização destes itens é a melhor opção tendo em vista que a redução do consumo é percebida rapidamente e o investimento é baixo. Além disso, os autores ainda destacam que o uso destes equipamentos proporciona um decréscimo no consumo sem envolver diretamente uma mudança nos hábitos dos usuários.

Marinho, Freire e Kiperstok (2019) declaram que quando não há ações institucionais que sejam indicadas pelas autoridades centrais, os movimentos e projetos intervencionistas iniciados de forma setorializada podem contribuir para provocar uma mudança em toda a organização. Desta forma, as ações que forem iniciadas no DEQ com o intuito de utilização racional da água podem servir de fomento para toda a UFPE.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o cenário mundial de escassez hídrica e a evolução dos processos voltados ao desenvolvimento econômico da sociedade, faz-se necessária uma reflexão profunda acerca dos prejuízos causados pelo uso irresponsável dos recursos naturais. A água, enquanto um bem natural finito, é categorizada como essencial à sobrevivência humana e portanto deve ser tratada com especial cuidado no que diz respeito à sua utilização.

Diante da relevância do tema, as universidades, na qualidade de instituições norteadoras do conhecimento, devem apoiar a sociedade na sua busca pelo desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, a implementação de um Programa de Uso Racional da Água em um campus universitário difunde a ideia de comprometimento institucional da comunidade acadêmica com as questões ambientais.

Até o momento da finalização da pesquisa em tela, a UFPE não havia efetivado um PURA na instituição, inclusive não havia a concretização da instalação de hidrômetros no campus como um todo. A aquisição e instalação de hidrômetros é primordial para a implementação de um sistema de gestão hídrica, pois a medição do consumo de água feita por hidrômetros gera maior segurança do que obter dados por estimativa.

Com o valor da estimativa do consumo de água obtido neste estudo foi possível perceber que a demanda hídrica do local estudado não é substancialmente diferente das que foram encontradas por outros autores em outras universidades. Essa informação nos permite deduzir que há um padrão de consumo em ambientes universitários e isso se deve, provavelmente, ao fato de estas instituições desenvolverem atividades análogas e possuírem o mesmo público.

No que diz respeito ao gasto de água nos processos de destilação nos laboratórios de ensino na área de química, observou-se variações consideráveis entre os equipamentos estudados. Essa discrepância pode ser explicada devido ao estado de conservação de cada equipamento ou ainda pelo fato de que cada pessoa operacionaliza o equipamento de forma diferente. Vale salientar que o gasto hídrico nos laboratórios de ensino na área de química não se deve apenas pela utilização dos destiladores, mas estes equipamentos são considerados os maiores consumidores. Nesse sentido, o método de reuso da água descartada nos processos de destilação do LPC-Central é uma ótima alternativa do ponto de vista sustentável e deve ser implementado em todo o departamento.

Da perspectiva do consumo hídrico há de se destacar que existem no mercado alguns equipamentos que viabilizam a economia de água. Os itens que foram indicados neste estudo podem ser instalados no local e irão viabilizar uma considerável redução no consumo per capita do DEQ. Além disso, é possível realizar treinamentos e/ou palestras que tenham o intuito de conscientizar a comunidade para o uso racional da água. Outras instituições de ensino superior já implementaram PURA's em seus ambientes universitários e relataram consideráveis reduções de consumo hídrico.

Os dados obtidos neste estudo permitem inferir que o DEQ possui um cenário favorável para a implementação de um PURA no local. Entretanto, é necessário realizar inicialmente as adequações no sistema de tratamento e distribuição hídrica para dispor de uma água com qualidade compatível ao consumo humano. No momento, a água que abastece o DEQ não atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS Nº 888/2021.

A pesquisa de percepção realizada com a comunidade acadêmica do DEQ relatou que as pessoas estão dispostas a realizarem as ações necessárias para efetuar um uso mais racional da água. Segundo os resultados obtidos, os participantes descreveram que acham importante a prática de ações que visem o uso racional da água, inclusive informaram que já executam algumas dessas condutas em seu ambiente de trabalho/estudo e/ou nas suas residências.

O engajamento da comunidade acadêmica nas ações de conscientização ambiental configura uma etapa crucial na implementação de um PURA institucional. Nesse sentido, é necessário o desenvolvimento de táticas que visem sensibilizar a população universitária para o envolvimento efetivo em todas as ações que compõem a instauração de um sistema de gestão hídrica institucional. Alcançar este objetivo não é uma incumbência de fácil execução e constitui um processo desafiador para as autoridades envolvidas na operação dos projetos.

Inúmeras são as adversidades que podem acometer o processo de implementação de um Programa de Uso Racional da Água em um ambiente universitário. Entretanto, não podemos dizer que trata-se de uma tarefa inexecutável visto que outras instituições públicas de ensino superior já executam com sucesso essas operações. É necessário, portanto, que ocorra inicialmente o despertar das autoridades institucionais para as questões ambientais que envolvem esta temática, para que desta forma seja possível efetuar as etapas vestibulares que compreendem a implementação de um PURA.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, K. V. P.; CAVALCANTE, P. R. S.; COSTA NETO, J. P.; BARBIERI, R.; MESQUITA NETO, M. C. Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA. *In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*, 16, Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 17, São Luís - MA, 2010. **Anais[...]** Disponível em: <file:///C:/Users/Jaboat%C3%A3o/Downloads/22915-Texto%20do%20artigo-82903-1-10-20110902.pdf> Acesso em: 31 Mai. 2024.

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (2023). *Sobre o evento : 32º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <https://congressoabes.com.br/sobre-o-evento/> Acesso em: 23 Jul. 2024.

ADAM, J. I. **Gestão de recursos hídricos numa perspectiva de sustentabilidade: uma proposta**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (2005). *Conservação e reuso da água em edificações*. São Paulo, 2005.

AGENDA 2030 GLOBAL. UNCED - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (2015), Agenda 2030 (global). Ministério do Meio Ambiente – MMA. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel> Acesso em: 17 Ago. 2023.

AGENDA 21 GLOBAL. UNCED - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), Agenda 21 (global). Ministério do Meio Ambiente – MMA. Disponível em: https://www.conexaoambiental.pr.gov.br/sites/conexao-ambiental/arquivos_restritos/files/documento/2019-05/agenda_21_global_integra.pdf Acesso em: 17 Ago. 2023.

ALCÂNTARA, L. C. S.; SAMPAIO, C. A. C.; SOBRAL, M. C. M.; PHILIPPI JUNIOR, A. Indicadores ecossocioeconômicos de impactos na avaliação da pós-graduação. *In: SAMPAIO, C. C.; SOBRAL, M. C. M.; PHILIPPI JUNIOR, A. (org.). Impacto das ciências ambientais na Agenda 2030 da ONU*. vol. II, São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2023, p. 14-49. Disponível em: [file:///C:/Users/Jaboat%C3%A3o/Downloads/Livro_Impacto_das_Ci%C3%A2ncias_Ambien](file:///C:/Users/Jaboat%C3%A3o/Downloads/Livro_Impacto_das_Ci%C3%A2ncias_Ambien%20tais_-_Volume_II_24_10_23.pdf) tais_-_Volume_II_24_10_23.pdf Acesso em: 13 Nov. 2023.

ALEXANDRE, A. C.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Avaliação do impacto da substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por equipamentos economizadores no consumo de água. **Eng Sanit Ambient**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 1005-1015, set.-out. 2017.

ALMEIDA, L. M. F. **Análise da viabilidade de sistemas de aproveitamento de água de chuva em um campus universitário**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2021.

ALMEIDA, A. B. B.; SILVA, P. B. A.; LIMA, M. R. P.; SANTOS, Y. T. C.; MOREIRA, Y. W. N. Concentração de ferro e manganês em águas de abastecimento no município de Crato, Ceará: caracterização e proposta de tratamento. Estudos de Caso e Notas Técnicas, **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 33, n. 2, 2019.

ALMEIDA, L. M. R.; SOARES, G. C. R.; MARCIA, A. S. Análise microbiológica de água potável em parques no município de Belo Horizonte/MG. **Acta Biológica Brasiliênci**a, v. 1, n.1, 2018

ALMEIDA, R. A. S.; LORDELO, L. M. K. Investigação sobre os hábitos de consumo de água em uma instituição pública de ensino superior. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Palhoça, v. 12, p. 1-20, 2023.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021: relatório pleno*. Brasília, 2022.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores*. Brasília: ANA, 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores, 2ª Edição*. Brasília: ANA, 2022.

ARAÚJO, R. T. **Diretrizes para elaboração de plano de uso racional da água em instituições de ensino superior**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2018.

ARAÚJO, M. M. A.; SALVADOR, N. N. B. Potencial de reuso de águas residuárias de laboratórios de análises químicas. Estudo de caso da Universidade Federal de Uberlândia. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, vol. 23, n.3, 2020.

Association of University Leaders for a Sustainable Future - ULSF, The Talloires Declaration, 1990.

BAHIA. SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais do Estado da Bahia. Governo da Bahia (Org.). **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental**. Salvador: SEI, 2006.

BERTOLAZZI, L.; CUSTÓDIO, D. A. Análise econômica de soluções para reduzir o consumo de água potável – estudo de caso de uma residência em Joinville – SC. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. esp , p. 197-217, mai. 2020.

BERTOLINI, T.; PANDOLFO, A.; BERTICELLI, R.; BRUM, E. M.; PASQUALI, P. B. Viabilidade econômica da implantação de um sistema de equipamentos economizadores de água e captação de água pluvial para residência unifamiliar. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**, Campos dos Goytacazes, 23 (08) 01-17, 2018.

BRASIL. Decreto 5.440, de 4 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997.

BRASIL. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 de janeiro, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 05, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2021.

CARBONARI, F. I. **A gestão de recursos hídricos. Conceitos e Princípios fundamentais.** 1997. 56 f. Monografia (Especialização) – Especialização em Gestão Ambiental, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wpcontent/uploads/sites/30/2016/06/Fernando_Iorio_Carbonari.pdf Acesso em: 05 Jun. 2023.

CARLI, L. N.; DE CONTO, S. M.; BEAL, L. L.; PESSIN, PESSIN, N. Racionalização do uso da água em uma instituição de ensino superior –estudo de caso da Universidade de Caxias do Sul. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, vol. 2, núm. 1, pp.143-165, 2013.

CASTRO, C. N. Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea, Rio de Janeiro, 2022.

CEREZINI, M. T.; FERREIRA, E. M. A. N; GARCIA, E. S. L.; MALHEIROS, T. F. Indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos no contexto de campus universitário. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 202 - 215, jul./set. 2017.

CHAIB, E. B. D. **Avaliação de estratégias para a redução do consumo de água de abastecimento como meio de diminuição da pressão sobre os recursos hídricos.** Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

CORREIA, C. R. M. A.; SILVA, L. P.; CARDOZO, U. T.; BOULOMYTIS, V. T. G. Água e Sociedade. In: BOULOMYTIS, V. T. G (Org.) **Gestão sustentável de bacias hidrográficas : cenários do Brasil e da Austrália.** 1. ed., São Paulo, EDIFSP, 2021. Cap. 1, p. 16-35. Disponível em: <https://salomao.com.br/wp-content/uploads/2021/12/145.pdf> Acesso em: 26 Jun. 2023.

CUARTAS, L. A.; CUNHA, A. P. M. A.; ALVES, J. A.; PARRA, L. M. P.; DEUSDARÁ-LEAL, K.; COSTA, L. C. O.; MOLINA, R. D.; AMORE, D.; BROEDEL, E.; SELUCHI, M. E.; CUNNINGHAM, C.; ALVALÁ, R. C. S.; MARENGO, J. A. Recent hydrological droughts in Brazil and their impact on hydropower generation. **Water**, Switzerland, v. 14, n. 4, 601, 2022.

DANTAS, T. E. T.; PINCELLI, I. P.; SOARES, S. R.; **Práticas de Gestão de Água em Campi Universitários - Uma revisão bibliográfica**. XX ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo - SP, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOOGLE. 2024. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco [s.l.]: Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/Departamento+de+Engenharia+Qu%C3%ADmica+-+DEQ/@-8.0469334,-34.9536174,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x7ab1bdf6219a62b:0xbfd0ab934dc8c64!8m2!3d-8.0469387!4d-34.9510425!16s%2Fg%2F11bw2gh3dk?authuser=0&entry=ttu> Acesso em: 31 Mai. 2024.

GOOGLE WORKSPACE (2024). Disponível em: <https://workspace.google.com/products/docs/> Acesso em: 23 Abr. 2024.

GOMES, M. A. F.; PEREIRA, L. C. Cenário mundial dos recursos hídricos subterrâneos. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 08, Vol. 15, pp. 79-97. Agosto de 2020.

GTSC. Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030 do Desenvolvimento Sustentável. **ODS**. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/ods/> Acesso em: 06 Jul. 2023.

GUSMÃO, P. T. R. Avaliação da estação de tratamento de água do *campus* da UFPE. *Plano de Ação para Apoio Técnico na Gestão da Estação de Tratamento de Água do campus da UFPE*, Grupo de Saneamento Ambiental, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

HURLIMANN, A; DOLNICAR, S.; MEYER, P. Understanding behaviour to inform water supply management in developed nations – A review of literature, conceptual model and research agenda. **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 91, n. 1, p. 47–56, 2009.

IPCC, 2014: *Alterações Climáticas 2014: Impactos, adaptação e vulnerabilidade*. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Lisboa, Portugal, 2014.

IPCC, 2022: *Mudança climática 2022: Impactos, adaptação e vulnerabilidade*. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [H.-O. Pörtner, DC Roberts, M. Tignor, ES Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, 3056 pp, 2022.

KALBUSCH, A.; GHISI, E. Comparative life-cycle assessment of ordinary and water-saving taps. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 4585-4593, 2016. Disponível

em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615008069>> Acesso em: 31 Jan. 2024.

KIPERSTOK, A.; KIPERSTOK, A. C. (2017). Technology Improvements or Influencing User Behaviour for Water Savings in Administrative and University Buildings: Which One Should Come First? In: *Frontiers in Civil Engineering*. [s.l: s.n.]. DOI: 10.2174/9781681084831117020007

LAMSA - Laboratório de Análises Minerais, Solo e Água. *Avaliação da qualidade da água de origem subterrânea que abastece o Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco*. Projeto de Pesquisa. Centro de Tecnologia e Geociências - Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

Manual de gestão eficiente de recursos hídricos / Grupo de Trabalho sobre Recursos Hídricos (GT Água). – São Paulo : ABIQUIM, 2016.

MARINHO, M. B.; FREIRE, M. T. M.; KIPERSTOCK, A. O Programa AGUAPURA de racionalização do consumo de água da Universidade Federal da Bahia. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 3, p. 481-492, 2019.

MARTINAZZO, M. R.; VARGAS, L. A.; MAZZIONI, S.; DAL MAGRO, C. B. Contribuições de projetos de extensão de uma universidade comunitária para saúde e bem-estar (ODS 3). **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 42-61, 2020.

MATOS, A. C.; MOTA, C. Mudanças climáticas, refugiados ambientais e deslocados internos: Uma questão também nordestina. In: ARAÚJO, A. R.; BELCHIOR, G. P. N.; VIEGAS, T. E. S. (org.). **Os impactos das mudanças climáticas no Nordeste brasileiro**. 1ª ed., Ceará: Fundação Sintaf, São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2016, p. 85-100. Disponível em: <https://fundacaosintaf.org.br/wp-content/uploads/2022/02/Ebook-impactos-das-mudancas-climaticas-no-nordeste-brasileiro.pdf> Acesso em: 28 Mai. 2024.

MEC - Ministério da Educação e do Desporto. *Padrões, critérios e indicadores de qualidade para avaliação dos cursos de graduação em química*. Secretaria de Educação Superior, Brasília - DF, 1997.

MEC - Ministério da Educação e do Desporto. *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química*. Conselho Nacional de Educação. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 25, 2001.

MEDEIROS, R. C.; STORCK, W. R.; VOLPATTO, F. Gestão da água de descarte de destiladores de água em Laboratórios de uma IES. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 8, Campo Grande - MS, 2017. **Anais[...]** Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/I-015.pdf> Acesso em: 23 Dez. 2022.

MELO, A. A. S.; CANDEIAS, A. L. B.; MOTTA SOBRINHO, M. A. Caracterização da demanda hídrica em prédios universitários com laboratórios de ensino na área de química. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 32, Belo Horizonte - MG, 2023. **Anais[...]** Disponível em: https://cbesa.sigotech.online/storage/trabalhos/arquivos/completo/907_tema_iv.pdf Acesso em: 23 Jul. 2024.

NAKAGAWA, A. K. **Caracterização do consumo de água em prédios universitários: o caso da UFBA**. Dissertação (Mestrado profissional em gerenciamento e tecnologias ambientais no processo produtivo) - Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

NASCIMENTO, F. G. R.; LUCENA C. M. L.; FREIRE, L. L. Reuso em laboratórios de análises ambientais: desperdícios e custos da água residual de destiladores. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 2, p. 578-594, 2019.

NOSSO FUTURO COMUM (Relatório Brundtland). Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

OLIVEIRA, A. C. B. Relatório Jar Test - Teste de Coagulação - Poços UFPE. Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA. Recife, 2020.

OLIVEIRA, T. M. B.; ALMEIDA, R. A. S. Percepção de usuários sobre consumo de água em instituições de ensino superior - Estudo de caso. *In*: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 32, Belo Horizonte, 2023. **Anais[...]** Disponível em: <https://congressoabes.com.br/anais/> Acesso em: 01 Jul. 2024.

OLIVEIRA, H. R.; FREITAS, A. H.; FERREIRA, J. O.; ANDRADE, G. R. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços artesianos no município de Coxim-MS. *In*: Congresso Brasileiro de Química - Recursos Renováveis: Inovação e Tecnologia, 55, Goiânia, 2015. **Anais[...]** Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2015/trabalhos/5/7969-20525.html> Acesso em: 20 Ago. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Roteiro para a Localização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Implementação e Acompanhamento no nível subnacional**. 2016. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/publications/roteiroparalocaliza%C3%A7%C3%A3o-dos-objetivos-de-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel> Acesso em: 10 Jul. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf> Acesso em: 10 Jul. 2023

PAVÃO, B. B. M. **As águas e suas correntezas: regulação e crises hídricas no Brasil**. Tese de Doutorado (Centro de Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

PEDROSA, V. A. Conceitos e soluções para a crise hídrica: inovações e construção de pactos. Tese Acadêmica (Concurso para professor titular: classe E) - Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

PEREIRA, L. S. **Coping with Water Scarcity: Addressing the Challenges**. Dordrecht: Springer, 2009.

PEREIRA, R. M. P. G.; CÂNDIDO, G. A. Análise da Sustentabilidade da Gestão dos Recursos Hídricos: Um Estudo Exploratório Na Região da Bacia do Alto Curso do Rio

Paraíba (PB). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 13-24, 2012.

PESSOA, M. L. Disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento : a situação do Rio Grande do Sul no cumprimento das metas do ODS 6. Porto Alegre : Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2021.

PINTO, L. J. L. B.; SILVA, F.; PINTO, F. R.; PINTO, F. J. L. C. Sustentabilidade dos Recursos Hídricos: A Perspectiva da Política de Gestão em uma Universidade Pública no Estado do Ceará. **Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade**, V.7, n. 1, p. 34-48, 2017.

Plano Diretor UFPE (2020). Proposta para discussão do Plano Diretor da Universidade Federal de Pernambuco - Campus Joaquim Amazonas, Recife, 2020. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/40906/3373839/Plano+Diretor+Campus+Joaquim+Amazonas+%28Etapa+4%29+%281%29.pdf/d9e275cf-7ce1-4015-99ba-0ed9c760aa41> Acesso em: 23 Jul. 2024.

PLUVI (2021). Soluções Ambientais Inteligentes. Disponível em: <https://www.pluviambiental.com.br/> Acesso em: 29 Mai. 2024.

Programa AGUAPURA-UFBA (2023). Programa de Uso Racional da Água e Energia. Disponível em: <https://aguapuravianet.com.br/> Acesso em: 08 Nov. 2023.

Programa Gestão das Águas - UFSC (2023). Gestão das Águas. Disponível em: <https://gestaoambiental.ufsc.br/gestao-das-aguas/> Acesso em: 08 Nov. 2023.

Programa PRÓ-ÁGUA UNICAMP (2023). Projetos de eficiência energética e de redução de consumo de água. Disponível em: <https://www.prefeitura.unicamp.br/servicos/divisao-de-agua-e-energia/diretoria-de-agua/projetos-de-eficiencia-energetica-e-de-reducao-de-consumo-de-agua/> Acesso em: 08 Nov. 2023.

Programa PURA-USP (2023). Redução da demanda de água. Disponível em: <http://www.pura.usp.br/resultados/reducao-da-demanda-de-agua/> Acesso em: 07 Nov. 2023.

REBÊLO, M. M. P. S. **Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbio com chicanas**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

RIZZATTI, M.; BATISTA, N. L. Mapeamento da área alagada/inundada nos municípios de Agudo, Dona Francisca, Paraíso do Sul e Restinga Sêca, Rio Grande do Sul: potencialidades de dados geográficos livres. **Revista Estrabão**, v. 5, p. 287-297, Santa Catarina, 2024.

SABESP. (s.d.). *Tabela para determinar as perdas por tipo de vazamento e por tipo de aparelho /equipamento*. [s.d.]. Disponível em: https://site.sabesp.com.br/uploads/file/clientes_servicos/tabela_vazamento.pdf Acesso em: 03 Mai, 2024.

SAMPAIO, A. C. F.; SILVEIRA, A. C. Um estudo sobre a qualidade da água destinada ao consumo de alunos nas escolas públicas do município de Uberlândia/MG. **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 79, p. 180-198, 2021

SANTIAGO, V. R. B. **Barreiras para implementação do programa de racionalização do consumo de água em prédios públicos administrativos do estado da Bahia**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) - Escola Politécnica. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

SANTOS, A. C.; REIS, A.; MEDIONDO, E. M. Segurança hídrica no Brasil: situação atual, principais desafios e perspectivas futuras. **Revista DAE**, v. 68, n 225, Ed. Esp. Set., São Paulo, 2020.

SCHULER, A. E.; LIMA, J. E. F. W.; CRUZ, M. A. S. Água e saneamento : contribuições da Embrapa / Maria Sonia Lopes da Silva... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/184235/1/ODS-6-agua-e-saneamento.pdf> Acesso em: 05 Jun. 2023.

SCHUMER, C; BOEHM, S; FRANSEN, T.; HAUSKER, K.; DELLESKY, C. 6 conclusões do relatório do IPCC de 2022 sobre mitigação das mudanças climáticas. **WRI Brasil**, 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/6-conclusoes-do-relatorio-do-ipcc-de-2022-sobre-mitigacao-das-mudancas-climaticas> Acesso em: 26 Out. 2023.

SDSN. Como começar com os ODS nas universidades: um guia para as universidades os centros de educação superior e a academia. Austrália: Rede de Soluções de Desenvolvimento Sustentável (SDSN), 2017. Disponível em: https://irp.cdnwebsite.com/be6d1d56/files/uploaded/Como%20comecar%20com%20os%20ODS%20nas%20Universidades_18-11-18.pdf Acesso em: 06 Jul. 2023.

SENRA, J. B. **Água para todos: avaliação qualitativa do processo de implementação do plano nacional de recursos hídricos**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SILVA, G. S. **Programas permanentes de uso racional da água em campi universitários: o programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SILVA, P. H.; OLIVEIRA, Y. R.; CÂMARA, O. C.; ABREU, M. C.; PACHECO, A. C. L. Avaliação da Qualidade da Água dos Bebedouros de um Campus Universitário do Semiárido Nordeste. **Revinter**, v.12, n.01, p 27-39, 2019.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n.1, p. 49-61, 2006.

SILVA, K. B.; OLIVEIRA, R. B.; ISMAEL, L. L.; ARRUDA, V. C. M. Desperdício de água nas instalações prediais do campus universitário da UFCG em Pombal - PB: medidas para conservação, aproveitamento e reúso. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.3, p. 221-228, 2013.

SILVA, V. F.; OLIVEIRA, I. A.; AMADO NEVES, B.; SANTOS, L. Mapeamento e avaliação de práticas de desenvolvimento sustentável nos projetos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) campus Macaé. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE

PRODUÇÃO, 38, 2018, Maceió. **Anais [...]** Maceió: ABEPRO, 2018. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_268_536_36472.pdf Acesso em: 29 Jun. 2023.

SILVEIRA, M. L. G.; MATOS, L.S.; PFITSCHER, E. D.; ENSSLIN, S. R. O estado da arte do tema reuso de águas cinzas em instituições de ensino superior. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, vol.9, n.4, 2015.

SOARES, A. E. P.; SILVA, T. L.; SILVA, S. R.; NUNES, L. G. C. F.; SILVA, J. K. Caracterização do consumo de água em uma universidade pública do Recife-PE. *In*: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 29, São Paulo - SP, 2017. **Anais [...]** Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento36/TrabalhosCompletoPDF/IV-070.pdf> Acesso em: 21 Dez. 2022.

SOUSA, A. C. L. **Segurança hídrica: os conflitos de uso da água na bacia hidrográfica do rio Meia Ponte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

SOUZA, A. M.; ARAÚJO, M. F. Mudança climática e a gestão de recursos hídricos: Análise dos desafios de um pequeno município no sudeste do Pará. *In*: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 22, São Paulo - SP, 2020. **Anais [...]** Disponível em: <https://engemasp.submissao.com.br/22/anais/arquivos/597.pdf?v=1687788158> Acesso em: 26 Jun. 2023.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.503-515, 2006.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 643p. 4a. Edição, 2006.

VALE, Ê, R. R.; GUEDES, M. J. F. Gestão da água em uma universidade no semiárido do Rio Grande do Norte. *In*: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 10, Fortaleza-CE, 2019. **Anais [...]** Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2019/I-055.pdf> Acesso em: 07 Nov. 2023.

VERGARA, F. E.; CHIESA, V. B.; COSTA, C. A. M. **Avaliação da efetividade dos instrumentos de gestão de recursos hídricos no estado de Tocantins**. *In*: SCHIEBELBEIN, L.M. (org.). Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade. Vol. 1, p. 143 - 152, Atena Editora, Ponta Grossa - PR, 2018. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/01/E-book-Gest%C3%A3o-de-Recursos-H%C3%ADricos-e-Sustentabilidade-1-1.pdf> . Acesso em: 01 Ago. 2022.

YERLI, C; SAHIN, U. An assessment of the urban water footprint and blue water scarcity: A case study for Van (Turkey). **Brazilian Journal of Biology**, vol. 82, 2022.

ZÜGE, G.; VENDRAME, Z. B. Caracterização e análise de cloretos da água do parque ecológico Honorato Toniolo, Guaporé-RS. *In*: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão - SIEPE, 10, Santana do Livramento - RS, 2018. **Anais [...]** Disponível em: https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/16819/seer_16819.pdf Acesso em: 31 Mai. 2024.

APÊNDICE A - EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA

Quadro 1 - Torneiras economizadoras de água

Tipo de Equipamento	Principais Características
 Hidromecânica	Esta torneira apresenta o sistema hidromecânico que é aquele em que o usuário aciona manualmente o dispositivo e o fechamento se dá automaticamente após um determinado tempo de funcionamento. Neste caso, o usuário não interfere na vazão da torneira e a temporização no funcionamento do equipamento proporciona uma redução no consumo de água.
 Com sensor	Neste equipamento o comando e o ciclo de funcionamento ocorrem pela captação da presença das mãos do usuário pela ação de um sensor. Quando isso ocorre, há a liberação do fluxo de água e o mesmo é encerrado automaticamente após um tempo.
 Com pedal	Esta torneira é acionada por um pedal instalado no piso e é indicada para ambientes em que o contato direto entre as mãos do usuário e os componentes da torneira não seja permitido. É comumente utilizado em hospitais, cozinhas e laboratórios.

Fonte: Adaptado de ANA, 2005.

Quadro 2 - Bacias sanitárias economizadoras de água

Tipo de Equipamento	Principais Características
 Com válvulas de descarga de ciclo seletivo	Essas bacias sanitárias demandam apenas 6,0 litros de água para providenciar a limpeza completa.



Com caixa acoplada

Este tipo de bacia sanitária também demanda de 6,0 litros de água para efetuar a completa limpeza e apresenta um funcionamento sifônico.



Com sistema à vácuo

A descarga a vácuo opera através de um sistema de aspiração que utiliza tubulações especialmente desenvolvidas para sugar o material e enviar diretamente ao esgoto.

Fonte: Adaptado de ANA, 2005.

Quadro 3 - Mictório economizador de água

Tipo de Equipamento	Principais Características
 Mictório sem água	Este mictório não utiliza água em sua operação. É constituído por um líquido selante que fica em suspensão na primeira câmara do cartucho e tem por finalidade promover a penetração da urina. Através de um sistema de vasos comunicantes, a urina é expelida pelo orifício de saída do cartucho, sendo recolhida pelo copo de suporte e enviada para a rede de esgoto.

Fonte: Adaptado de ANA, 2005.

Quadro 4 - Arejadores

Tipo de Equipamento	Principais Características
 Arejador convencional	Esse é um dispositivo para regular o fluxo de saída de água que geralmente é montado na extremidade das torneiras. Ele evita a dispersão lateral e permite a redução de consumo de água sem comprometer a lavagem em geral.



Arejadores de vazão constante

Este tipo de equipamento, além das características de um arejador convencional, possui um dispositivo que limita a vazão das torneiras em 6,0 L/min. O arejador de vazão constante possibilita a redução do consumo em aproximadamente 30%.

Fonte: Adaptado de ANA, 2005.

Quadro 5 - Redutores de vazão e de pressão

Tipo de Equipamento	Principais Características
 Registro regulador de vazão para lavatórios	Esses registros possibilitam reduções significativas se estiverem devidamente regulados e instalados adequadamente nas torneiras de funcionamento hidromecânico.
 Arejadores de vazão constante	Estes dispositivos são indicados para edificações que apresentam uma pressão muito elevada pois mantêm a vazão constante em uma faixa de pressão, em geral, de 100 a 400,0 kPa.

Fonte: Adaptado de ANA, 2005.

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE - PRODEMA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a). a participar como voluntário (a) da pesquisa **Programa de melhoria para o uso racional da água em ambientes universitários: estudo de caso do Departamento de Engenharia Química da UFPE**, que está sob a responsabilidade da pesquisadora **Alessandra Alves da Silva Melo**, mestranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e em Meio Ambiente – PRODEMA/UFPE, residente à Rua Quarenta e Um, nº 108, Parque Capibaribe, CEP: 54720-012 – São Lourenço da Mata/PE, telefone: (81) 99741-8496, e-mail: alessandra.asmelo@gmail.com

Também participam desta pesquisa, como orientadora, a professora **Ana Lúcia Bezerra Candeias** (Departamento de Engenharia Cartográfica - DECART/CTG/UFPE), contato: 2126-8235, e-mail: ana.candeias@ufpe.br, e, como co-orientador, o professor **Maurício Alves da Motta Sobrinho** (Departamento de Engenharia Química – DEQ/CTG/UFPE), contato 2126-7293, e-mail: mauricio.motta@ufpe.br.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde em participar deste estudo, pedimos que assinale a opção de “Aceito participar da pesquisa” no final desse termo.

O (a) senhor (a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

□ **Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação:** antes de começar a sua participação nesta pesquisa é importante compreender as informações contidas neste documento. Estamos lhe convidando para cooperar conosco nesse estudo que tem como objetivo analisar a demanda e a qualidade da água no ambiente universitário, visando propor um programa de uso racional da água no Departamento de Engenharia Química da UFPE. Este questionário possui questões que visam analisar o seu grau de conhecimento sobre as práticas ambientais, principalmente no que diz respeito aos recursos hídricos da instituição. Seu envolvimento é totalmente voluntário e individual, compreendido numa ação única de preencher um questionário que levará cerca de 10 (dez) minutos para ser concluído e que pode ser realizado no formato físico (mediante o preenchimento do questionário impresso) ou ainda no formato digital. Esclarecemos que para concretizar sua participação no formato digital será necessário a utilização de equipamento eletrônico com acesso à internet, tais como computador, celular, tablet, etc. Nos comprometemos a manter o seu anonimato, com sigilo absoluto da sua identidade, durante e após o término desta pesquisa. Esclarecemos ainda que todos os dados coletados com este questionário serão usados apenas para apoio nas conclusões necessárias ao desenvolvimento da pesquisa.

□ **RISCOS:** Sua participação neste estudo será mediante o preenchimento do questionário que por sua vez pode causar riscos mínimos aos envolvidos, tal como cansaço ou ainda algum tipo de desconforto ótico ocasionado pelo tempo de exposição ao equipamento eletrônico usado para preencher o questionário. No caso de isso ocorrer, sugerimos que você interrompa o preenchimento do questionário, realizando uma pausa e posteriormente retomando a atividade, se assim o desejar.

□ **BENEFÍCIOS:** Os benefícios para os envolvidos nesta pesquisa serão indiretos, visto que os dados obtidos com este questionário poderão subsidiar a construção de um programa de melhoria no uso racional da água no local de trabalho/estudo no qual os participantes estão inseridos.

Esclarecemos que os participantes desta pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa através das respostas no questionário, ficarão armazenados em computador próprio (quando formulário digital) ou numa pasta pessoal (quando no formato físico) sob a responsabilidade da pesquisadora principal do estudo no endereço Rua Quarenta e Um, nº 108, Parque Capibaribe, CEP: 54720-012 – São Lourenço da Mata/PE, telefone: (81) 99741-8496, e-mail: alessandra.asmelo@gmail.com, pelo período de no mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br.**

(Assinatura do Pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento, concordo em participar do estudo **Programa de melhoria para o uso racional da água em ambientes universitários:**

estudo de caso do Departamento de Engenharia Química da UFPE, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelos pesquisadores sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento para participar da pesquisa.

() Aceito Participar da pesquisa () Não aceito participar da pesquisa

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DO USO RACIONAL DA ÁGUA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE - PRODEMA**

QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DO USO RACIONAL DA ÁGUA

Título da Pesquisa: Programa de melhoria para o uso racional da água em ambientes universitários: estudo de caso do Departamento de Engenharia Química da UFPE.

Pesquisadora responsável: Alessandra Alves da Silva Melo.

Instituição/Departamento: Departamento de Ciências Geográficas / UFPE

Telefone para contato: (81) 99741-8496

Local da coleta de dados: Departamento de Engenharia Química no *Campus* Recife da Universidade Federal de Pernambuco.

Esta pesquisa está sendo realizada como parte da dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA da Universidade Federal de Pernambuco, da aluna Alessandra Alves da Silva Melo, sob a orientação da professora Ana Lúcia Bezerra Candeias e co-orientação do professor Maurício Alves da Motta Sobrinho. O objetivo deste estudo é analisar a demanda e a qualidade da água no ambiente universitário, visando propor um programa de uso racional da água no Departamento de Engenharia Química da UFPE.

Lembrando que **NÃO** será realizada a identificação do(a) entrevistado(a) nesta pesquisa.

1. PERFIL DO ENTREVISTADO

1.1 Gênero

() Masculino

() Feminino

() Não desejo informar

1.2 Faixa etária (Marque uma opção indicando a sua faixa etária)

() 18 – 30

() 31 – 45

() 46 – 60

() Mais de 60

☐ Não desejo informar

1.3 Tipo de vínculo com a UFPE

☐ Servidor

☐ Docente

☐ Aluno de graduação

☐ Aluno de Pós-Graduação

☐ Funcionário Terceirizado

☐ Não tenho vínculo com a UFPE

☐ Não desejo informar

1.4 Grau de escolaridade

☐ Ensino Fundamental completo

☐ Ensino Médio incompleto

☐ Ensino Médio completo

☐ Ensino Superior incompleto

☐ Ensino Superior completo

☐ Especialização em andamento

☐ Especialização

☐ Mestrado em andamento

☐ Mestrado

☐ Doutorado em andamento

☐ Doutorado

☐ Pós-Doutorado em andamento

☐ Pós-Doutorado

☐ Não desejo informar

1.5 Qual período você permanece na universidade com maior frequência?

☐ Manhã

☐ Tarde

- ☐ Noite
- ☐ Manhã e Tarde
- ☐ Tarde e Noite
- ☐ Não desejo informar

2. ASPECTOS SOBRE CONHECIMENTO E PRÁTICA AMBIENTAL

2.1 Você sabe o que são práticas de gestão ambiental?

- ☐ Sim
- ☐ Não

2.2 Você realiza alguma das atividades abaixo descritas em seu ambiente de trabalho e/ou local de estudo? (pode marcar mais de uma opção):

- ☐ Economia de energia
- ☐ Economia de água
- ☐ Coleta seletiva de resíduos
- ☐ Consumo de produtos ecologicamente sustentáveis
- ☐ Utilização de alternativas para locomoção tais como: transporte coletivo, bicicleta, carona solidária, etc.
- ☐ Reutilização de água não potável para fins diversos tais como: lavagem de banheiro, lavagem de pisos, rega de jardim, etc.
- ☐ Outras: Favor informar: _____

2.3 Você realiza alguma das atividades abaixo descritas em sua residência? (pode marcar mais de uma opção):

- ☐ Economia de energia
- ☐ Economia de água
- ☐ Coleta seletiva de resíduos
- ☐ Consumo de produtos ecologicamente sustentáveis
- ☐ Utilização de alternativas para locomoção tais como: transporte coletivo, bicicleta, carona solidária, etc.
- ☐ Reutilização de água não potável para fins diversos tais como: lavagem de banheiro, lavagem de pisos, rega de jardim, etc.
- ☐ Outras: Favor informar: _____

2.4 Você sabe o que são águas cinzas?

☐ Sim

☐ Não

2.5 Você acha importante a prática de ações que visem o uso racional da água?

☐ Sim

☐ Não

2.6 Se respondeu sim na pergunta anterior, qual o motivo?

☐ Não acho importante a prática de ações que visem o uso racional da água

☐ Redução de custo prioritariamente

☐ Preservação do meio ambiente prioritariamente

☐ Redução de custo e preservação do meio ambiente

☐ Outros: Favor informar: _____

2.7 Com que frequência diária você utiliza as torneiras dos banheiros no DEQ?

☐ Uma vez

☐ Duas vezes

☐ Três vezes

☐ Quatro vezes ou mais

2.8 No caso de lavagem de vidrarias nos laboratórios de ensino do DEQ, quantas vezes você efetua essa operação diariamente?

☐ Uma vez

☐ Duas vezes

☐ Três vezes

☐ Quatro vezes ou mais

☐ Não realizo lavagem de vidrarias nos laboratórios de ensino do DEQ

☐ Não consigo quantificar

2.9 Com que frequência diária você utiliza os vasos sanitários no DEQ?

☐ Uma vez

☐ Duas vezes

☐ Três vezes

☐ Quatro vezes ou mais

2.10 Você costuma observar vazamentos nas torneiras e/ou vasos sanitários do DEQ?

☐ Sim

☐ Não

☐ Não presto atenção a isso

2.11 Se observa vazamentos nas torneiras e/ou vasos sanitários do DEQ, com que frequência você percebe?

☐ Diariamente

☐ Semanalmente

☐ Quinzenalmente

☐ Mensalmente

☐ Não sei mensurar

2.12 Quando percebe um vazamento de água, seja numa torneira ou num vaso sanitário, o que você faz?

☐ Comunico a chefia do departamento

☐ Tento estancar o vazamento

☐ Comunico a algum servidor do DEQ

☐ Não faço nada

2.13 Você observou se no DEQ existem equipamentos que visem a economia de água?

☐ Sim

☐ Não

☐ Não presto atenção a isso

2.14 Quais das ações abaixo descritas você julga serem importantes para obter uma redução no consumo de água do DEQ?

☐ Instalar equipamentos economizadores de água

☐ Realizar a conscientização das pessoas que frequentam o DEQ para o uso racional da água

- ☐ Investir na melhoria das instalações hidráulicas do DEQ
- ☐ Realizar o reúso da água, quando possível
- ☐ Todas as ações acima descritas conjuntamente
- ☐ Outras: Favor informar: _____
- ☐ Não acho necessário a adoção de medidas para reduzir o consumo de água no DEQ

2.15 Você já participou de algum tipo de treinamento/palestra/campanha sobre uso racional da água na UFPE?

- ☐ Sim
- ☐ Não

2.16 Você observou se no DEQ existe algum tipo de informativo (cartazes, folders, banners, panfletos, adesivos de campanhas educativas, ...) que incentive o uso racional da água?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não presto atenção a isso

2.17 O que você acha da qualidade da água que abastece o DEQ ?

- ☐ Ótima
- ☐ Boa
- ☐ Atende a minha necessidade
- ☐ Péssima
- ☐ Ruim
- ☐ Não presto atenção a isso