

GESTÃO HIDROSSANITÁRIA PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

**Victor Aguiar Sales
Ana Carolina Costa Pires
Fábio Ribeiro de Oliveira
Francisco Ramon Alves do Nascimento
Daniel Andrade Mota
Mariane de Jesus da Silva de Carvalho**

RESUMO

Avaliar a economia de água potável gerada através do uso de equipamentos economizadores em sistemas hidrossanitários e fontes alternativas para o abastecimento de demandas não potáveis em edificações da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. A metodologia consiste em um estudo de caso para elaboração de projeto hidrossanitário, com o objetivo de implantação do uso racional da água no Pavilhão de Aulas 3, detalhando as etapas para estudo do consumo nas edificações similares Pavilhão 1 e 2, e ajustar o dimensionamento para maximizar a eficiência de sistemas hidrossanitários. Problemas de escassez hídrica são recorrentes na região Nordeste do Brasil, sendo frequentes situações de seca, tornando-se necessário o uso racional da água, ampliação de sistemas de abastecimento e melhor aproveitamento do recurso. A redução do consumo de água foi estimada em 48% em relação à edificação convencional. Foi dimensionado um sistema de captação com oferta estimada em 87 m³ de águas pluviais por mês. No reúso de águas cinzas a economia avaliada foi de 15 m³ por mês. Nos sistemas de distribuição de água foram dimensionadas bombas hidráulicas alimentadas por fonte de energia fotovoltaica para economia de energia elétrica. As adaptações realizadas nas instalações do Pavilhão de Aulas 3 da UFRB foram projetadas apresentando o dimensionamento, análise da implementação e operação, avaliando que a economia gerada paga o custo extra do sistema em dois anos e oito meses. O estudo orçamentário apresenta 21,37% de aumento do custo do sistema convencional.

Palavras-chave: Racionalização do consumo de água. Economia de água. Prédios públicos.

HYDROSANITARY MANAGEMENT FOR THE RATIONAL USE OF WATER IN THE BUILDINGS OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF RECÔNCAVO OF BAHIA-BRAZIL

ABSTRACT

To evaluate the potable water savings generated by the use of water-saving equipment in sanitary systems and alternative sources for the supply of non-potable demands in buildings of the Federal University of the Recôncavo of Bahia. The methodology consists of a case study for the elaboration of a hydrosanitary project, within the objective of implementing the rational use of water in Classroom's Pavilion 3, detailing the steps to study consumption in similar buildings Pavilion 1 and 2, to ensure the expansion of supply systems and better use of resources of water. Problems of water scarcity are recurrent in the Northeast region of Brazil, being frequent drought situations, becoming necessary the

rational use of water, expansion of supply systems and better use of its resources. Considering water-saving hydraulic devices, the evaluated reduction was 48 % of the consumption from the conventional building. A catchment system offering 87 m³ of rainwater per month was designed. In the greywater reuse the evaluated saving was 15 m³ per month in the adapted building. Considering that the reuse volume is higher when no economizing equipment is used, the evaluated reuse volume was 25 m³ per month for conventional buildings. In the water distribution systems, photovoltaic hydraulic pumps were dimensioned to save electricity. The adaptation performed in the facilities of UFRB's Pavilion of Classes 3 was designed presenting the sizing, implementation analysis, operation, evaluating that the savings generated pays the extra cost of the system into two years and eight months. The budget study shows a 21.37% increase in expenses over the conventional system.

Keywords: Rationalization of water consumption. Water economy. Public buildings.

1. INTRODUÇÃO

O acesso à água deve ser para todos, mas a oferta limitada devido à demanda crescente e a falta de preservação do recurso natural ao longo dos anos, evidenciam cada vez mais a escassez, o que tem levado a sociedade a práticas para o uso racional (Capellari & Capellari, 2018).

O relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, redigido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) evidenciou que o consumo mundial de água aumentou em seis vezes no último século, e o cenário só tende a piorar nas próximas décadas. Uma das razões é o crescimento populacional, que resulta em um aumento da demanda por água em todo o mundo.

A população urbana mundial pode aumentar 53,97% até 2050. Esse aumento resultará em um crescimento global no uso de água de 55%, ocasionando uma intensificação da escassez hídrica (UNESCO, 2021). Além disso, as mudanças climáticas resultantes do

aquecimento global, que alteram o regime de precipitações, tem gerado impacto direto na disponibilidade do recurso hídrico (Santos et al., 2022).

No Brasil, a infraestrutura hídrica de abastecimento de municípios é insuficiente, visto que a gestão dos recursos hídricos não tem amenizado ou resolvido os conflitos decorrentes (Peixoto et al., 2021). Devido à escassez de água em várias regiões do Brasil, faz-se necessário que sejam implementados sistemas prediais de água não potável nas edificações. No que se relaciona à legislação, o debate sobre o aproveitamento de águas de chuva e reuso de águas cinzas em edificações estão previstos na Lei nº 14.546/2023, normatizando a prática do reuso de água em usos não potáveis e apontando padrões para estes fins.

No Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, são avaliadas as práticas de reuso e as respectivas modalidades, estimulando as instituições públicas e privadas e a comunidade a se preocuparem cada vez mais com as diretrizes para a adaptação de projetos

hidráulicos das edificações para o uso racional da água, a exemplo do aproveitamento de água de chuva e o reuso de águas cinzas.

Nesse contexto, universidades e escolas são consideradas grandes centros de consumo de água, necessitando de estratégias para maior eficiência energética no abastecimento para o uso de acordo com o grau de potabilidade necessário e para evitar desperdícios. A disseminação de práticas de combate ao desperdício com necessidade de mudança do comportamento tradicional dos usuários para o uso racional é indispensável em instituições de ensino. Portanto, faz-se relevante que os sistemas hidrossanitários das edificações da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia operem com economia.

Tecnologias para o uso não potável, são muito importantes no controle da demanda urbana de água, o que reduz o consumo potável em serviços, nas edificações (Santos & Sant'ana, 2019). O problema de caráter ambiental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) tem sido o elevado consumo e gastos públicos com água potável, segundo dados da Coordenadoria de Infraestrutura e Meio Ambiente (CIMAM, 2019). Assim, surge a problemática: Qual a redução do consumo de água potável na UFRB a partir da gestão hidrossanitária para o uso racional da água?

Visando contribuir nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo geral avaliar a economia de água potável a partir da implantação de redutores de vazão e do abastecimento das edificações da UFRB com água de chuva e de reuso nas demandas de serviços.

Com os dados da economia gerada a intenção é propor criação do programa de uso

racional da água na UFRB para manter o monitoramento dos sistemas projetados, e dar continuidade nas ações para implantação deste modelo de projeto hidrossanitário nas edificações da UFRB.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em relatório das Nações Unidas publicado no final de março 2020, foi mencionada uma mudança radical no uso e na gestão de água devido a previsão de déficit global de 40% até 2030. Diante disso, a busca por novas tecnologias e mudanças de hábitos de consumo são estratégias globais para a administração da qualidade da água, proteção da saúde, integridade dos ecossistemas e uso sustentável da água, propostas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

O abastecimento urbano é o segundo maior uso dos recursos hídricos no Brasil, responsável pelo suprimento de água a mais de 80% da população brasileira (ANA, 2019). As concessionárias de fornecimento de água estão operando sem margem de segurança, sendo necessária ampliação constante dos sistemas de extração de água, o que tem elevado significativamente o volume de água extraída dos mananciais locais (CAESB, 2021).

A gestão focada apenas na exploração de fontes hídricas pode resultar em sérios danos ambientais, alto custo e difícil operacionalização em sistemas produtores de água (Silva, 2021). Diante disso, o modelo de abastecimento eficiente considera sistemas de aproveitamento de águas para atender as demandas não potáveis do consumo predial. Em larga escala, esta

medida é capaz de reduzir os impactos gerados pela exploração de recursos hídricos (Medeiros, 2017), mas é necessário avaliar custos de investimento para ter a sua implementação de forma econômica e funcional.

A redução dos impactos ambientais negativos, com o uso racional da água depende da mudança de comportamento em relação ao uso e a operação de equipamentos em sistemas hidrossanitários mais eficientes (Durante et al., 2017). Araújo (2018) afirma que, é necessária conscientização dos usuários, correção dos vazamentos e substituição dos equipamentos convencionais por equipamentos mais eficientes. No entanto, a substituição dos equipamentos não garante eficiência, é preciso controle da frequência de uso, da vazão nos pontos de utilização, do tempo de acionamento dos aparelhos hidrossanitários e educar para o uso consciente (Durante et al., 2017).

A disseminação de práticas de combate ao desperdício com campanhas de sensibilização para o uso racional é indispensável em instituições de ensino por serem grandes centros de consumo, e as edificações escolares geralmente utilizam sistema tradicional potável para todos os tipos de uso. Além disso, cabe às instituições investir no aumento das ofertas hídricas alternativas para incrementar a eficiência do sistema de distribuição hidrossanitário, através do controle de consumo e perdas, melhoria de equipamentos, e redução da demanda potável pelo reuso de águas cinzas e aproveitamento de água de chuva (Sánchez, 2014). Portanto, são necessárias ações para maximizar a captação e distribuição de água de fontes alternativas, para minimizar os custos de implantação e operação do sistema

hidrossanitário visando a alcançar redução de gastos mensais com água potável.

O aproveitamento de água pluvial tem se tornado uma fonte alternativa de abastecimento em pontos de consumo de água não potável, constituindo uma importante técnica na busca da sustentabilidade hídrica (Pereira, 2019). A longo prazo, o investimento para implantação do sistema é amortizado com a economia de consumo de água potável, refletido em redução de mensalidades da concessionária local. Segundo Gnadlinger (2011), a captação de água de chuva é uma prática bastante popular, sendo utilizada há séculos em várias partes do mundo. Ornelas (2004), em pesquisa sobre águas pluviais na Edificação da Escola Politécnica da UFBA fez análise de qualidade de água da chuva e constatou que atende aos parâmetros de potabilidade exigidos para o uso em vasos sanitários.

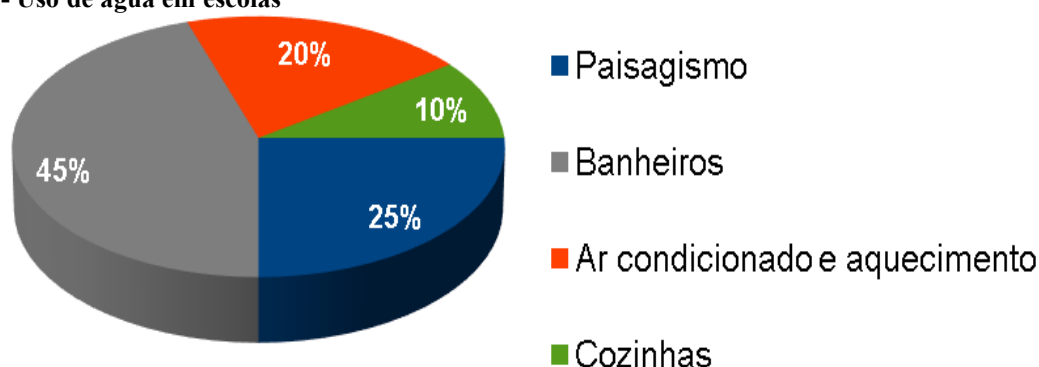
Segundo Pereira & Andrade (2013), um dimensionamento de um sistema de aproveitamento de águas pluviais econômico e eficiente depende dos dados pluviométricos da região de estudo com a distribuição das chuvas ao longo do ano. Esse mesmo autor apresenta dimensionamento de sistema de aproveitamento da água da chuva na UFRB, mostrando a possibilidade de armazenamento de 150 m³ por mês de água potável na edificação da Reitoria economizando cerca de R\$6.000,00 por ano.

Pesquisas realizadas (Gnadlinger, 2011; Lopes, 2012; Couto et al., 2019; Pereira, 2019; Santos & Sant'ana, 2019) revelam a importância de um sistema de aproveitamento de chuva e reuso, bem como a instalação de aparelhos sanitários economizadores e medidores de

consumo em edificações com esta concepção do sistema hidrossanitário eficiente.

A sensibilização para busca de investimentos em projetos de aproveitamento alternativo de água (chuva e cinzas), evitando uso da água potável em demandas não potáveis parte da análise do tipo de uso. No ano de 2014, foi publicado o resultado de pesquisas realizadas no estado de São Paulo com enfoque na eficiência do uso da água após análise do consumo de água em escolas (Nogueira & Silva, 2017).

Gráfico 1 - Uso de água em escolas



Fonte: SABESP, 2014.

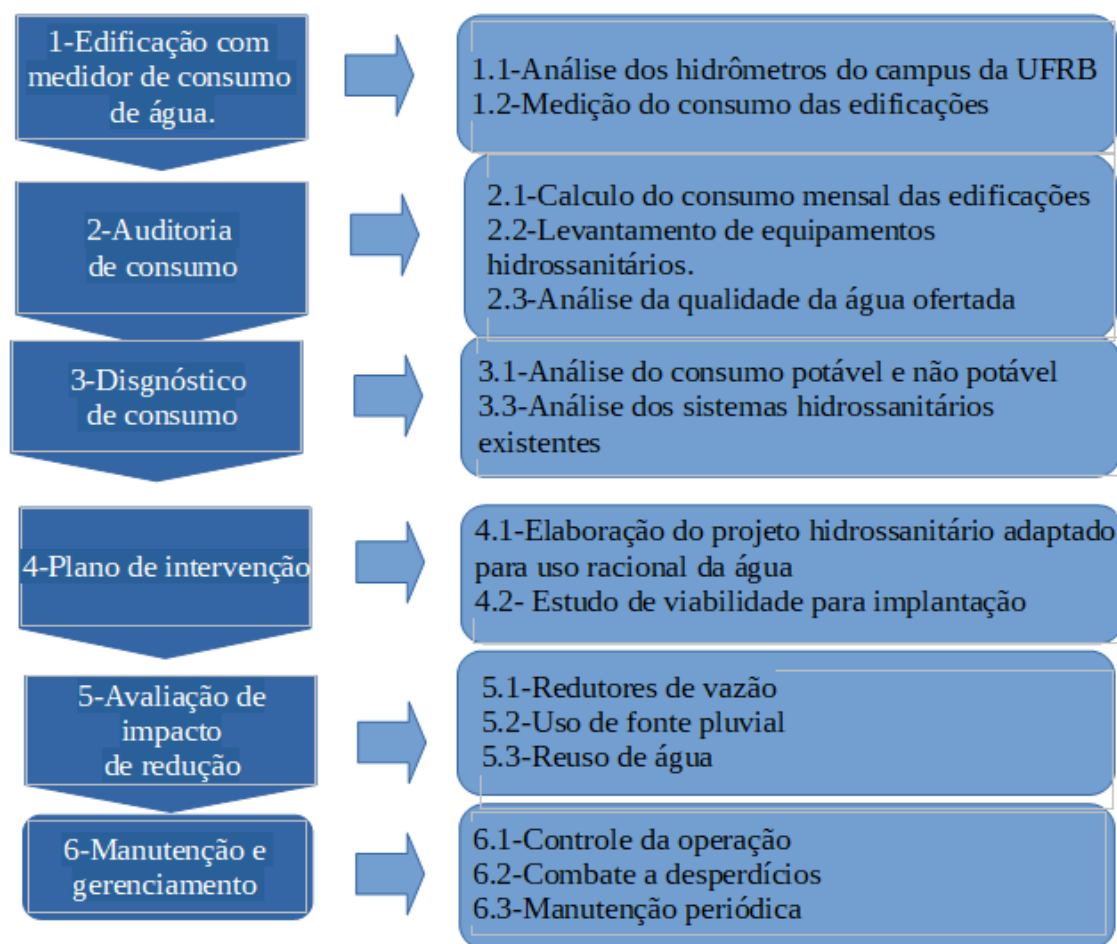
As edificações das instituições de ensino superior da região, a exemplo da UFRB, possuem instalações que garantem apenas o abastecimento potável, o que representa uma estratégia efetiva fazer a projeção de uma edificação de ensino adaptada para uso eficiente da água.

4. METODOLOGIA

O Gráfico 1, apresenta a avaliação do uso de água em escolas, onde se observa que o uso não potável representa mais de 80%, é muito significativo, possibilitando grande economia ao utilizar fontes alternativas de chuva ou reuso para estes fins. Apenas a cozinha representa o consumo de água potável, além dos lavatórios dos banheiros, totalizando em torno de 20% do uso total, sendo que este volume pode ser reutilizado.

A metodologia consiste em um estudo de caso para elaboração de projeto hidrossanitário, com o objetivo de implantação do uso racional da água no Pavilhão de Aulas 3 da UFRB, detalhando as etapas para estudo do consumo nas edificações similares Pavilhão 1 e 2, e ajustar o dimensionamento para maximizar a eficiência de sistemas hidrossanitários, em etapas de acordo com a sequência apresentada na Figura 4.

Figura 1 - Fluxograma metodológico da pesquisa



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Com base no fluxograma do programa de uso racional da água – PURA (SABESP, 2014) foi elaborada metodologia conforme a Figura 1, para avaliação das adaptações tecnológicas de engenharia no projeto do sistema hidrossanitário eficiente para edificações da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

Após a escolha de edificação objeto de estudo (o Pavilhão de Aulas 3 – PAV3), as edificações similares foram também analisadas, indicando intervenção em todos os três Pavilhões de Aulas do Campus de Cruz das Almas, nos dois Pavilhões do Campus de Santo Antônio de Jesus e no Pavilhão de Aulas de Amargosa.

A administração central da UFRB deu anuência para elaboração do projeto

hidrossanitário adaptado para uso racional da água no Pavilhão de Aulas 3, que está em construção, avançando na implementação do uso racional nas edificações da universidade.

O amplo estudo técnico de engenharia hidráulica realizado através da revisão de literatura e das normas técnicas, permitiu a elucidação dos roteiros de cálculo de cada componente do sistema hidrossanitário para o uso racional da água projetado. Os resultados das etapas da pesquisa são apresentados a seguir mostrando o processo de gestão do projeto desenvolvido para o PAV3 da UFRB.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA EDIFICAÇÃO

Com a visita ao local da obra foi constatada a situação da edificação verificando as redes hidráulicas e hidrômetros existentes. O projeto arquitetônico foi usado como base para elaboração do projeto hidrossanitário, possibilitando análise do consumo de água em média mensal por equipamento hidráulico da edificação com a capacidade de atender de forma eficiente à 1500 usuários.

A arquitetura dos 3 Pavilhões de aula é considerada similar, igualando a quantidade de pontos de consumo previstos nesta edificação, para efeito de cálculo da projeção do consumo mensal médio no PAV3. As 3 edificações estão situadas em localização vizinha, sendo assim foram desconsideradas as variações de fluxo de usuários entre as edificações.

Após a análise da arquitetura da edificação, foi feito o levantamento dos pontos de consumo e o cálculo da projeção do

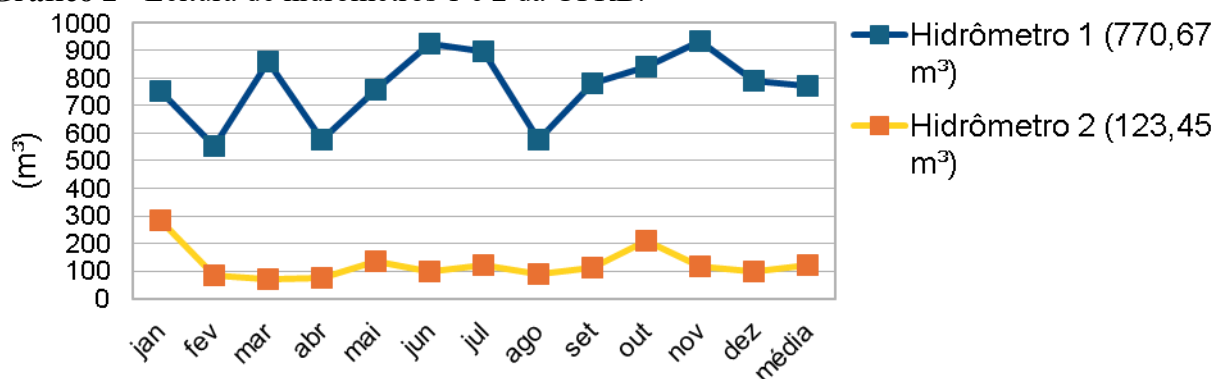
consumo mensal médio do PAV3. Ao obter as características do volume potável médio consumido medidos nos hidrômetros que abastecem os pavilhões de aulas em uso, foi possível mensurar o consumo destas edificações.

ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA NA EDIFICAÇÃO

As características do volume potável médio medidos nos hidrômetros que abastecem os pavilhões de aulas 1 e 2 em uso, podem ser visualizadas no Gráfico 2 do consumo destas edificações elaborado partir dos dados fornecidos pelo gestor de águas da Coordenadoria de Infraestrutura e Meio Ambiente - CIMAM.

Para o cálculo do consumo do pavilhão PAV1 e PAV 2, foram avaliados os hidrômetros 1 e 2, no ano de 2019. Para o cálculo do consumo do pavilhão PAV1 foi avaliado o consumo no hidrômetro 1 de forma contínua ao longo do ano de 2019.

Gráfico 2 - Leitura de hidrômetros 1 e 2 da UFRB.



A variação de consumo, identificada nas medidas mensais, é devido à variação do fluxo de pessoas durante o ano, considerando os recessos e picos das atividades acadêmicas, sendo assim

para projeção do consumo da edificação, foi adotado o valor médio mensal em relação ao ano de 2019.

Ao analisar o Gráfico 2, se observa o comportamento do consumo do hidrômetro 1 ao longo do ano, apresentando a média anual de 770,67 m³, enquanto o hidrômetro 2, em amarelo, mostra o consumo ao longo do ano, com a média anual avaliada em 123,45 m³. Para avaliar o consumo do PAV1 e do PAV2, foi preciso cadastrar a área construída atendida pelos hidrômetros 1 e 2, quantificando todos os pontos de consumo das edificações situadas em cada trecho.

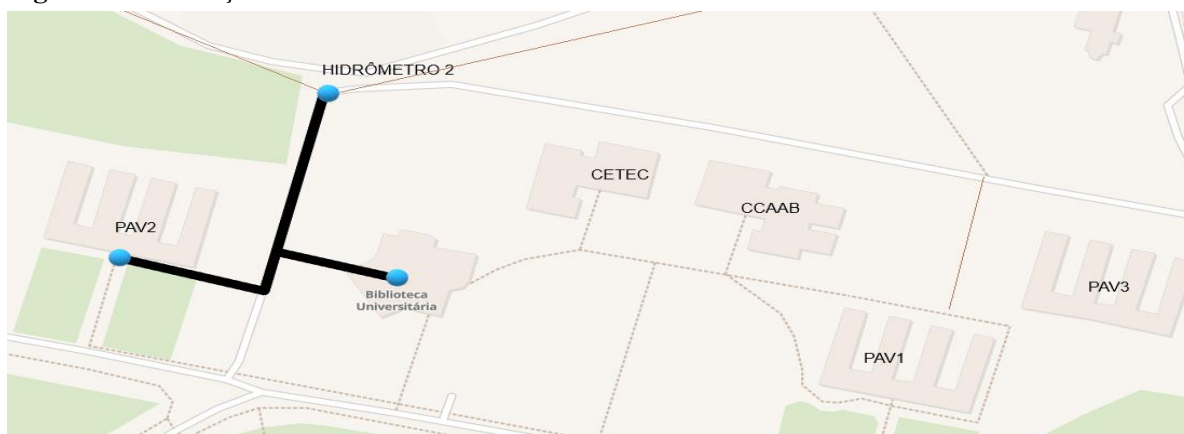
Foram fornecidos também os dados dos cadastros das redes hidráulicas que abastecem estas edificações, com o apoio do gestor de águas GTÁGUAS UFRB, sendo possível detalhar os ramais medidos pelos hidrômetros 1 e 2, e localizar as edificações situadas em cada trecho avaliado, conforme representado nas Figuras 2 e 3 a seguir.

Figura 2 - Edificações situadas no trecho do hidrômetro 1



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Figura 3 - Edificações situadas no trecho do hidrômetro 2



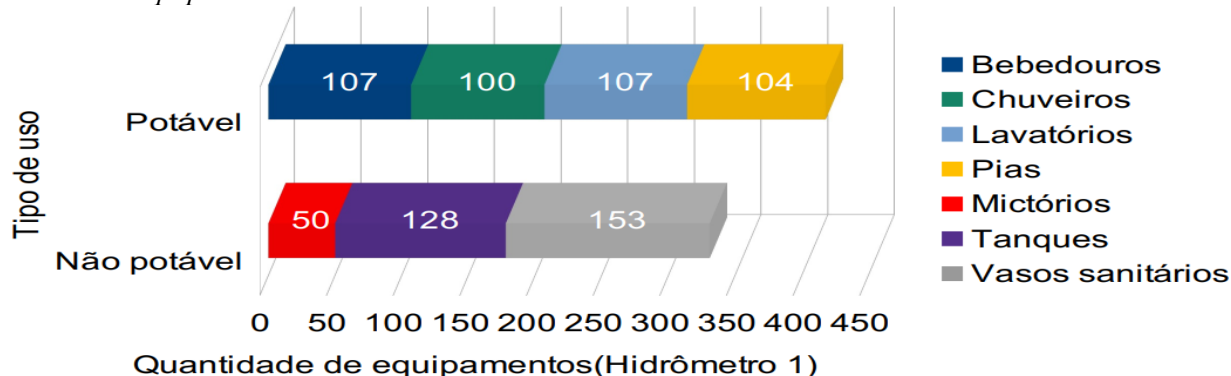
Fonte: Elaboração própria, 2021.

Foi feita a apuração do quantitativo de equipamentos, por edificação cadastrada, nos trechos avaliados separadamente, sendo possível ainda classificar o uso potável e não potável. O Gráfico 3 apresenta avaliação da rede do hidrômetro 1, com a separação por tipo

(qualitativa), e quantitativa, dos equipamentos de uso potáveis e não potáveis.

Devem ser inseridos após a dedicatória. O autor agradece aos professores, empresas, instituições, laboratórios, etc, que colaboraram na elaboração do trabalho (é recomendado, pois demonstra reconhecimento da parte do autor).

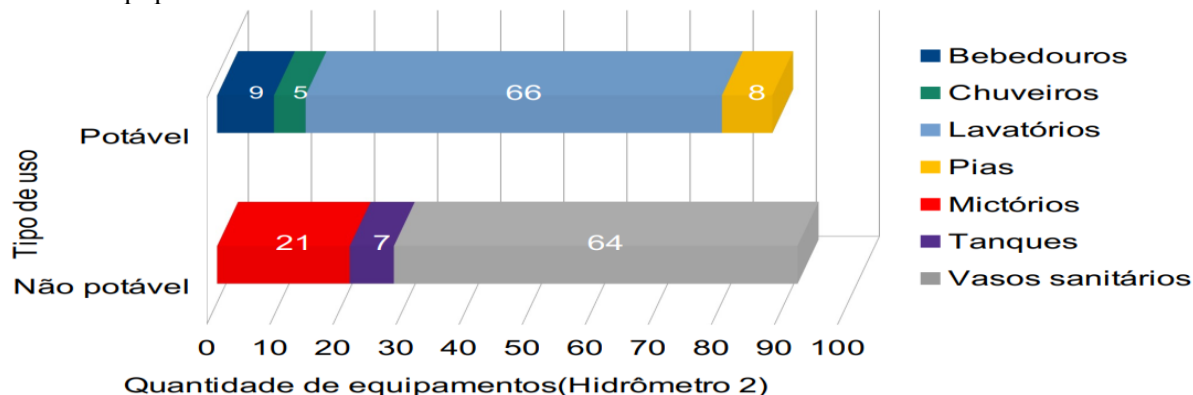
Gráfico 3 - Equipamentos hidrossanitários cadastrados na rede de hidrômetro 1



Fonte: Elaboração própria, 2021.

O gráfico 4 apresenta avaliação da rede do tipo(qualitativa), e quantitativa, dos hidrômetro 2, com a separação por equipamentos de uso potáveis e não potáveis.

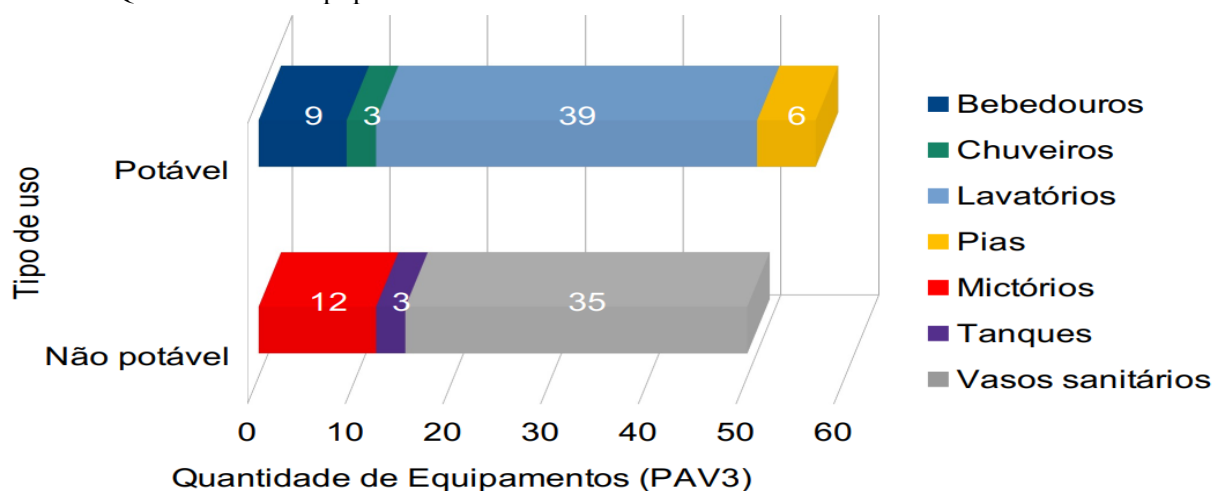
Gráfico 4 - Equipamentos hidrossanitários cadastrados na rede de hidrômetro 2



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Para avaliar a representatividade do consumo da edificação do Tipo Pavilhão nos hidrômetros, foi necessária uma análise complementar da quantidade de pontos de consumo do PAV3, feita separadamente da rede, que é apresentada no Gráfico 5 a seguir.

Gráfico 5 - Quantidades de equipamentos hidrossanitários do Pavilhão de Aulas 3.

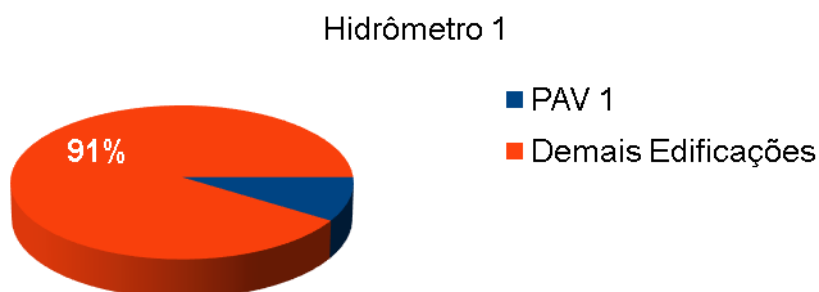


Fonte: Elaboração própria, 2021.

Com as quantidades de equipamentos hidrossanitários apurados foi feita a análise do cálculo do consumo do PAV1 comparado ao consumo das demais edificações situadas no

trecho medido pelo hidrômetro 1. O Gráfico 6 apresenta a visualização deste percentual representativo de consumo do PAV1 em relação ao consumo total medido no hidrômetro 1.

Gráfico 6 - Consumo de água potável mensal no Hidrômetro 1.

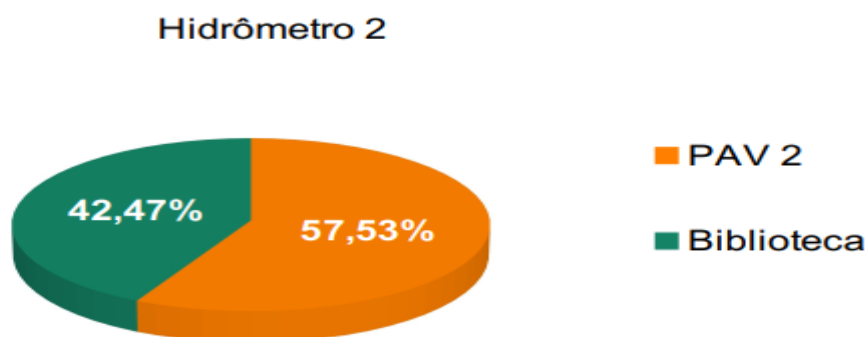


Fonte: Elaboração própria, 2021.

Os dados do consumo do hidrômetro 1 tem a média anual de 770,67 m³, sendo que 9,22% deste consumo representa o consumo do PAV1 avaliado em 71,03 m³/mês de água. A mesma análise comparativa foi feita para o

cálculo do consumo no PAV2. O estudo do consumo é apresentado no Gráfico 7, com a visualização de percentual representativo do consumo do PAV2 em relação ao consumo total medido no hidrômetro 2.

Gráfico 7 - Consumo mensal de água potável no Hidrômetro 2.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

O hidrômetro 2 tem a média anual avaliada em 123,45 m³, sendo que 57,53% deste consumo representa o consumo do PAV2 avaliado em 71,03 m³/mês de água.

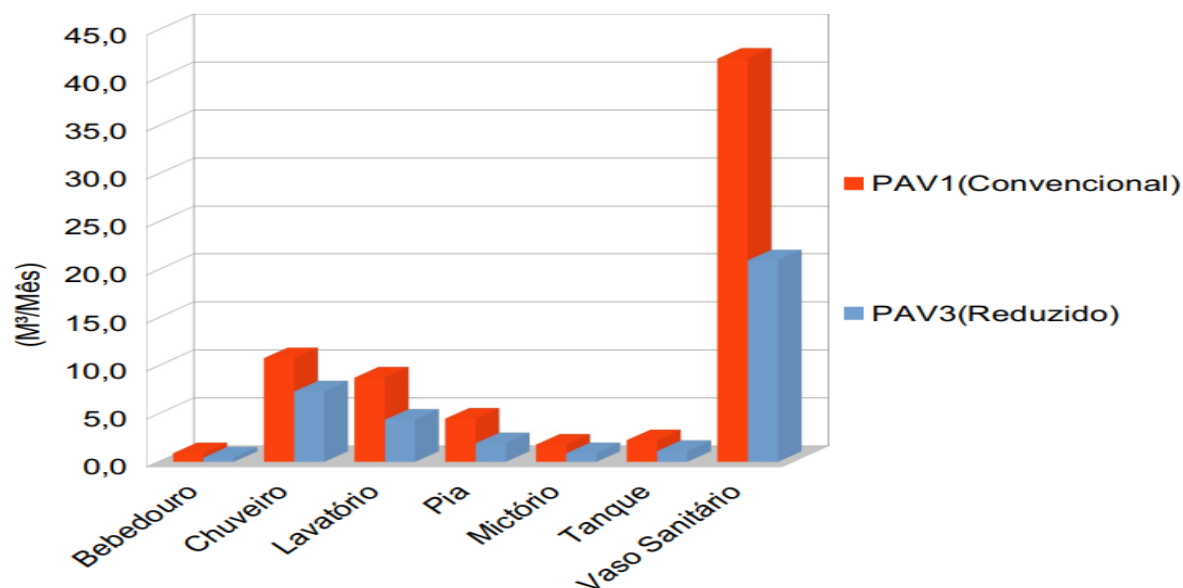
PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NO PAV3

Para projeção do consumo anual do PAV3, foi feita análise comparativa aplicando a

tecnologia de dispositivos redutores de consumo em cada equipamento conforme NBR 5626 (ABNT, 2020).

O Gráfico 8 apresenta os resultados da economia de consumo ao utilizar os equipamentos redutores no PAV3:

Gráfico 8 - Consumo mensal de água potável no PAV1 e PAV2 (convencional) X PAV3 (reduzido).

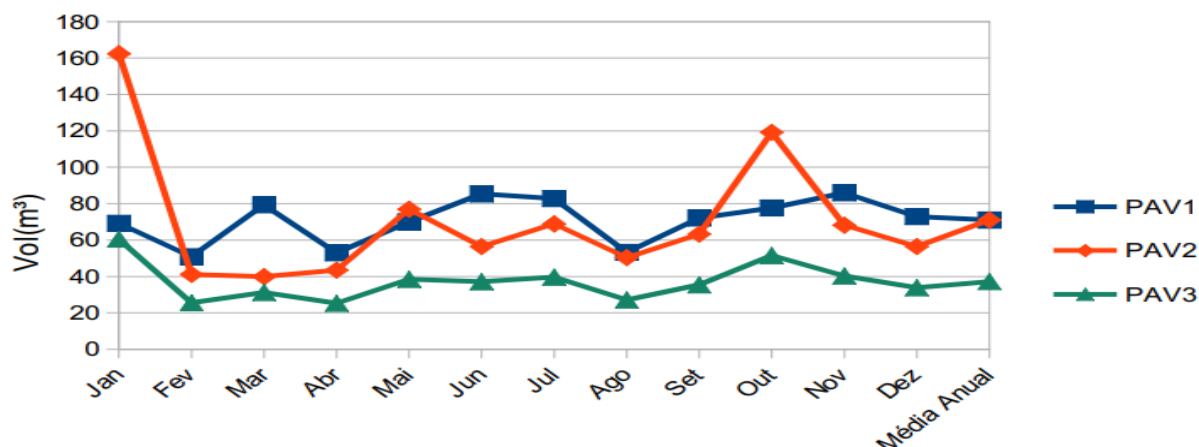


Fonte: Elaboração própria, 2021.

O Gráfico 9 permite visualização comparativa destes resultados encontrados, demonstrando o perfil do consumo de água do PAV1 e PAV2, e a projeção mensal do consumo reduzido para o PAV3. É possível observar a redução do consumo mensal de água no PAV3 com o uso de dispositivos economizadores da NBR 5626

(ABNT, 2020), avaliada em 47,71% nestes equipamentos, sendo que o volume de 71,03 m³/mês de água representa o consumo das edificações PAV1 e PAV2, e a projeção do consumo reduzido no PAV3 foi avaliado em 37,14 m³/mês de água.

Gráfico 9 - Consumo mensal de água potável no PAV1 e PAV2, e projeção do consumo do PAV3

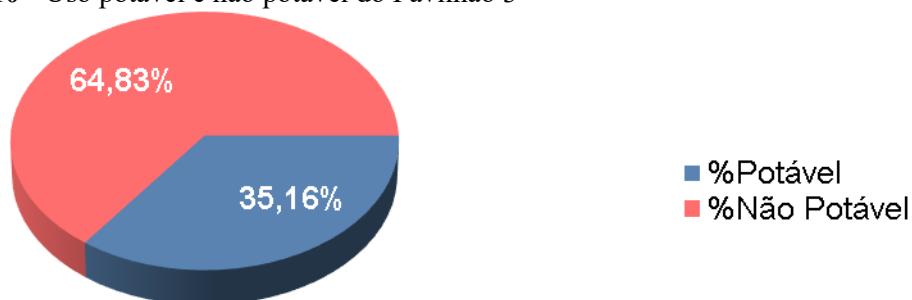


Fonte: Elaboração própria, 2021.

Através do somatório do consumo médio em aparelhos hidráulicos potáveis e do somatório dos não potáveis, foi possível calcular o volume

de cada tipo de consumo para o PAV3, conforme pode ser visualizado no Gráfico 10.

Gráfico 10 - Uso potável e não potável do Pavilhão 3



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Para a edificação do tipo pavilhão, 64,83% do consumo corresponde à demanda não potável, e 35,16% do consumo representa a demanda potável. Sendo assim o volume potável do PAV1 e do PAV2 é de 46,05 m³/mês, e no PAV3 o volume potável é de 23,03 m³/mês.

Conforme Kattel et al., (2021), a água, um recurso natural multifuncional, é essencial à vida, sendo evidente o problema da escassez das fontes potáveis usadas para beber e para higiene humana.

A demanda não potável também é obtida verificando o volume de 24,98 m³ de água potável a ser economizada no PAV1 e no PAV2, com a substituição do abastecimento com água pluvial e de reúso. No PAV3 o volume da economia de água potável alcança 13,08 m³.

Após o processo de investigação do consumo foi possível auditar e diagnosticar a forma de consumo da edificação. As medições permitem controlar o consumo de água potável sendo possível analisar que:

a) As edificações convencionais deixam de economizar em torno de 50% dos gastos com

água durante o seu uso quando não consideram os redutores de vazão.

b) O consumo não potável da edificação representa 64,84% do total do volume consumido. Sendo que ao utilizar fonte alternativa no abastecimento dos equipamentos de uso não potável da edificação se identifica significativa redução de consumo da água potável utilizada em serviços.

c) O consumo potável representa 35,16% do volume total consumido, sendo possível demonstrar a economia deste percentual volumétrico ao captar a oferta de águas cinzas, provenientes do uso potável da edificação.

d) Ao monitorar o consumo mensal é possível identificar necessidades de manutenção da infraestrutura hidrossanitária o que permite minimizar perdas do sistema.

DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

O dimensionamento dos sistemas hidrossanitários foi feito para satisfazer as

condições de conforto e segurança previstas na NBR 5626 (ABNT, 2020), considerando o abastecimento para uso misto, potável e não potável, e com base nos dados da projeção de consumo médio potável do Pavilhão que foi avaliada para a quantidade de equipamentos previstas no projeto arquitetônico do PAV3 capaz de atender a 1500 usuários.

No aproveitamento de fontes alternativas de água foi identificado o potencial de oferta pluviométrica avaliando a área de 2010 m² do telhado, o que permite captação de até 87 m³ de água pluvial por mês.

Pesquisas realizadas (Gnadlinger, 2011; Lopes, 2012; Couto et al., 2019; Pereira, 2019; Santos & Sant'ana, 2019) revelam a importância de um sistema de aproveitamento de chuva e reúso, bem como a instalação de aparelhos sanitários economizadores e medidores de consumo em edificações com esta concepção do sistema hidrossanitário eficiente.

O dimensionamento dos sistemas para aproveitamento da fonte de reúso para fins não potáveis da edificação permitiu armazenamento de até 25 m³/mês nas edificações PAV1 e PAV2, e na edificação PAV3, com projeção do consumo reduzido, a economia de água pode chegar a 15 m³/mês. As instituições têm que investir no aumento das ofertas hídras alternativas para incrementar a eficiência do sistema de distribuição hidrossanitário, através do controle de consumo e perdas, melhoria de equipamentos, e redução da demanda potável pelo reúso de águas cinzas e aproveitamento de água de chuva (Sánchez, 2014).

No abastecimento de demandas não potáveis, foi destinada a água captada das fontes

alternativas podendo economizar até 88 m³ por mês de água potável no PAV3, que é fornecida para diversos usos não potáveis demandados pela edificação e área urbana externa.

Nos alimentadores prediais foram dimensionadas bombas hidráulicas com dispositivos de captação de energia fotovoltaica projetada para economia de energia elétrica destes sistemas de recalque da edificação.

Dispondo de software Qibuilder 2018, foram dimensionadas as instalações hidrossanitárias, disponibilizando plantas baixas e detalhes isométricos.

As plantas foram separadas por 3 pavimentos, térreo, superior e cobertura (dados não apresentados). Com detalhes específicos das seguintes instalações:

- 1) Hidráulicas da distribuição de água potável.
- 2) Hidráulicas da distribuição não potável.
- 3) Hidráulicas dos alimentadores prediais.
- 4) Sanitárias do sistema de captação pluvial.
- 5) Sanitárias do esgotamento sanitário com unidades de tratamento para reúso de águas cinzas.

Cabe ressaltar que os memoriais descritivos específicos foram elaborados junto às plantas, contendo resultados do cálculo e a lista quantitativa dos materiais especificando o tipo e as dimensões de todos os componentes.

Após o dimensionamento foi elaborado o Quadro 1, mostrando o estudo comparativo das projeções de ofertas e demandas avaliadas para a edificação PAV3, relacionado às captações das fontes alternativas disponíveis para o uso não potável.

Quadro 1 - Ofertas X Demandas não potáveis no PAV3

Local	Demanda não potável	PAV3(m³/mês)
Sanitários	Vasos, Tanques, Mictórios	14,85
Jardins	Torneiras de irrigação	18,14
Urbanização	Limpeza da área externa	24
Serviços	Manutenção, Tratamentos de??	12,41
Reserva de Incêndio	Hidrantes, reservatórios	17,6
Total da Demanda não potável		87 m³/mês

Local	Oferta não potável	Volume (m³)
Pluvial	Captação pluvial média mensal	72,89
Reuso	Águas cinzas geradas no mês	14,12
Total do reservatório pluvial / reuso		87 m³

Local	Saídas do Sistema	Volume (m³/mês)
Fossa, Sumidouros	Destino final do uso não potável	23,025
Extravasores	Infiltração no solo	21,055
Perdas	Meio ambiente	22,055
Total		66,135 m³/mês

Fonte: Elaboração própria, 2021.

A norma NBR 15.527 (ABNT, 2019) especifica a periodicidade para manutenção preventiva e corretiva, mantendo a qualidade da

água e as fases de tratamento monitoradas, conforme se observa no Quadro 2.

Quadro 2 - Manutenção periódica do sistema hidrossanitário de edificações

Componente	Frequência de Manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal, limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: NBR 15.527 (ABNT, 2019).

Para que a operação da edificação tenha uso racional da água, é necessária além das tecnologias dimensionadas, a consciência para o uso e manutenção adequada dos sistemas, para evitar desperdícios, sendo importante, além disso, realizar a devida sinalização dos pontos de

consumo, promover uma ação de educação ambiental para o uso correto e os cuidados com cada equipamento hidrossanitário. Conforme Rocha (2018), é possível sensibilizar o indivíduo e a comunidade, e estudar os tipos e quantidades do uso da água no ambiente, identificando

soluções alternativas para reduzir o consumo potável e evitar desperdícios.

VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA HIDROSSANITÁRIO

Pesquisas semelhantes vêm sendo desenvolvidas em outras instituições de ensino superior, como exemplo, na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) foi desenvolvido um projeto de pesquisa para o gerenciamento de águas em edificação educacional e a eficiência de um sistema de reúso

de águas cinzas (Gonçalves, 2009). Na Universidade de São Paulo (USP), as ações permanentes de tecnologia, mobilização e gestão do Programa de Uso Racional da Água têm acarretado numa expressiva redução da demanda de água (PURA-USP, 2021).

Com a lista quantitativa de todos os materiais dos sistemas dimensionados, foi possível elaborar a planilha orçamentária obtendo o valor das adaptações dos sistemas hidrossanitários da edificação PAV3 (Quadro 3).

Quadro 3 - Valor das instalações hidrossanitárias convencionais no PAV3.

nº	Instalações hidrossanitárias convencionais	Valor(R\$)
1	Água fria	50.667,50
2	Metais	8.306,35
3	Esgoto / pluviais	84.663,05
4	Combate a incêndio	53.925,05
5	Reservatório inferior	21.781,97
Total dos serviços		219.343,93
Benefícios de despesas indiretas BDI (29,07%)		63.609,74
Total da obra		282.953,66

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Foi feita apuração dos elementos específicos do sistema economizador proposto, com isso, o custo das adaptações às instalações

convencionais é apresentado de acordo com a Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Valor das adaptações hidrossanitárias no PAV3

nº	Adaptações hidrossanitárias no PAV3	Valor(R\$)
1	Medidores de consumo	1.010,64
2	Dispositivos redutores de vazão hidráulica	2.733,75
3	Sistema de recalque fotovoltaico	2.857,31
4	Reservatório pluvial	22.206,51
5	Filtros de água da chuva	13.736,79
6	Registros do sistema pluvial	1.522,40
7	Alimentador não potável	2.120,87

Total dos serviços	46.849,25
Benefícios de despesas indiretas BDI (29,07%)	13.619,08
Total da obra	60.468,33

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Após apuração do valor do acréscimo de R\$ 60.468,33 para a adaptação da edificação, foi possível avaliar o percentual de 21,37% de aumento em relação ao valor de R\$282.953,66 referente ao sistema convencional.

Com esta análise orçamentária dos custos atuais, foi feita solicitação de acréscimos destes itens referentes as adaptações tecnológicas nas instalações ao contrato vigente da obra do PAV3 da Instituição.

Para análise da economia com despesas pagas com o fornecimento de água potável ao considerar as adaptações do sistema hidrossanitário projetado, foram consultadas as tarifas mensais da concessionária pública, de acordo com a faixa de consumo, conforme a Quadro 5.

Quadro 5 - Valor de tarifas mensais de fornecimento de água da EMBASA

Faixa de consumo (m³)	Valor mensal (R\$)	Unidade de medida
1 – 6	82.90	P/mês
7 – 10	3.17	P/m³
11 – 50	18.18	P/m³
> 50	21.44	P/m³

Fonte: EMBASA, 2020.

Com os históricos de consumos avaliados nos trechos dos hidrômetros da UFRB, se observa que as médias mensais são acima 50 m³ de água. Assim, se chega ao valor mensal da água potável adotado de R\$ 21,44 / m³.

O estudo do rendimento das instalações projetadas foi feito no Quadro 5, apresentando uma possibilidade de economia de até 88 m³ no consumo de água potável mensal ao utilizar fontes alternativas para abastecimento da edificação, operando em sua máxima capacidade. Tais dados representam uma economia mensal que pode chegar a R\$1.886,72 e anual de R\$22.640,64.

As adaptações tecnológicas projetadas se autofinanciam em menos de 3 anos, aproximadamente 2 anos e 8 meses. E a longo prazo, após 15 anos de operação, se obtêm o autofinanciamento do sistema como um todo.

No tocante as fontes alternativas para abastecimento da edificação, o Hospital St. Petersburg, situado no estado da Flórida, Estados Unidos, obteve uma economia de 50% em seu uso de água ao substituir os modelos de descargas, reduzindo o desperdício. Implementando o aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas, reduziu 30% do consumo de água potável (Sousa, 2008).

Para uso racional de água na comunidade acadêmica é necessária ação de gestores técnicos administrativos da Universidade, intensificando o monitoramento dos sistemas, dispondo de relatório técnico, que demonstra a aplicação da metodologia da pesquisa, comprovando a eficiência de sistemas hidráulicos. Ornelas (2004), em pesquisa sobre águas pluviais na Edificação da Escola Politécnica da UFBA fez análise de qualidade de água da chuva e constatou que atende aos parâmetros de potabilidade exigidos para o uso em vasos sanitários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os adaptadores redutores e arejadores de vazão indicados neste trabalho proporcionam 48% de redução do consumo da edificação PAV3 em relação aos pavilhões de aula com sistemas hidrossanitários convencionais em funcionamento (PAV1 e PAV2), reduzindo o consumo da edificação PAV3 para 37,14m³/mês.

A oferta pluviométrica avaliada considerando a área de 2010 m² do telhado, permite a captação de até 87 m³ de água pluvial por mês.

Os sistemas para aproveitamento da fonte de reuso para fins não potáveis da edificação permitiu armazenamento de até 25 m³/mês nas edificações PAV1 e PAV2, e na edificação PAV3, com projeção do consumo reduzido, a economia de água pode chegar a 15 m³/mês.

O sistema hidrossanitário com aproveitamento de fontes alternativas para uso não potável, considerando o valor dos serviços relacionados às adaptações para uso racional da

água na edificação, representa 21,37% de aumento, em relação ao valor do sistema convencional que fornece água potável para utilização em serviços gerais.

A redução de despesas com consumo de água potável possibilita a economia de R\$1.886,72 por mês e R\$22.640,64 por ano, com retorno do investimento no sistema após 2 anos e 8 meses.

Os estudos das ofertas e demandas variam de acordo com a ocupação da edificação sendo a que a projeção feita foi baseada na operação da edificação avaliada no ano 2019. O volume de ofertas de água de chuva e cinzas armazenado de forma segregada, monitoramento constante da qualidade, e quantidade, com previsão da compatibilização entre o volume armazenado e a distribuição para uso em serviços, de forma contínua para garantir a eficiência.

A pesquisa apresenta abrangência, caráter de inovação e a aplicabilidade a todos os pavilhões de aulas, restaurante universitário, unidades laboratoriais e administrativas da instituição, com avanços significativos na gestão para uso racional da água em toda malha de edificações da universidade, consolidando a implantação do PURA na UFRB.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2020). NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente—Projeto, execução, operação e manutenção.
<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-05626-1998-instalacao-de-sistema-predial-de-agua-fria.pdf>.

_____. (2018). NBR 5648: Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria – Requisitos.

____ (1977). NBR 5680: Dimensões de tubos de PVC rígido - Padronização.

____ (1999). NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução.

____ (2020). NBR 9050: Norma Brasileira de Regulamentação de Acessibilidade.

____ (2019). NBR 15527: Água de chuva—Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

____ (2019). NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.

____ (2019). NBR 16727: Aparelho sanitário de material cerâmico—Requisitos e métodos de ensaio.

____ (2019). NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos.

____ (2015). NBR 10281: Torneiras—Requisitos e métodos de ensaio.

____ (1989). NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais.

____ (1992). NBR 12213: Captação da água de superfície para abastecimento público.

____ (2020). NBR 12214: Projeto de sistema de bombeamento de água.

____ (1994). NBR 12217: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público—Procedimento.

____ (2009). NBR 13713: Instalações hidráulicas prediais—Aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático—Requisitos e métodos de ensaio.

____ (1997). NBR 13969: Tanques sépticos—Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos—Projeto, construção e operação.

____ (2018). NBR 14799: Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável, de volume nominal até 2 000 L (inclusive) — Requisitos e métodos de ensaio.

____ NBR 14800. (2018). Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável de volume nominal até 3 000 L (inclusive) - Transporte, manuseio, instalação, operação, manutenção e limpeza.

____ NBR 15857. (1993). Válvula de descarga.

____ NBR 15491. (2010). Caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias—Requisitos e métodos de ensaio.

____ NBR 15857. (2011). Válvula de descarga para limpeza de bacias sanitárias—Requisitos e métodos de ensaio.

____ NBR 13714. (2000). Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.

ANA - *Agência Nacional de Águas* (2019). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília.

Brasil. (2007). Lei Federal nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007). Diário Oficial da União, Brasília.

Capellari, A.; Capellari, M. B. (2018). A água como bem jurídico, econômico e social. A necessidade de proteção das nascentes. **Cidades. Comunidades e Territórios**, n. 36, p. 1-16.

Couto, J. S. C.; Souza, E. A.; Lordelo, L. M. K.; Sales, V. A. (2019). **Dimensionamento de um Reservatório de Água Pluvial, com relação à capacidade e ao potencial de economia de água potável no Núcleo de Sanidade Aquícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia**. In: I Seminário de Pesquisa em Engenharia de Água e Solo, p. 65.

CIMAM - Coordenadoria de Infraestrutura e Meio Ambiente. (2020). **Acervo próprio**. Cruz das Almas. UFRB.

Durante, L. C.; Moreira, J. V. R; Stiz, W. (2017). O Consumo de água e equipamentos hidrossanitários eficientes em unidades de saúde. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 5, n. 36.

<https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n34.2023.15>

EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento. (2020). Tarifas Mensais de Serviços de Água. (2020).

<https://www.embasa.ba.gov.br/centralservicos/index.php/tarifas>

Gnadlinger, J. (2011). Captação de água de chuva: Uma ferramenta para atendimento às populações rurais inseridas em localidades áridas e semiáridas. Recursos Hídricos em Regiões Áridas e Semiáridas. Campina Grande: INSA/UFRB, p. 325-357. <https://doi.org/10.5902/2236130843369>

Gonçalves R. F. (2009). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Uso Racional de Água e Energia do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico.** PROSAB 5. Rio de Janeiro: ABES.

Kattel, G.; Reeves, J.; Western, A.; Zhang, W.; Jing, W.; Megowan, S.; Cuo, L.; Escalas, P.; Dowling, K.; He, Q.; Wang, L.; Capão, S. (2021). Hidroviassaudáveis e cidades ecologicamente sustentáveis na aglomeração urbana Beijing-Tianjin-Hebei (norte da China): Desafios e direções futuras. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, v. 8, n. 2, p. 1-14.

Kiperstok, Asher et. al., (2009). Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2009. cap.2, p 36-98.

Lopes, G. B. **Estudo de Viabilidade Técnica do Aproveitamento de Água de Chuva para Fins Não Potáveis na Universidade Federal de Uberlândia.** (2012). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

Medeiros, R. L. **Índice multicritério de Inovação Sustentável para avaliação de pesquisas científicas em biotecnologia.** (2017). Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

Nogueira, M. & Silva, F. A. (2017). Manual de instruções para implantação, gestão e mudanças de hábitos, no programa de redução em consumo de água: manual do gestor, PURA Programa de Uso Racional da Água. SABESP. São Paulo.

Ornelas, P. (2004). Reuso de água em edifícios públicos: o caso da Escola Politécnica da UFBA. 2004. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia. Salvador.

Peixoto, F. S.; Soares, J. A.; Ribeiro, V. S. (2022). Conflicts over water in Brazil. **Sociedade & Natureza**, v. 34, p. 1-13, 2022. <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-59410>

Pereira, M.M. (2019). **Aproveitamento de água da chuva no pavilhão de aula 1 da UFRB: possibilidades e limitações.** UFRB.

Pereira, Q. L.; Andrade, P. R. G. S. (2013). **Aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.** Bento Gonçalves.

PURA. (2021). Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. PURAUSP. <http://www.pura.usp.br>

QIHIDROSSANITÁRIO - Dimensionamento de Projetos Hidrossanitários do Pavilhão de Aulas 3. (2018).

ROCHA, C. F. S. (2018). Torneio virtual para o desenvolvimento de práticas no ensino sobre a temática água. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SAEB – Secretaria de Administração do Estado da Bahia. (2022). <http://aguapura.saeab.ba.gov.br/web/>

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. (2014). **Equipamentos Economizadores.** São Paulo. <https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=145>

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, Equipamentos Economizadores. (2020). <https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=145>

Sánchez, Antônio Santos. (2014). Aproveitamento de águas pluviais na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Dissertação (Mestrado em Engenharia industrial) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia.

Santos, F. M.; Fávaro, C. L. J; Rocha Filho, J. B. (2022). **Sobre a morte e o comer:** As implicações das tradições alimentares sobre as mudanças climáticas. Porto Alegre: Simplíssimo.

Santos, S.; Sant'ana, D. (2019). Análise do potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas na Rodoviária do Plano Piloto de Brasília - DF. **Paranoá**, Brasília, n° 23, p. 84-92. <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n23.2019.08>

Sousa, A. F. S. (2008). Diretrizes para implantação de sistemas de reúso de água em condomínios residenciais baseadas no método APPCC-análise de perigos e pontos críticos de controle: estudo de caso Residencial Valville I. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.3.2008.tde-04092008-152703>

Silva, J. B. (2021). **Limpo por acidente: uma análise institucional da formação do setor elétrico no Brasil**. 397 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization.(2021). **O valor da Água. Fatos e dados**. In: Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos.