



VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

A inovação e o desafio do projeto na sociedade: A qualidade como alvo

Londrina, 17 a 19 de Novembro de 2021

POTENCIALIDADE DA APLICAÇÃO DE SISTEMA NET ZERO ÁGUA EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO

POTENTIALITY OF APPLICATION OF NET ZERO WATER SYSTEM IN A PUBLIC EDUCATION INSTITUTION

FRAIZ, Mariana Resende (1); ATEM, Camila Gregório (2)

(1) Universidade Estadual de Ponta Grossa, marianarfraiz@gmail.com

(2) Universidade Estadual de Londrina, camila.atem@uel.br

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo avaliar a aplicação de um sistema Net Zero Água em uma Instituição Pública de Ensino na cidade de Londrina-PR. A motivação para este estudo se deu devido ao cenário de crise hídrica mundial, onde devem ser aplicados cada vez mais esforços para otimizar o uso deste recurso de forma a causar o menor impacto ambiental negativo possível. O objeto de estudo escolhido foi a Escola Municipal Edmundo Odebrecht. As principais etapas deste trabalho foram: a análise das características construtivas e de uso da água na instituição, o traçado do balanço hídrico da escola, bem como propostas de substituição de equipamentos e adequações de processos, e os dimensionamentos dos sistemas de captação de águas pluviais e reuso de águas cinzas. Por fim foi avaliado o sucesso da implantação do sistema, que resultou em um índice de atendimento de 66,52%, enquadrando o sistema na categoria de Near Net Zero Água.

Palavras-chave: eficiência hídrica, Net Zero Água, tratamento descentralizado, aproveitamento de água pluvial, reuso de águas cinzas.

ABSTRACT

This article aims to assess the application of a Net Zero Water system in a Public Educational Institution in the city of Londrina-PR. The motivation for this study was due to the global water crisis scenario, where more and more efforts must be applied to optimize the use of this resource in order to cause the least possible negative environmental impact. The chosen object of study was the Edmundo Odebrecht Municipal School. The main stages of this work were the analysis of the building's characteristics and the use of water in the institution, the layout of the school's water balance, as well as proposals for the replacement of equipment and process adaptations, and the dimensioning of systems of rainwater use and gray water reuse. Finally, the success of the implementation of the system was evaluated, which resulted in a service rate of 66.52%, placing the system in the Near Net Zero Water category.

Keywords: Water efficiency, Net Zero Water, decentralized treatment, rainwater use, greywater reuse

¹ FRAIZ, Mariana Resende; ATEM, Camila Gregório. Potencialidades da aplicação sistema net zero água em uma instituição pública de ensino. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 7., 2021, Londrina. **Anais...** Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. p. 1-10. DOI <https://doi.org/10.29327/sbqp2021.438072>

1 INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos naturais disponíveis é, desde a origem das espécies, primordial para sua sobrevivência. Mesmo antes da organização do homem em sociedade, o uso de tais recursos foi o que garantiu que a raça humana prosperasse e desenvolvesse tecnologias que possibilitaram sua evolução. A partir da organização em comunidades e posteriormente em sociedades mais complexas, foram surgindo maneiras de se fazer uso dos recursos naturais mais eficientemente. Contudo, com o advento da urbanização e da industrialização, aumentou-se em grande escala o consumo dos recursos e de matérias primas (TSUTIYA, 2006).

O uso da água está intimamente relacionado à produção de alimentos, geração de energia e saúde pública, assim nota-se a importância deste recurso para a manutenção da qualidade de vida do homem. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento, apenas 83,6% da população brasileira é atendida por um sistema de abastecimento de água (SNIS, 2019), isso significa que quase 35 milhões de brasileiros não são atendidos por este serviço. Além disso, enquanto o consumo de água recomendado pela ONU é de 110 litros/dia, o consumo médio por habitante no Brasil é de 154,9 litros/dia. Contudo, em razão da dimensão do país, este dado apresenta grande variabilidade a depender da região: enquanto na região de Solonópole - CE o consumo per capita é de 75,87 litros/dia, no município de Presidente Prudente – SP, o consumo é de 185,23 litros/dia (SNIS, 2019). Esses dados evidenciam o contexto catastrófico em que se encontra o sistema vigente e justificam estudos e intervenções que modifiquem o panorama atual, mitigando, assim, os impactos sociais e ambientais conhecidos.

A partir do cenário traçado, tem-se que os sistemas Net Zero Água, sistemas onde a edificação é totalmente responsável por produzir a sua demanda de água potável e tratar todo o seu efluente gerado, se apresentam como uma alternativa viável em todas as esferas para que se minimize os problemas levantados (MORTON, 2013). As edificações equipadas com este sistema equilibram as entradas e saídas de água a fim de compensar as consequências externas negativas associadas à operação dos sistemas centralizados (JOUSTR A YEH, 2015). Acrescenta-se, ainda, que o sistema deve ser associado a boas práticas do consumo da água para que sua eficiência seja máxima.

Dessa forma, o objetivo principal deste artigo é o estudo da aplicação do sistema Net Zero Água em uma instituição pública de ensino, de forma que seja alcançada a autossuficiência hídrica da edificação, analisando-se, no processo, os elementos que influenciam em sua viabilidade. A escolha de uma edificação deste tipo se justifica tanto pelos volumes expressivos de água consumidos e de efluentes gerados, quanto pela redução no custo de operação da instituição, que representa um grande incentivo ao se tratar de instituições públicas. Ademais, deve-se considerar a grande visibilidade que os conceitos aplicados em uma instituição deste tipo podem alcançar na comunidade

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os sistemas de abastecimento de água tradicionais são denominados centralizados. É evidente que estes sistemas representaram um grande avanço na saúde pública e na infraestrutura de centros urbanos em relação às alternativas de captação de água existentes até então; no entanto, atualmente estes sistemas enfrentam diversas limitações acerca de sua eficiência, de modo que suas implicações ambientais, econômicas e sociais já não podem mais ser ignoradas

(TSUTIYA, 2006; SISOLAK E SPATARO, 2011).

Por definição, os sistemas descentralizados são aqueles em que a água é captada e tratada no local onde será consumida, e o efluente gerado é tratado e disposto também no local, ou próximo a ele, funcionando assim como uma unidade independente dos sistemas coletivos de abastecimento e coleta (MORTON, 2013). Nelson (2008) pontua que a captação, o uso, o tratamento e o reuso da água integrados e localizados imitam como a própria natureza consome a água, a partir de um ciclo que sustenta as abundantes formas de vida existentes.

A partir das definições supracitadas, tem-se ainda que uma edificação Net Zero Água é uma inovação tecnológica onde a unidade construtiva é totalmente responsável por produzir sua água potável, assim como por tratar todo o efluente gerado por ela (MORTON, 2013). Em outros termos, a edificação se torna autossuficiente em relação aos recursos hídricos e funciona como um ciclo fechado, operando de forma independente dos sistemas coletivos de abastecimento de água e coleta de esgoto. Para isso, busca-se uma ou mais fontes alternativas de suprimento de água, tais como água pluvial, águas subterrâneas, ou água proveniente de corpos hídricos locais.

O balanço hídrico pode ser descrito como uma equação numérica que relaciona as quantidades de água que entram e que deixam os limites da edificação. A elaboração de um balanço hídrico detalhado é fundamental para que se atinja a otimização do sistema, pois a partir dele são identificados pontos no projeto com os maiores potenciais de economia ou de falhas. Portanto, deve ser feito o mapeamento de cada uso que a água terá, assim como da quantidade de água necessária para cada um dos usos. Ademais, deve-se relacionar os níveis de tratamento disponíveis aos usos a que a água tratada será destinada, não é eficiente se utilizar para irrigação, por exemplo, água que atinja padrões de potabilidade. Esta estratégia é conhecida como *fit-for-use* (BRUGGEN E BRAEKEN, 2006; SISOLAK E SPATARO, 2011).

É de fundamental importância que se atente para os parâmetros de qualidade a serem atendidos para os diversos usos da água. Para fins potáveis, tem-se a Portaria de Consolidação nº5 do Ministério da Saúde de 03 de outubro de 2017, que define os padrões microbiológicos, de turbidez e organoléptico da água potável. Para fins não potáveis, a NBR 15527/2019 define os parâmetros mínimos a serem atingidos para uso da água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017; ABNT, 2019).

Um dos fundamentos da tecnologia Net Zero Água é o tratamento e reuso de águas servidas. Para isso, deve-se projetar o tratamento do efluente de forma que seu reuso seja seguro do ponto de vista sanitário. Dessa forma, a água é geralmente destinada a fins não nobres. Para que se empregue a estratégia *fit-for-use* e se otimize o tratamento e reuso dos efluentes, classifica-se a água residual como sendo cinza ou negra. As águas cinzas são aquelas provenientes de lavatórios, chuveiros, banheiras, e oriundas de lavagens de roupas, em outras palavras são as águas que não entram em contato com dejetos humanos. Já as águas negras são provenientes de vasos sanitários e mictórios, contendo grande quantidade de matéria orgânica. Assim, projeta-se diferentes tratamentos e fins para os diferentes tipos de efluentes. (SILVA ET AL, 2016; SISOLAK E SPATARO, 2011).

Portanto, além dos dois pilares de suprimento alternativo de água e tratamento e deposição de efluentes, um sistema Net Zero Água também se apoia em um terceiro pilar: a conservação do uso da água. Segundo o Manual Prático para Uso e Conservação da Água em Prédios Públicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014), os programas para conservação de água se apoiam na gestão da demanda de

água como frente de estratégia, envolvendo a redução de perdas, a adequação de equipamentos, a setorização do consumo e a otimização dos sistemas e processos hidráulicos.

3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O objeto de aplicação do sistema Net Zero Água é a Escola Municipal Edmundo Odebrecht, localizada no distrito da Warta, no município de Londrina. Para averiguação de características construtivas e de operação da instituição, foi realizada uma visita ao local com entrevista à gestora da instituição. Os projetos arquitetônicos da escola foram fornecidos pela Secretaria Municipal de Educação. A execução da instituição foi iniciada em 2018, e teve seu fim em 2019. No momento da coleta de dados a escola contava com 240 alunos matriculados, contudo, segundo a gestão da instituição, sua capacidade total é de 450 alunos. Ademais, o corpo de funcionários é de 32 pessoas, incluindo professores, administração e zeladores.

A escola já conta com sistema de aproveitamento de águas pluviais para uso em torneiras externas, com cisterna de volume igual a 18 m³. Além disso, já existe sistema de tratamento descentralizado de esgoto composto por fossas sépticas e sumidouro, devido ao distrito da Warta não ser atendido por rede coletora de esgoto.

4 MÉTODO

Para melhor visualização das etapas constituintes desta pesquisa, o seguinte fluxograma foi elaborado.

Figura 1 – Fluxograma das etapas do trabalho



Fonte: Os autores (2021)

4.1 Balanço Hídrico

Depois de constatados em visita os padrões de uso da água na escola e os modelos de seus equipamentos hidrossanitários, foi realizado o mapeamento do consumo da água no interior da instituição. Para isso foram adaptados os métodos de LEED (USGBC, 2016) e Tomaz (2011). Dessa forma, tem-se que o mapeamento foi dividido em duas categorias: água para fins potáveis, que inclui os bebedouros, torneiras da cozinha, lavatórios dos banheiros e tanque, e água para fins não potáveis, que engloba as torneiras para lavagem de pisos e a descarga das bacias sanitárias.

O equacionamento utilizado para determinar o volume consumido em cada equipamento é o seguinte:

$$V_e = Q_e \cdot t \cdot T \cdot N \quad (1)$$

Onde Q_e é a vazão do equipamento, determinada de acordo com o modelo do mesmo, t é o tempo de operação do equipamento por uso, T é a taxa de utilização diária e N é o número de usuários. O método LEED ainda apresenta valores de referência para T e t , explicitados na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Valores de referência

Equipamento	T (funcionários)	T (estudantes)	t (seg)
Bacia sanitária fem.	3	1,5	n/a
Bacia sanitária masc.	1	1	n/a
Mictório	2	1	n/a
Torneira de banheiro hidromecânica	3	2	n/a
Torneira de banheiro convencional	3	2	60
Torneira de cozinha	1	0	60

Fonte: Adaptado de USGBC (2016)

Os valores de referência acima consideram a jornada de trabalho dos funcionários igual a 8 horas diárias, enquanto o período de permanência dos estudantes é de 4 horas.

Os modelos dos equipamentos hidrossanitários da instituição e suas respectivas vazões podem ser vistos no quadro 1 abaixo.

Quadro 1 – Vazões dos equipamentos

Equipamento	Especificação técnica	Vazão média
Bacia sanitária	Celite – Smart Clean Harpic	3/6 litros/uso ¹
Torneira dos lavatórios	Docol – Nova Pertutti	4,3 litros/min ²
Torneira das pias	Docol – Misturador Riva	8,0 litros/min ³
Torneira dos tanques	Docol – Nova Pertutti com canopla	18,0 litros/min ⁴

1: Dado fornecido pelo fabricante (Celite, 2020)

2, 3 e 4: Dados fornecidos pelo fabricante considerando uma pressão de 10 mca (Docol, 2020)

Fonte: Os autores (2020)

Ademais, o consumo de água dos bebedouros foi estimado pela equação 2.

$$V_b = 1 \cdot N \quad (2)$$

Onde adotou-se um consumo de 1 litro por usuário dia, já que os alunos permanecem apenas meio período.

O consumo de água para limpeza de pisos foi calculado por meio da equação 3.

$$V_p = 2 \cdot \sum F \cdot A \quad (3)$$

Onde F é a frequência diária de lavagem dos pisos, igual a 1 para piso do refeitório, que é lavado diariamente, e 0,2 para demais pisos externos, que são lavados semanalmente. A é área de piso de cada ambiente lavado. Tomaz (2011) ainda indica a taxa de consumo de 2 litros por metro quadrado lavado.

4.2 Conservação do Uso da Água

Para esta etapa, foram avaliadas as possibilidades de substituições dos equipamentos hidrossanitários por modelos mais eficientes, potencializando a economia de água e reduzindo as demandas de água a serem tratadas.

4.3 Uso de Água Pluvial

Devido à instituição estar localizada em área que não possui rede coletora de esgoto e por não se conhecer a qualidade das águas subterrâneas, optou-se por utilizar, como fonte alternativa de água, a captação pluvial.

Para esta análise, foi utilizado o software Netuno, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC. Os dados de entrada do programa são os mostrados no quadro 2.

Quadro 2 – Parâmetros de dimensionamento de sistema de captação

Dado de entrada	Detalhamento
Série histórica de precipitação	Disponibilizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia
Descarte de escoamento superficial	De 2 milímetros, conforme recomendado pela NBR 15527 (ABNT, 2019)
Área de captação	Área total de cobertura da escola, igual a 1285,05 m ²
Demanda total de água	A ser calculada no balanço hídrico
Coef. de escoamento	0,85, segundo Tomaz (2011)

Fonte: Os autores (2021)

4.4 Reuso de Efluentes

Para que se reduza a demanda de água potável, diminuindo a necessidade de se tratar mais água pluvial, para os usos não potáveis da instituição serão utilizadas as águas cinzas geradas pela mesma, após tratamento simplificado. O volume de águas cinzas produzido foi calculado por meio da equação 4.

$$V_{ac} = V_{lv} + V_{tq} \quad (4)$$

Onde V_{lv} é o volume de água consumido nos lavatórios dos banheiros e V_{tq} é o volume consumido nos tanques. Já o volume requerido para os fins não potáveis será dado pela equação 5.

$$V_{np} = V_{bs} + V_p \quad (5)$$

Onde o volume requerido de água não potável é a soma dos volumes consumidos nas bacias sanitárias e na lavagem dos pisos externos. Assim, para o funcionamento adequado do sistema o volume requerido para fins não potáveis deve ser inferior ou igual ao volume de águas cinzas gerado.

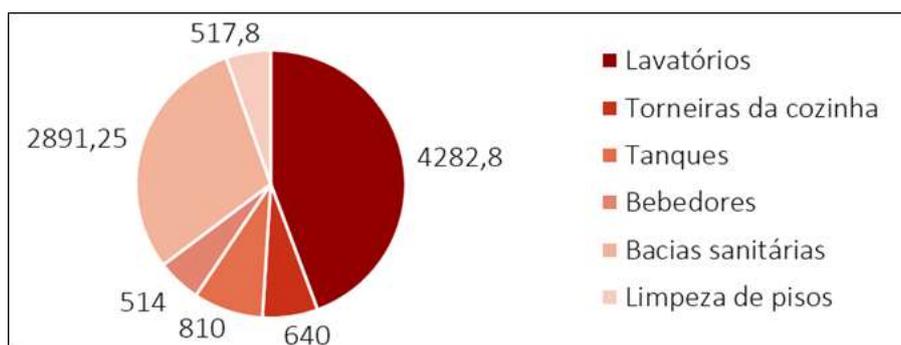
5 RESULTADOS

Os resultados obtidos estão esquematizados analogamente ao item 4.

5.1 Balanço Hídrico

Realizados os cálculos, o balanço hídrico em litros/dia calculado para a instituição é o mostrado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Balanço Hídrico



Fonte: Os autores (2020)

5.2 Conservação do Uso da Água

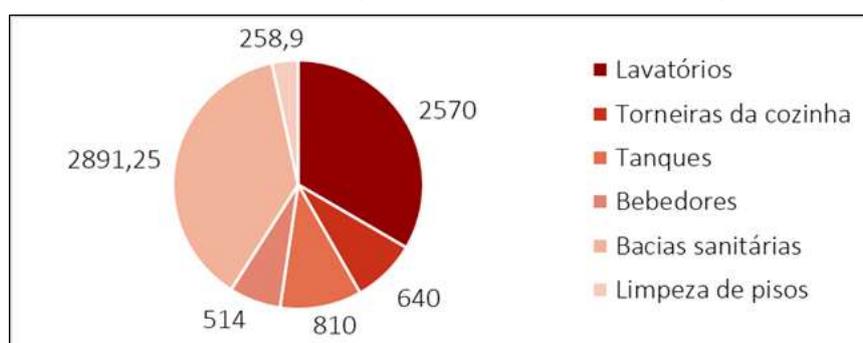
Dentre os consumos existentes na instituição, chamam a atenção os volumes demandados nos banheiros e na limpeza. Em relação aos banheiros, tem-se que as bacias são do tipo descarga dual, assim, este modelo já se apresenta como um equipamento de consumo eficiente. Este tópico, então, será focado na substituição das torneiras dos lavatórios que não possuem nenhum mecanismo que controle seu tempo de operação.

Dentre as opções disponíveis no mercado, selecionou-se a torneira com temporizador e arejador embutido com restritor de vazão da marca Docol. Este modelo de torneira fecha automaticamente após 6 a 10 segundos do acionamento. Sua vazão é de aproximadamente 5L/min (DOCOL, 2020). Entende-se que o número de acionamentos da torneira será maior em relação à situação anterior, assim, adotando-se o número de acionamentos diários por funcionário como 12 e para alunos como 6, tem-se com essa substituição uma economia de cerca de 39% para este uso.

Em relação à lavagem de pisos, que é feita com o uso de mangueiras, é proposta a substituição pelo uso da lavadora de alta pressão. O modelo selecionado é o L STD 2000-M da marca Wap. Esta lavadora, de pressão nominal de 2000 psi, e vazão de 600 L/h, gera uma economia de até 80% de volume de água devido à grande pressurização aliada à menor vazão em relação às mangueiras convencionais (WAP, 2015). Para este trabalho adotou-se a estimativa conservadora de 50% de redução no consumo.

Dessa forma, o novo balanço hídrico para a instituição, em litros/dia, é o mostrado no gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2 – Balanço Hídrico após modificações



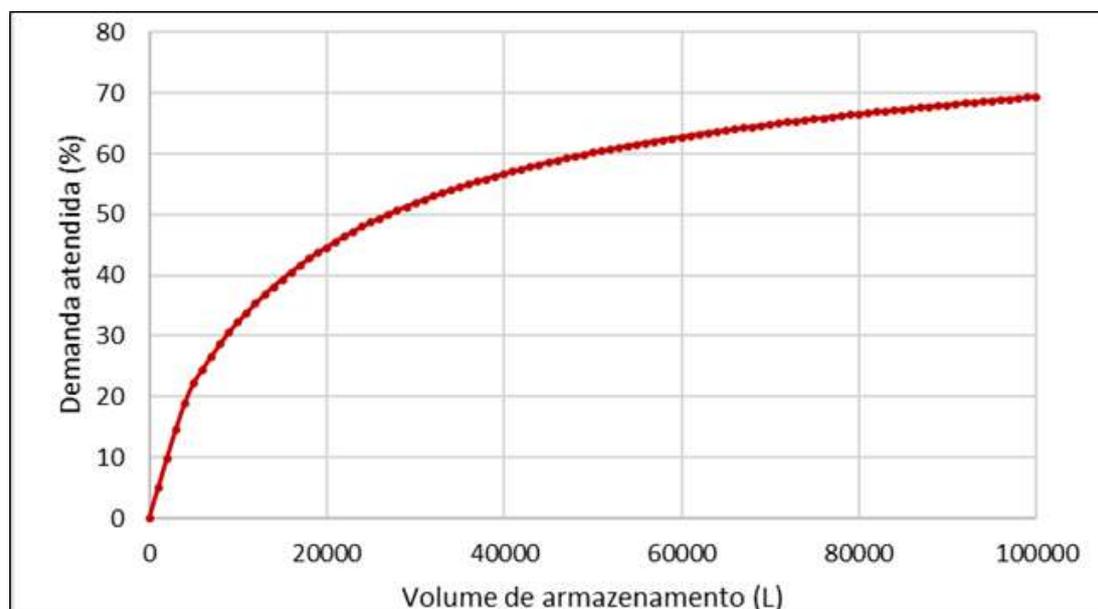
Fonte: Os autores (2020)

Considerando que o consumo antes das modificações era de 9.655,85 L/dia, e depois das modificações passou a ser de 7.684,15 L/dia, tem-se uma redução de 20,42% na demanda diária de água.

5.3 Uso de Água Pluvial

Para este cálculo, foram utilizadas as demandas de água após a realização das modificações de equipamentos. O dimensionamento do sistema de captação, feito com o uso do software Netuno e dos parâmetros já explicitados no método, forneceu a seguinte curva de potencial de utilização de água pluvial para a escola operando em capacidade máxima.

Gráfico 3 – Potencial de uso de água pluvial



Fonte: Os autores (2020)

Por meio da análise do gráfico 3, constata-se que não é possível que toda a demanda de água potável seja suprida pela água pluvial disponível, mesmo após a implementação das substituições de equipamentos. Dessa forma, faz-se necessário que outras formas de obtenção de água sejam consideradas. Em relação à captação de águas subterrâneas, é importante que se analise a viabilidade técnica e econômica deste processo, pois como já foi mencionado, no distrito onde se encontra a escola ocorre a infiltração do esgoto doméstico no solo, podendo inviabilizar a construção de poços para captação devido à contaminação do leito. Conclui-se, assim, que a melhor alternativa do ponto de vista técnico e econômico para este estudo de caso é a complementação da demanda de água potável com a rede de abastecimento coletivo.

Assim, a edificação não atingirá o título Net Zero Água, mas sim o de Near Net Zero Água, o que significa que a instituição se aproxima de ser totalmente autossuficiente, mas ainda sem atingir a completa independência da rede coletiva. Para que se atinja a maior eficiência do sistema, definiu-se que o volume de armazenamento será de 80.000 L, ou 80 m³. Dessa forma, a demanda a ser suprida será de 66,52 % do volume de água potável demandado.

5.4 Reuso de Efluentes

A partir do equacionamento definido no método, tem-se que os volumes gerados de efluentes são os mostrados na tabela 4 abaixo.

Tabela 2 – Volumes de efluente gerados

Águas cinzas		Águas negras	
Lavatórios	2.570 L	Bacias sanitárias	2.891,25 L
Tanques	810 L	Pias da cozinha	640 L
Total águas cinzas	3.380 L	Total águas negras	3.531,25 L

Fonte: Os autores (2020)

Para que se avalie se o reuso de águas cinzas funcionará como o esperado, ou seja, se o volume gerado de águas cinzas atenderá a demanda de fins não potáveis, aplicou-se a equação 5, que resultou na comparação mostrada na tabela 5.

Tabela 3 – Avaliação do reuso de águas cinzas

Volume de águas cinzas	Demanda de água não potável
3.380 L	3.150,15 L

Fonte: Os autores (2020)

Dessa forma, como o volume é superior à demanda, o reuso das águas cinzas supre todos os fins não potáveis da instituição.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou avaliar a potencialidade na aplicação de um sistema Net Zero Água em uma instituição pública de ensino. Ainda que o resultado obtido não tenha sido o objetivo primário, de atingir a independência hídrica completa, o fato de se ter alcançado uma taxa de serviço de 66,52 % de toda a demanda de água da escola é um resultado satisfatório, pois foi obtido um cenário onde toda a circulação e consumo de água foram otimizados.

Ao se propor as alterações construtivas, nota-se a dificuldade crescente de implantação de um determinado sistema à medida que o empreendimento avança em sua execução. Dessa forma, alterações propostas em fase de projeto estão atreladas a custos e tempo de implantação significativamente menores em relação à empreendimentos já concluídos. Isso se dá pelas limitações impostas pelas características construtivas já consolidadas no edifício.

É importante ressaltar que nesta avaliação a água potável é usada apenas para os fins que a requerem, tornando-se, assim, um sistema com maior eficiência energética, pois não haverá gasto energético em se potabilizar água que será alocada para fins não potáveis. Além disso, a partir do reuso de efluentes, há grande redução na demanda diária de volume de água.

Conclui-se que também na esfera prática, e não apenas na teórica, é possível que o uso da água seja repensado de forma a promover um desenvolvimento mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

À gestão da Escola Municipal Edmundo Odebrecht e à Secretaria Municipal de Educação pelos dados fornecidos e assistência prestada, sem os quais não seria possível desenvolver este estudo.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro. 2019.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde, de 03 de outubro de 2017. Define os procedimentos de controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Ministério da Saúde, Brasília, DF, 11 dez. 2017. Anexo XX, p 205 a 217.

BRUGGEN, B. Van der; BRAEKEN, L. The challenge of zero discharge: from water balance to regeneration. **Desalination**, v. 188, n. 1-3, p.177-183, fev. 2006.

CELITE. **Smart Clean Harpic – Caixa Acoplada para Celite 3/6 litros**. Disponível em: <<https://www.celite.com.br/produtos/smart-clean-harpic-caixa-acoplada-para-celite-36-litros-1555700015301/>>. Acesso em: 22 out. 2020.

DOCOL. **Linhas de Produtos**. Disponível em: <<https://www.docol.com.br/linhas-de-produtos.>>. Acesso em: 22 out. 2020.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. **Netuno 4**. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/>. 2014.> Acesso em: 19 out. 2020.

JOUSTRA, C; YEH, D. Framework for Net Zero and net-positive building water circle management, **Building research and information**, v. 43, n. 1, p. 121-132, 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual Prático para Uso e Conservação da Água em Prédios Públicos**. Brasília. 2014.

MORTON, J. **A path to Net Zero water**: flood your building with these water reclamation strategies. *Buildings*, p. 28-31, ago. 2013.

NELSON, V. I. **New approaches in decentralized water infrastructure**. Coalition for alternative wastewater treatment. maio 2008.

SILVA, Alex Barbosa Campos; PORTES, Amanda Costa; FARIA, Paulo Gil Siqueira de; ANDRADE, Ricardo Maurício de Freitas; TEIXEIRA, Celimar Azambuja. Aproveitamento de água de chuva e reuso de água cinza em uma edificação comercial. **Engenharia e Construção Civil**. Curitiba, v. 3, n. 1, jan/jun 2016, p. 57-65.

SISOLAK, J. SPATARO, K. **Toward net zero water**: best management practices for decentralized sourcing and treatment. Cascadia Green Building Council. 2011.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **24º diagnóstico dos serviços de água e esgoto**. Brasília: 2019.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 4ª edição. São Paulo: Navegar Editora, 2011.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3ª edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

USGBC. **Water Use Reduction Additional Guidance**. 2016. Disponível em: <https://www.usgbc.org/sites/default/files/Water%20Use%20Reduction%20Additional%20Guidance%2010-17-2016%20v9_0.pdf>. Acesso em: 19 out. 2020.

WAP. **Linha L STD – Manual de instruções lavadora**. 2015. Disponível em: <<https://wap.ind.br/wp-content/uploads/2018/05/Manual-Linha-L-STD.pdf>>. Acesso em: 24 dez. 2020.