SISPRED 2023
XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
BOAS PRÁTICAS, INOVAÇÃO, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE
19 E 20 DE OUTUBRO DE 2023 - JOINVILLE - SC

CONSUMO DE ÁGUA EM UNIDADES DE EDUCAÇÃO PARA A PESSOA COM DEFICIÊNCIA

Water consumption in schools for people with disabilities

Pâmella Alzerina Rosa Mattos [1]; Andreza Kalbusch [2]; Elisa Henning [3]

Recebido em 11 de junho de 2023, aprovado em 25 de julho de 2023, publicado em 19 de outubro de 2023

Palavras-chave:
Consumo de água
Pessoa com deficiência
Escolas

Keywords:
Water consumption
Disabled person
Schools

RESUMO: A água é um recurso natural limitado, essencial para a vida e a gestão sustentável dos recursos hídricos requer estimativas sobre os indicadores de consumo. O objetivo deste trabalho é determinar os indicadores de consumo de água *per capita* e por área em unidades da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) do estado de Santa Catarina, no Brasil. Duas unidades foram selecionadas para realização da análise dos dados e determinação dos indicadores de consumo. O consumo médio *per capita* variou entre 9,03 e 15,50 litros/aluno/dia. O consumo médio por área variou entre 1,36 e 3,76 litros/m²/dia. O teste de Kruskal-Wallis não apontou presença de sazonalidade para as unidades estudadas. Por meio dos resultados apresentados é possível perceber que o consumo de água da pessoa com deficiência no ambiente escolar está próximo dos resultados encontrados por outros autores em escolas estaduais e municipais. Os resultados deste estudo podem servir de estímulo para novas pesquisas relacionadas ao consumo de água e a pessoa com deficiência no Brasil.

ABSTRACT: Water is a limited and essential natural resource and the sustainable management of water resources requires estimates of water consumption. The objective of this research work is to determine per capita and per area water consumption indicators in units of Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) in the state of Santa Catarina, Brazil. Two units were selected for data analysis and determination of consumption indicators. Average per capita water consumption ranged from 9.03 to 15.50 liters/student/day. The average consumption per area ranged from 1.36 to 3.76 liters/m²/day. The results of the Kruskal-Wallis test did not indicate the presence of seasonality in the time series. The results showed that the water consumption of people with disabilities in school buildings is close to the results found by other authors in state and municipal schools. The results of this study may encourage the development of new research related to water consumption and people with disabilities in Brazil.

CONTATO DOS AUTORES:

[1] **MATTOS, Pâmella Alzerina Rosa**: Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Brasil. pamella.mattos@edu.udesc.br.
[2] **KALBUSCH, Andreza**: Doutora em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Brasil. andreza.kalbusch@udesc.br.
[3] **HENNING, Elisa**: Doutora em Engenharia de Produção, Departamento de Matemática, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Brasil. elisa.henning@udesc.br.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2022) a água é um recurso natural limitado e essencial para a vida e, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2022), com o acelerado crescimento populacional, há um crescente aumento no consumo de água. Por isso, crises no abastecimento estão cada vez mais frequentes (ANA, 2022). No Brasil, a gestão da água é normatizada pela Política Nacional de Recursos Hídricos que possui como um dos objetivos "assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos" (BRASIL, 1997). A gestão sustentável da água requer estimativas baseadas em evidências precisas sobre o consumo *per capita* (HUSSIEN; MEMON; SAVIC, 2016).

De acordo com *o Institute for Health Metrics and Evaluation* (IHME, 2019) existem, no mundo, mais de 2,5 bilhões de pessoas com algum tipo de deficiência física ou intelectual. Todo indivíduo consome água, seja porque a água compreende 50% a 70% do seu peso corporal e precisa ser consumida na ingestão diária (WENHOLD; FABER, 2019), seja no consumo nas atividades de vida diária como no uso do banheiro (GREIMAN *et al.*, 2022). A pessoa com deficiência também consome água em ambientes públicos, como, por exemplo, nas escolas. Conforme Haas et al. (2016) o número de alunos com deficiência nas escolas aumentou nos últimos anos.

Em um estudo em 26 escolas na cidade de Joinville, o indicador de consumo máximo encontrado foi de 18,6 litros por aluno por dia e o consumo médio foi de 8,83 litros por aluno por dia (SCHULTT; KALBUSCH; HENNING, 2021). Em uma pesquisa realizada na cidade de Florianópolis, em Santa Catarina, em que foram analisadas duas escolas, uma atendida pela rede municipal de ensino e outra pela rede estadual, o consumo médio encontrado foi de 25,3 e 28,8 litros por aluno por dia, respectivamente (FASOLA, 2011). Outro estudo realizado na mesma cidade com 62 escolas, mostrou uma variação no indicador de consumo de 0,81 a 35,42 litros por aluno por dia, obtendo um consumo médio de 8,80 litros por aluno por dia (ANTUNES; GHISI, 2019). É importante ressaltar que estes valores possivelmente englobam tanto a pessoa com deficiência quanto os demais alunos que frequentam o ambiente escolar.

As pessoas com deficiência contam com o atendimento na área de educação, saúde e assistência social das APAEs (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais), organizações não governamentais e sem fins lucrativos distribuídas por todo território nacional, de acordo com a Federação Nacional das APAEs (FNA, 2023). A APAE teve início em 1954 no Rio de Janeiro e desde então tem se destacado na promoção da atenção integral à pessoa com deficiência (FNA, 2023). Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é determinar os indicadores de consumo de água *per capita* e por área em unidades da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) do estado de Santa Catarina, no Brasil. No presente artigo duas unidades foram selecionadas para realização das análises.

2 MÉTODO

Nesta seção são descritos os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento deste trabalho. A primeira fase envolve a coleta de dados nas unidades da APAE e nas concessionárias de abastecimento de água. Após a coleta de dados, é realizada a análise dos dados para determinar os indicadores de consumo de água em unidades da APAE do estado de Santa Catarina, conforme apresentado a seguir.

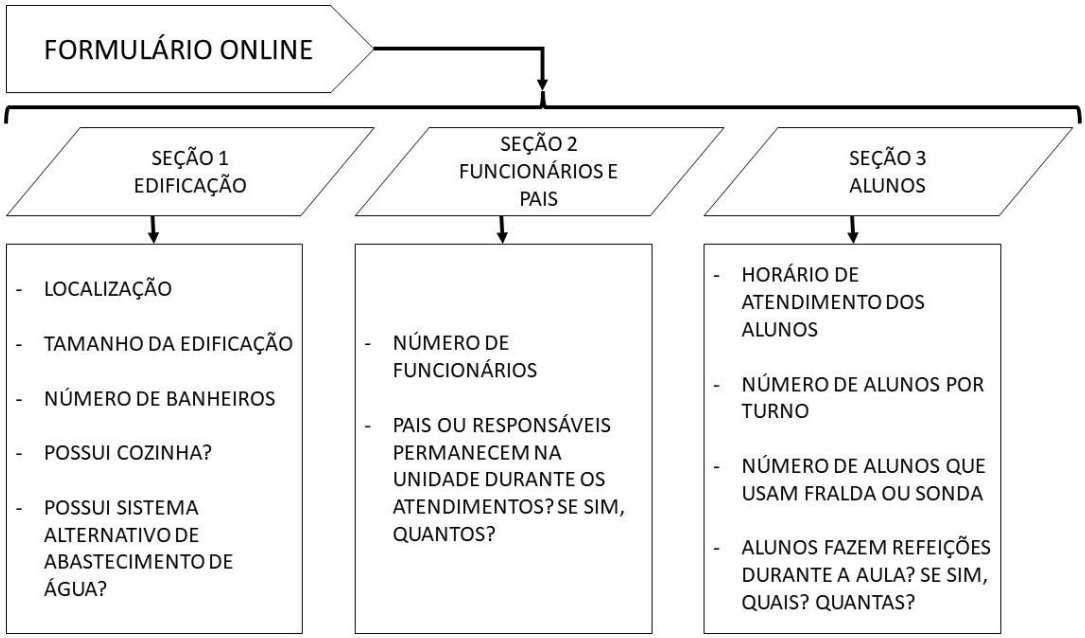
2.1 Objeto de estudo

A coleta de dados foi realizada na Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE). Conforme a Federação Nacional das APAEs (2023), a APAE é uma organização cujo objetivo é promover a atenção integral à pessoa com deficiência prestando atendimento educacional e clínico desde a primeira infância até a terceira idade.

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em 2 unidades da APAE localizadas em duas cidades do estado de Santa Catarina, Brasil. As informações sobre as características da edificação e dos alunos atendidos pela associação foram coletadas por meio de formulário eletrônico (Figura 1) disponibilizado na plataforma *Microsoft Forms* para os responsáveis de cada instituição.

Figura 1 – Esquema de perguntas contidas no formulário online



Fonte: As autoras (2023)

O consumo de água de cada unidade é registrado mensalmente pela concessionária do município em que está instalada. Os dados de consumo foram coletados diretamente com as concessionárias de abastecimento de água das cidades com anuência da Federação das APAEs do Estado de Santa Catarina para o período de março de 2021 a março de 2023 (24 meses). O número de consumidores considerado neste estudo é o número de alunos matriculados no período letivo atual. O número de dias de consumo foi calculado com base nos dias úteis contidos no calendário nacional juntamente com os feriados municipais nos anos de 2021 a 2023. Foram desconsiderados os meses apontados no questionário como períodos de férias.

2.3 Análise dos dados

O indicador de consumo de água *per capita* e por área foram estimados usando as Equações 1 e 2.

$$C_{PC} = \frac{C_M}{N\ x\ D} \quad \text{(Eq. 1)}$$

Sendo:

C_{PC}, o indicador de consumo *per capita* (em litros por aluno por dia);

C_M, o consumo mensal de água (em litros);

N, o número total de alunos;

D, o número de dias letivos.

$$C_{PA} = \frac{C_M}{A\ x\ D} \quad \text{(Eq. 2)}$$

Sendo:

C_{PA}, o indicador de consumo por área (em litros por metro quadrado por dia);

C_M, o consumo mensal de água (em litros);

A, a área total construída da edificação (em metros quadrados);

D, o número de dias letivos.

Para verificar a existência de sazonalidade foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis que está baseado na estatística da Equação 3 (KRUSKAL e WALLIS, 1952).

$$W = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^{k} \frac{S_j^2}{n_j} - 3(n+1) \quad \text{(Eq. 3)}$$

Sendo:

n, o número de observações;

S_j, a soma dos ranks das observações da amostra;

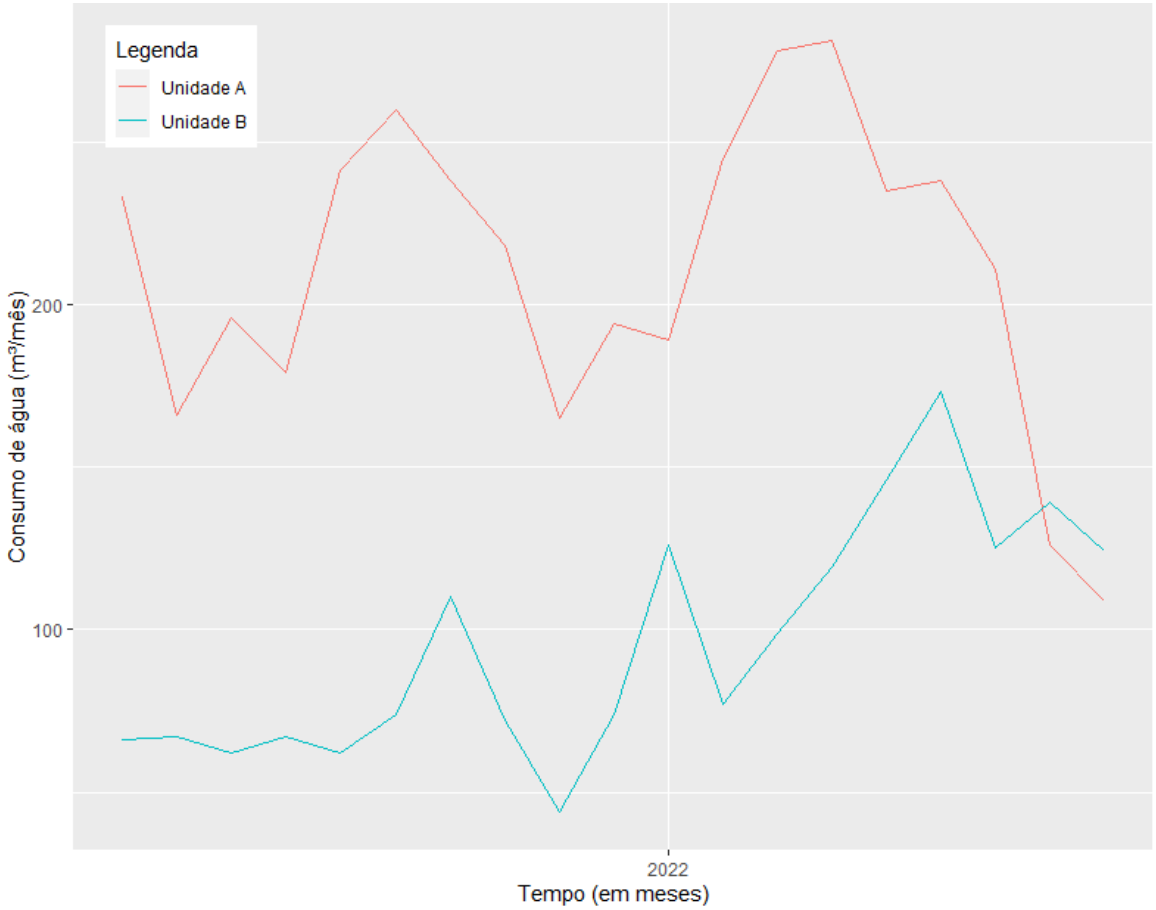
W, o resultado do teste Kruskal-Wallis.

As séries de consumo de água foram investigadas a partir da análise exploratória de dados e da análise de séries temporais. O software R (R CORE TEAM, 2023) foi aplicado na análise dos dados. Foram calculadas estatísticas descritivas e procurou-se identificar a existência de padrões, como a sazonalidade usando o pacote Seastest (OLLECH, 2021). O nível de significância adotado foi de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de água mensal nos meses letivos de cada unidade da APAE ao longo do tempo é apresentado na Figura 2. A Tabela 1 mostra a caracterização das unidades a partir da resposta ao questionário e a Tabela 2 apresenta a análise descritiva do consumo de água mensal *per capita* (em litros por aluno por dia) das APAEs em Santa Catarina, a Figura 3 apresenta o consumo de água mensal *per capita* ao longo do tempo e a Figura 4 ilustra a variação do consumo *per capita* de água nos meses do ano das duas unidades da APAE em gráfico do tipo *boxplot*.

Figura 2 – Gráfico da série temporal do consumo de água mensal nas unidades das APAEs



Fonte: As autoras (2023)

Tabela 1 – Caracterização das unidades da APAE

Unidade	Número de Alunos	Área construída (m²)	Idade da edificação (anos)
A	680	2.800,55	58
B	540	3.596,88	53
Unidade	**Bacias sanitárias**	**Sistema alternativo de abastecimento**	**Número de funcionários**
A	20	Sim	150
B	31	Não	99

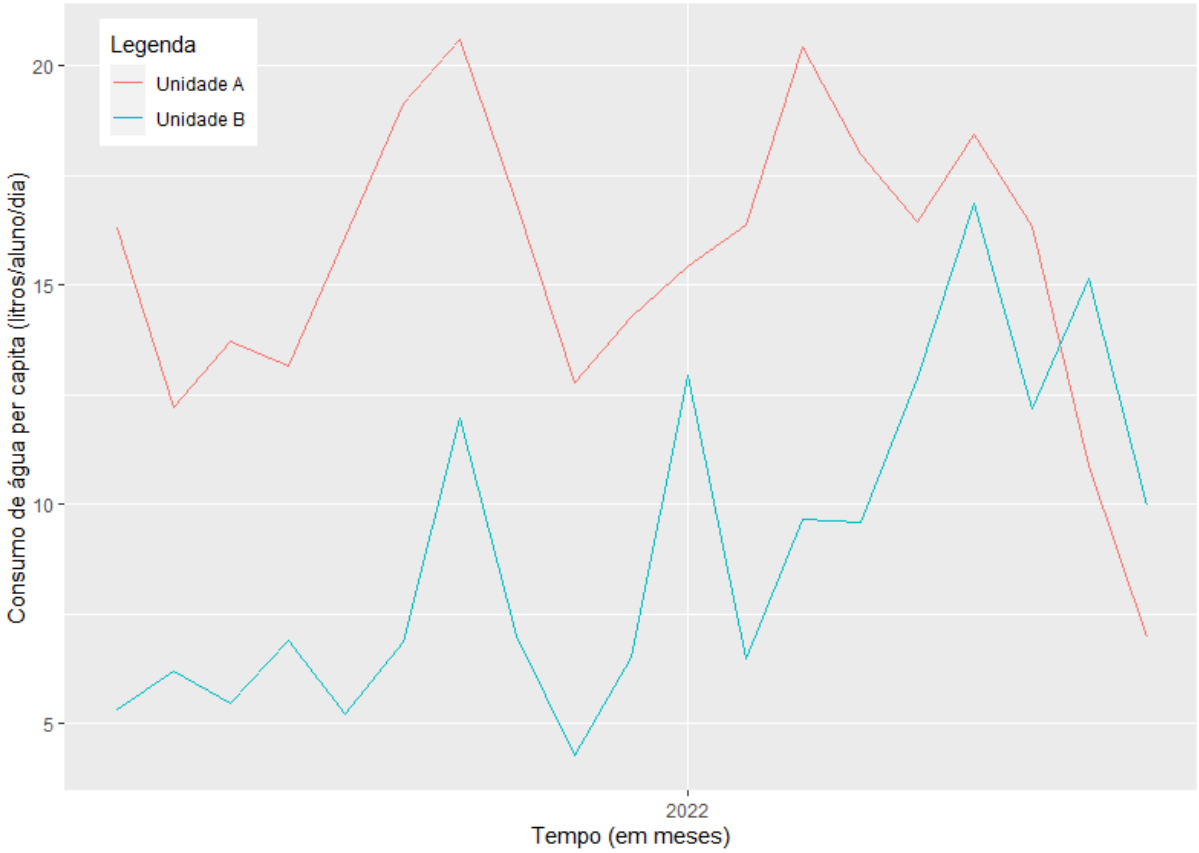
Fonte: As autoras (2023)

Tabela 2 – Análise descritiva do consumo de água *per capita* nas APAEs (litros/aluno/dia)

Unidade	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo
A	6,96	13,44	16,32	15,50	17,42	20,58
B	4,29	6,34	7,02	9,03	12,08	16,86

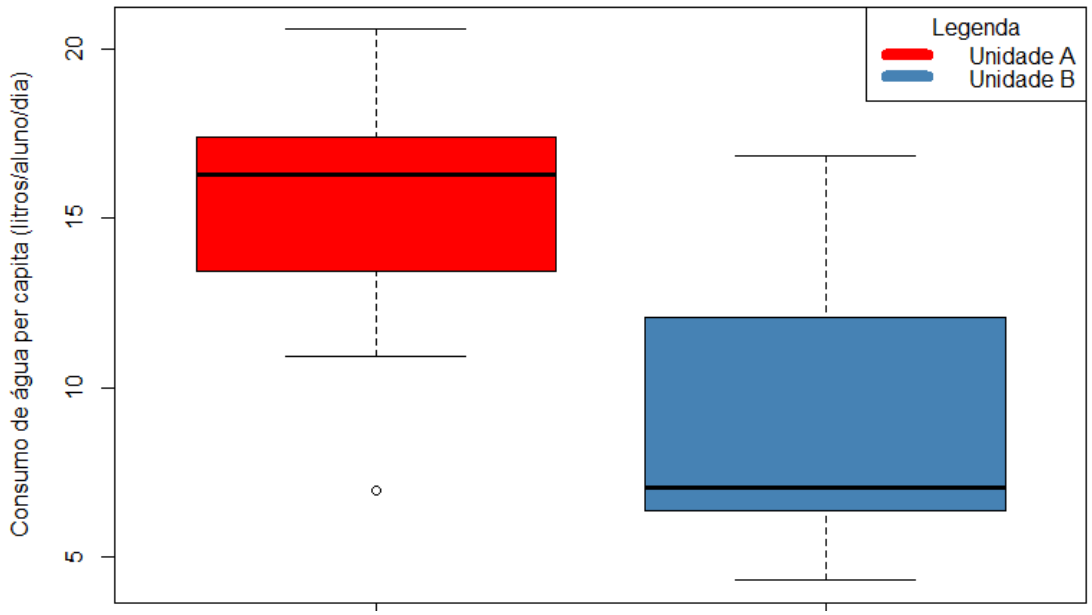
Fonte: As autoras (2023)

Figura 3 – Gráfico da série temporal do consumo de água *per capita* nas unidades da APAE



Fonte: As autoras (2023)

Figura 4 – *Boxplot* do consumo de água por aluno por dia em cada unidade da APAE



Fonte: As autoras (2023)

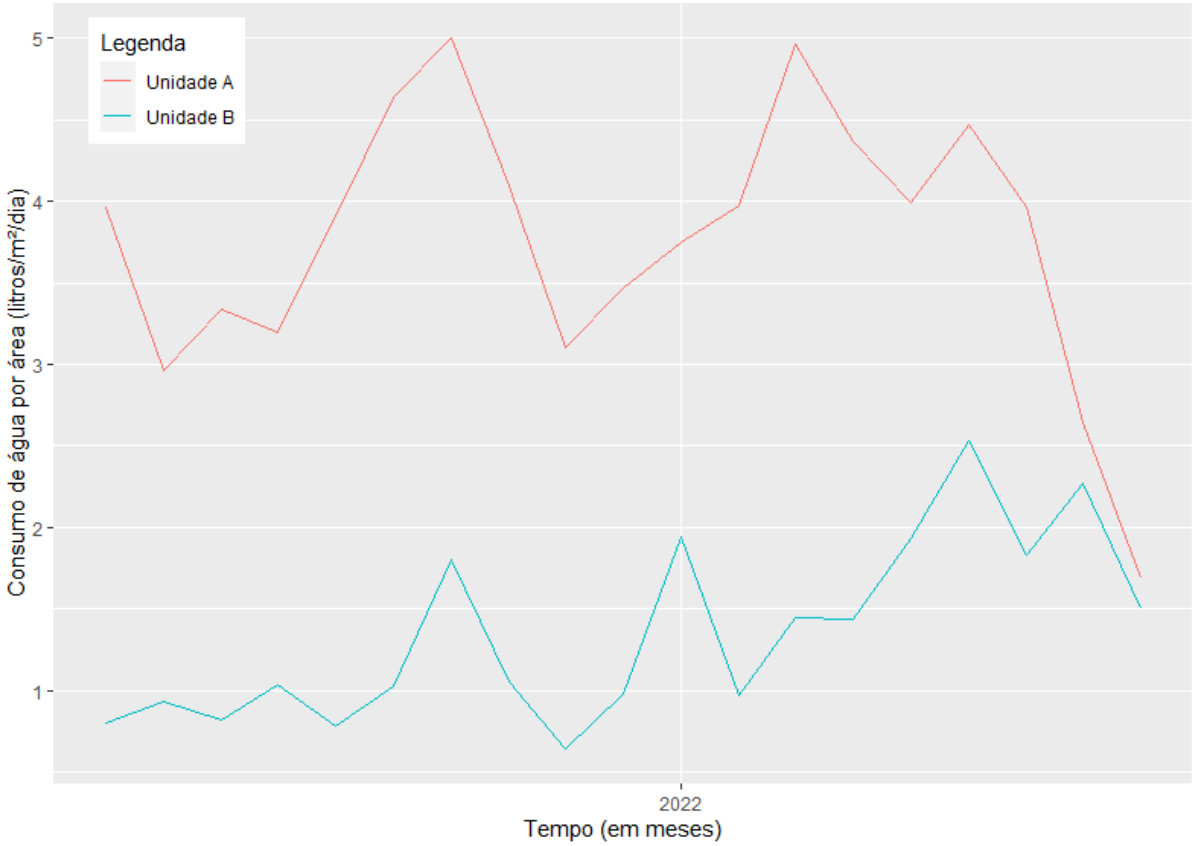
O consumo médio de água *per capita* na unidade A é de 15,5 litros/aluno/dia e na unidade B, 9,03 litros/aluno/dia. A média da unidade B ficou próxima dos valores encontrados por Schultt, Kalbusch e Henning (2021) e Antunes e Ghisi (2019). Os desvios padrão das unidades A e B são respectivamente, 3,38 e 3,70. Nas Figuras 3 e 4 verifica-se que a unidade A apresenta diminuição de consumo de água nos quatro últimos meses. Nos dois meses finais, os valores de consumo da unidade A são os menores de todo o período e inferiores aos valores de consumo (em litros/aluno/dia) da Unidade B. Verificou-se que em outubro de 2022, a unidade A concluiu a construção de um novo bloco de salas, o qual foi inaugurado nesse mesmo mês. Adicionalmente, no mesmo ano, registrou-se o esvaziamento completo do reservatório, o que representou o pico máximo de consumo no gráfico. O consumo de água por metro quadrado nas unidades da APAE avaliadas pode ser visualizado na Tabela 3. A Figura 5 apresenta o consumo de água por área ao longo do tempo e a Figura 6 apresenta os gráficos de *boxplot* do consumo de água por área nas unidades da APAE avaliadas neste estudo.

Tabela 3 – Análise descritiva do consumo de água por área nas APAEs (litros/m²/dia)

Unidade	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo
A	1,69	3,26	3,96	3,76	4,23	5,00
B	0,64	0,96	1,05	1,36	1,81	2,53

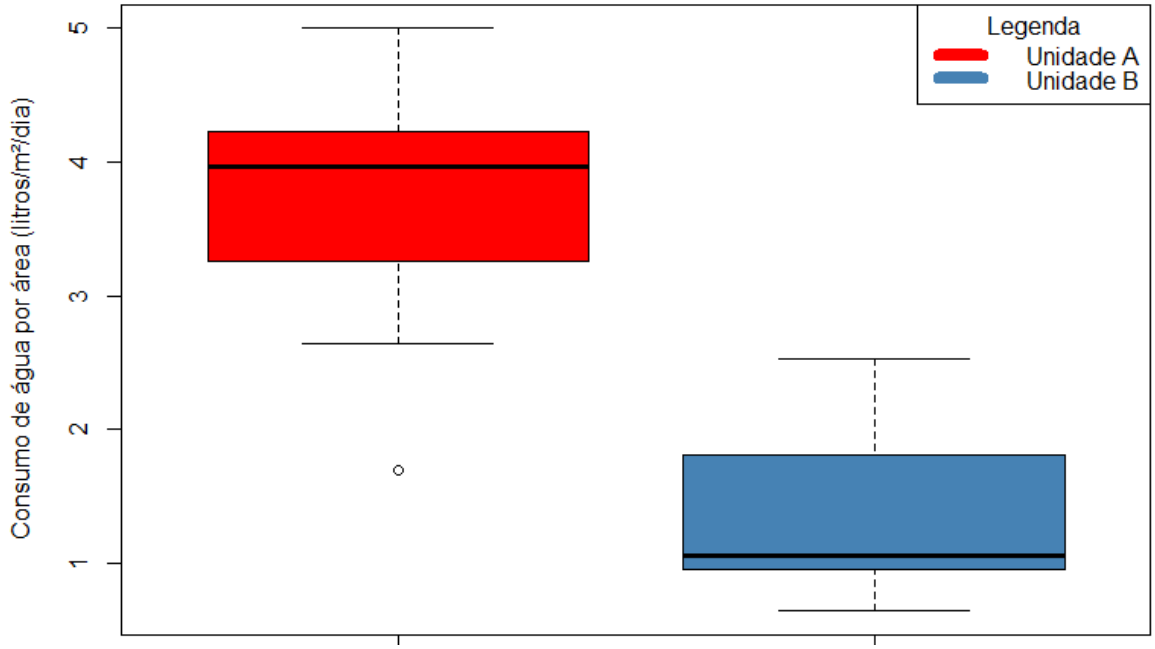
Fonte: As autoras (2023)

Figura 5 – Gráfico da série temporal do consumo de água por área nas unidades da APAE



Fonte: As autoras (2023)

Figura 6 – *Boxplot* do consumo de água por área em cada unidade da APAE



Fonte: As autoras (2023)

A unidade B possui menos alunos que a unidade A, porém, possui área construída maior do que a da unidade A, o que explica a diferença no indicador de consumo por área. A unidade A possui sistema alternativo e menor número de equipamentos hidrossanitários e assim era esperado que tivesse consumo menor que a unidade B, o que não ocorreu. Durante o período analisado, a unidade A passou por obras e precisou realizar o esvaziamento total do reservatório para fins de manutenção, o que justifica os valores encontrados. Verificou-se a sazonalidade no consumo ao longo do tempo considerando os 24 meses de dados disponíveis. Utilizando o teste de Kruskal-Wallis, os dados de consumo de água nas unidades A (p-valor = 0,088) e B (p-valor = 0,222) não apontam presença de sazonalidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de encontrar o indicador de consumo de água nas unidades da APAE em Santa Catarina. Duas unidades foram selecionadas para a realização das análises. Os dados coletados com as unidades da APAE e com as concessionárias de abastecimento de água foram utilizados para alcançar o objetivo proposto. Análises descritivas foram realizadas para determinar a distribuição dos dados e identificar o consumo médio nas unidades da APAE.

O consumo médio *per capita* variou entre 9,03 e 15,50 litros/aluno/dia. O consumo médio por área variou entre 1,36 e 3,76 litros/m²/dia. O teste de Kruskal-Wallis não aponta presença de sazonalidade para as unidades estudadas. A análise dos indicadores de consumo para a pessoa com deficiência é um tema pouco explorado, o que denota uma oportunidade para estudos futuros. Embora este trabalho apresente o consumo de duas unidades da APAE, ele pode ser replicado e a amostra, ampliada. Os resultados deste estudo servem de estímulo para novas pesquisas relacionadas ao consumo de água e a pessoa com deficiência.

Por meio dos resultados apresentados é possível perceber que o consumo de água da pessoa com deficiência no ambiente escolar está próximo dos resultados encontrados por outros autores em escolas estaduais e municipais. Neste estudo verifica-se uma diferença entre os consumos *per capita* e por área das unidades A e B. Durante o período analisado, a unidade A passou por obras e precisou realizar o esvaziamento total do reservatório para fins de manutenção. Na continuidade da pesquisa pretende-se explorar outros fatores, como a presença de aparelhos economizadores e frequência dos alunos. Além disso, é importante avaliar o efeito da instalação do sistema alternativo ao longo do tempo. Uma limitação da presente pesquisa é que não se teve acesso a dados de consumo diário, apenas a dados de consumo mensais das unidades da APAE. Da mesma forma, se teve acesso apenas ao número de alunos matriculados e não aos que frequentavam diariamente as unidades da APAE analisadas. Como os dados foram obtidos por meio de questionário, não foi possível realizar visitas técnicas por se tratar de unidades da APAE em diferentes cidades. Esta é outra limitação desta pesquisa e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para trabalhos futuros.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Federação das APAEs do Estado de Santa Catarina pelo apoio recebido e às concessionárias municipais pela disponibilização dos dados de consumo de água. As autoras agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [423090/2021-6] e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina—FAPESC [2021TR837].

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021**: relatório pleno. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - Brasília: ANA, 2022. 105 p. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_2021_pdf_final_revdirec.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

ANTUNES, Lucas Niehuns; GHISI, Enedir. Water and energy consumption in schools: case studies in brazil. **Environment, Development and Sustainability**, [S.L.], v. 22, n. 5, p. 4225-4249, 23 maio 2019. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10668-019-00380-x

BRASIL. Constituição (1977). Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília, DF, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 15 maio 2023.

FASOLA, Gabriel Balparda; GHISI, Enedir; MARINOSKI, Ana Kelly; BORINELLI, Jaffer Bressan. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 11, p. 65-78, dez. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ac/a/yHNngyMMYvDtF6QQ6tJKNQd/?format=pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

FEDERAÇÃO NACIONAL DAS APAES – FNA (Brasil). **Quem somos.** Disponível em: https://apaebrasil.org.br/conteudo/quem-somos. Acesso em: 06 jun. 2023.

GREIMAN, Lillie et al. A usable home: a qualitative investigation of the relationship between home usability and community participation for people with disabilities. **Disability and Health Journal**, v. 15, n. 1, p. 1-7, jan. 2022. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.dhjo.2021.101211.

HAAS, Clarissa; PANTALEÃO, Edson; ORLANDO, Rosimeire Maria; BAPTISTA, Claudio Roberto. Rodas de pesquisa e formação em educação especial: as trajetórias de estudantes com deficiência. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 97, n. 247, p. 570-582, dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s2176-6681/278333701.

HYNDMAN, R (2021). **_fpp3: Data for "Forecasting: Principles and Practice" (3rd Edition)**. R package version 0.4.0. Disponível em: https://CRAN.R-project.org/package=fpp3

HUSSIEN, Wa'el A.; MEMON, Fayyaz A.; SAVIC, Dragan A.. Assessing and Modelling the Influence of Household Characteristics on Per Capita Water Consumption. **Water Resources Management**, v. 30, n. 9, p. 2931-2955, 26 abr. 2016. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s11269-016-1314-x.

INSTITUTE FOR HEALTH METRICS AND EVALUATION - IHME (United States of America). Results from the 2019 Global Burden of Disease (GBD) study. Disponível em: https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/. Acesso em: 28 out. 2022.

KRUSKAL, W. H., WALLIS, W. A. Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. **Journal of the American Statistical Association**, 47(260), 583–621, 1952. https://doi.org/10.2307/2280779

OLLECH D (2021). **_Seastests: Seasonality Tests_**. R package version 0.15.4. Disponível em: https://CRAN.R-project.org/package=seastests

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/. 2023.

SCHULTT, Jéssica D. C.; KALBUSCH, Andreza; HENNING, Elisa. Factors influencing water consumption in public schools in Southern Brazil. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n. 1, p. 1411-1427, 3 maio 2021. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10668-021-01473-2.

UNITED NATIONS (United States Of America) - UN. Department Of Economic And Social Affairs (Desa). **The Sustainable Development Goals Report**. New York: Department Of Economic And Social Affairs (Desa), 2022. Disponível em: https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022.pdf. Acesso em: 15 maio 2023

VEIGA, Fabiano da; KALBUSCH, Andreza; HENNING, Elisa. Drivers of urban water consumption in Brazil: a countrywide, cross-sectional study. **Urban Water Journal**, [S.L.], p. 1-9, 28 fev. 2022. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/1573062x.2022.2041049.

WENHOLD, Friede; FABER, Mieke. Water in nutritional health of individuals and households: an overview. **Water SA**, South Africa, v. 35, n. 1, p. 61-71, 1 jan. 2019