

III-005 - INVESTIGAÇÃO DO PADRÃO DE CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA E AS MUDANÇAS PROVOCADAS PELA PANDEMIA DE COVID-19

Lígia C. Tavares⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFGRS). Doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental no IPH/UFGRS.

Juan M. Bravo⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidad Nacional del Nordeste (Argentina) Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFGRS). Professor Associado do Departamento de Obras Hidráulicas da UFRGS.

Luisa Lehdermann⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ronan T. Jesus⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. Especialização em Engenharia de Saneamento pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFGRS).

Ian R. Almeida⁽⁵⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFGRS). Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental no IPH/UFGRS.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Bento Gonçalves, 9500 - Prédio 44302 - Agronomia - Porto Alegre - RS - 91501-970 - Brasil - Tel: (91) 98761-4507 - e-mail: ligiactavares@outlook.com

RESUMO

Esse trabalho buscou investigar o padrão de consumo de água residencial e as mudanças provocadas pela pandemia de COVID-19 a partir de um agrupamento de séries temporais. O método de cluster hierárquico foi utilizado para realização dos agrupamentos dos 408 setores censitários, que teve com base o consumo mensal médio de água por setor, para o período de março de 2017 até fevereiro de 2020 (período pré-pandemia). E após a definição dos grupos de consumo no período pré-pandemia, realizou-se análises estatística e gráfica das mudanças de consumo em comparação ao período de março de 2020 a fevereiro de 2022. Ainda, aplicou-se o teste de regressão linear simples para previsão do consumo anual de água, por grupo, em um cenário sem pandemia e esses dados foram comparados com o consumo real. Ao comparar os resultados reais do consumo de água durante a pandemia de COVID-19 com os valores estimados, observa-se os impactos das mudanças de hábitos e medidas de controle do vírus no sistema de abastecimento de água, com aumento do consumo de água na maioria dos setores censitários.

PALAVRAS-CHAVE: Pandemia de COVID-19, Consumo de Água, Padrão de Consumo.

INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 provocou mudanças nos mais diversos setores da sociedade, embora estas mudanças sejam diferentes de região para região, os países que implementaram medidas rigorosas de bloqueio para conter a propagação do vírus sofreram as maiores alterações. Entender essas mudanças e seus impactos na sociedade é o primeiro passo para se preparar para eventuais futuras situações de crise.

Além do impacto direto na saúde das pessoas, a pandemia alterou a produção agrícola na União Europeia (NIELSEN et al., 2023), a demanda por energia elétrica na Austrália (WU et al., 2023) e o setor florestal do Nepal, quando estudos constaram que a exploração ilegal de madeira e a caça furtiva aumentaram, mas a incidência da invasão florestal foi reduzida (MAREASENI et al., 2022). Ainda, uma revisão da literatura mostra que, em geral, o volume do uso doméstico de água aumentou entre cerca de 3% e 8%, enquanto o uso não doméstico de água diminuiu entre cerca de 2% e 11% em 2020 (BUURMAN et al., 2022).

Nesse contexto é importante esclarecer que existem vários modelos que têm sido propostos para prever o consumo de água, mas que não contemplam situações de crise, como uma pandemia. Esses modelos podem ser amplamente categorizados em métodos convencionais e algoritmos de aprendizagem de máquinas (GU et al., 2018). O primeiro inclui séries temporais uni variadas, nomeadamente modelos autorregressivos de média móvel integrada (ARIMA) e modelos de regressão linear, enquanto o segundo contém modelos baseados em redes neurais artificiais (ANNs), máquinas vectoriais de suporte (SVM), florestas aleatórias (RF), entre outros. Além disso, modelos de previsão da demanda de água foram desenvolvidos em diferentes horizontes de previsão: curto prazo (menos de três meses), médio prazo (de três meses a dois anos) e longo prazo (mais de dois anos) (BILLING & JONES, 2021).

Ainda, a análise dos padrões de demanda de água requer um profundo entendimento dos padrões de consumo, pois isso leva a uma melhor gestão dos recursos hídricos e de outros setores relativos, como o energético (IOANNOU et al., 2021).

Com isso, esse trabalho buscou investigar o padrão de consumo de água residencial e as mudanças provocadas pela pandemia de COVID-19 a partir de um agrupamento de séries temporais.

METODOLOGIA

O município de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul, foi selecionado como objeto de pesquisa devido à disponibilidade de dados por parte da autarquia Serviço Municipal de Água e Esgotos, SEMAE. Estima-se que o município possuía 240.378 habitantes em 2021 (IBGE Cidades, 2022), dos quais 99,6% são contemplados pelo sistema de abastecimento de água da SEMAE. Esse total de usuários representa o número de 59.338 economias residenciais ativas de água micromedidas, conforme dados da SEMAE.

Os dados disponibilizados pela SEMAE continham registros do consumo mensal de água de março de 2017 a fevereiro de 2022, por economia residencial. Após uma análise preliminar para remoção de dados inconsistentes, as economias residenciais foram organizadas em 408 setores censitários, conforme definição utilizada no Censo Demográfico 2022.

Antes de realizar o agrupamento dos setores censitários, foi realizado o cálculo do consumo médio mensal residencial por setor e aplicado o teste de Mahalanobis para identificação e posterior remoção de outliers.

O método de cluster hierárquico foi utilizado para realização dos agrupamentos, que teve com base o consumo mensal médio de água por setor, para o período de março de 2017 até fevereiro de 2020 (período pré-pandemia). E após a definição dos grupos de consumo no período pré-pandemia, realizou-se análises estatística e gráfica das mudanças de consumo em comparação ao período de março de 2020 a fevereiro de 2022.

Ainda, aplicou-se o teste de regressão linear simples para previsão do consumo anual de água, por grupo, em um cenário sem pandemia e esses dados foram comparados com o consumo real.

Vale destacar que a metodologia aplicada segue a apresentada por Waraga et al. (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise do consumo de água antes e durante de Pandemia

O resultado da aplicação do método de cluster hierárquico apontou a formação de 4 grupos, conforme Figura 1 e Tabela 1. Os grupos de mostraram heterogêneos, de modo que o Grupo 4 é o mais distinto, com menor quantidade de setores censitários, são 17 (5% do total), mas por outro lado, com maior consumo mensal de água da cidade, com média de 20 m³, podendo chegar a 23 m³ em alguns meses.

Tabela 1: Descrição dos agrupamentos dos setores censitários: número de setores e média do consumo mensal de água durante o período pré-pandemia.

GRUPO	NÚMERO DE	MÉDIA DO CONSUMO
-------	-----------	------------------

	SETORES	MENSAL (M ³)
1	52	14
2	172	11
3	80	9
4	17	20

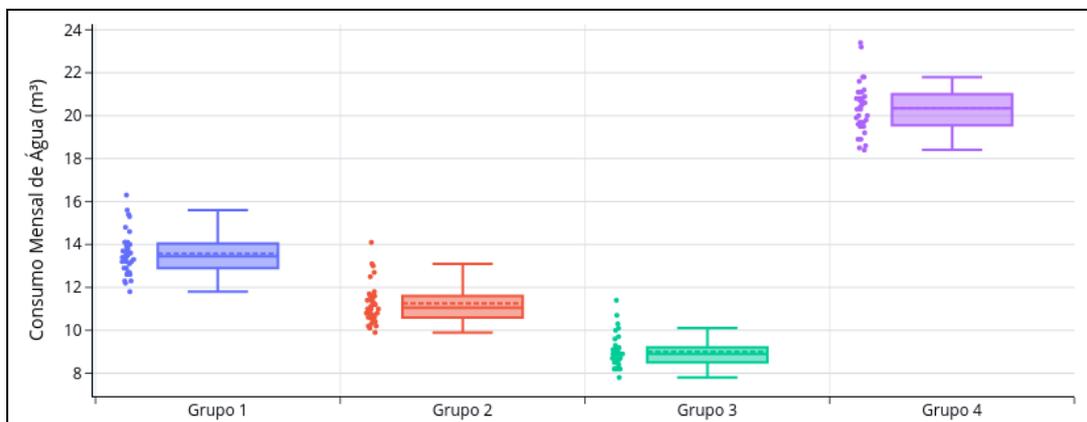


Figura 1: Gráfico box-plot dos agrupamentos durante o período pré-pandemia.

Na Figura 2 é possível observar as variações do consumo mensal de água durante toda a série temporal estudada (2017 a 2022), além da indicação de linhas de tendência polinomial de ordem 4. Durante a pandemia de COVID-19, o consumo do Grupo 4 que apresentava indícios de crescimento, passou a apresentar um comportamento decrescente, principalmente após o primeiro ano da pandemia (Figura 2).

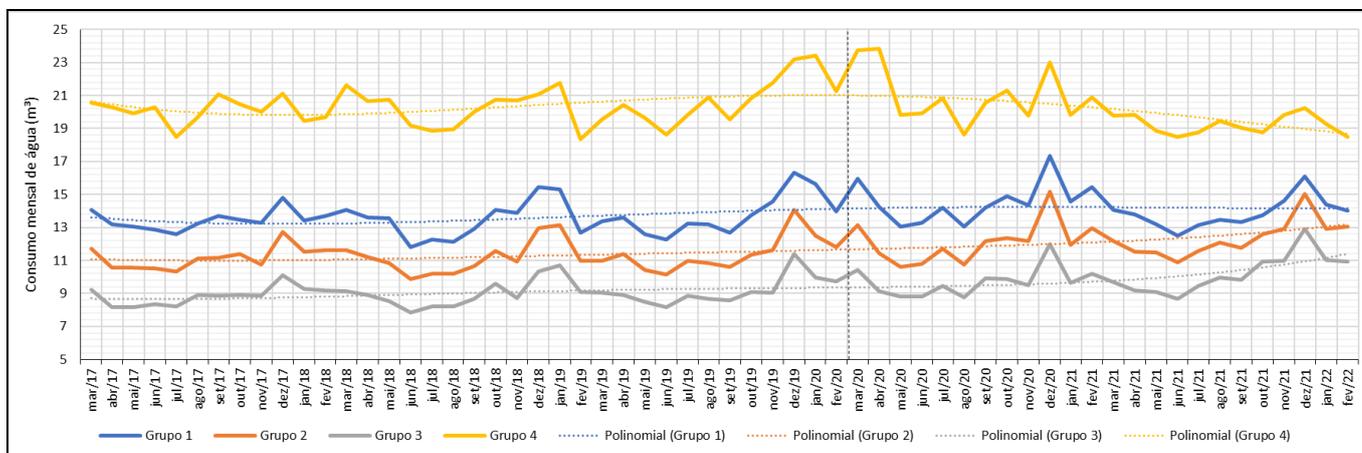


Figura 2: Gráfico do consumo médio de água por agrupamento durante o período pré-pandemia e pandemia.

Os Grupos 1, 2 e 3 possuem um consumo médio mais próximo entre si, tanto no período pré-pandemia quanto no período pandemia. O Grupo 1, compostos por 52 setores censitários (16% do total), é o maior entre esses. O consumo médio mensal de água é de 14 m³, variando entre 12 m³ e 16 m³ em alguns meses. Já o Grupo 2 comporta 54% dos dados analisados, são 172 setores censitários com residências que consomem em média 11 m³ de água por mês, variando entre 10 m³ e 14 m³. Esse grupo que caracteriza mais da metade das residências de São Leopoldo, manteve a tendência de aumento do consumo de água durante a pandemia de COVID-19, da mesma forma que o Grupo 1 e 3.

Sobre o Grupo 3, composto por 80 setores censitários (25% do total), é formado pelas residências que apresentam o menor consumo de água, com um consumo médio de 9 m³ mensal, variando entre 8 m³ e 11 m³. Durante a pandemia esse grupo foi o que teve maior aumento de consumo, conforme pode ser observado na Figura 2.

Avaliação do Modelo de Previsão

Ao comparar os resultados reais do consumo anual de água durante a pandemia de COVID-19 com os valores estimados (Figura 3), observa-se o aumento do consumo de água em relação ao esperado, principalmente para os Grupos 2 e 3. É interessante destacar que esses são os grupos com maior quantidade de setores censitários e menor consumo de água do município. E ainda, apesar de já se esperar um aumento do consumo, durante a pandemia esse valor foi maior que o esperado.

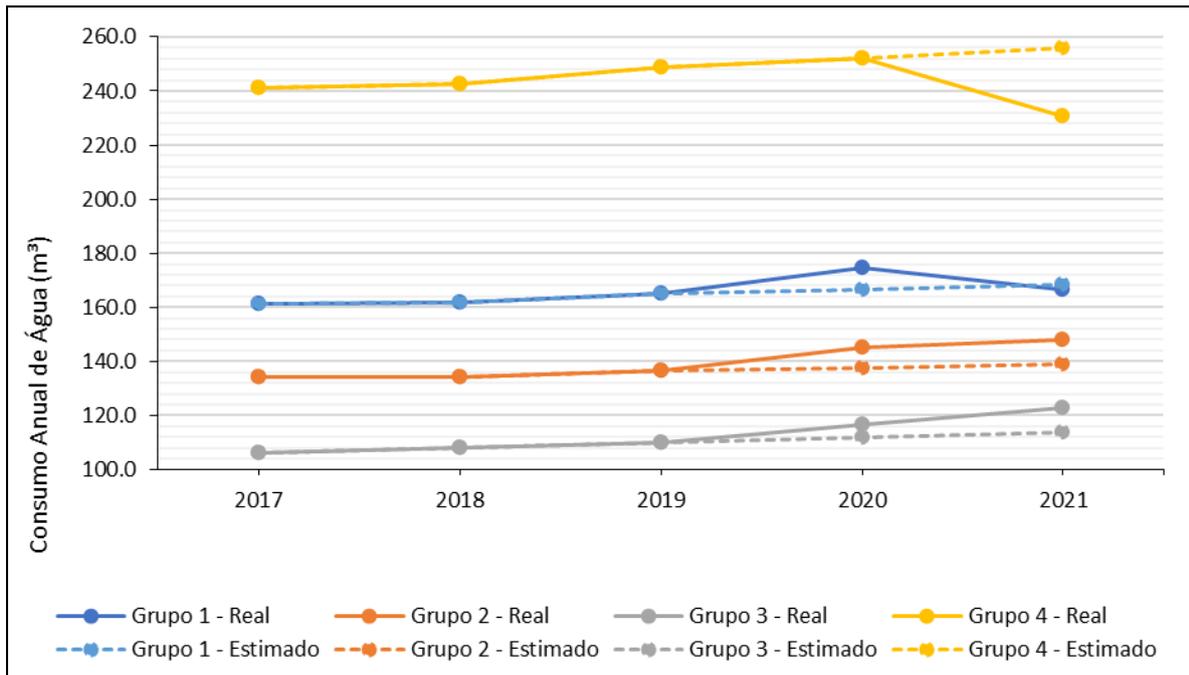


Figura 3: Comparação do consumo real de água durante a pandemia de COVID-19 com os valores estimados.

O Grupo 4 teve comportamento contrário aos Grupos 2 e 3 e reduziu o consumo de água., apesar da expectativa de aumento. Esse grupo apresentou elevada variação negativa do consumo, principalmente quando consideramos os padrões de consumo que ocorriam antes da pandemia. Dessa forma, podemos afirmar que os setores censitários que mais consumiam água antes da pandemia foram os que mais reduziram o consumo.

E por último, o Grupo 1 teve comportamento intermediário, apresentando um aumento do consumo de água durante do primeiro ano da pandemia maior do que o estimado. Todavia, para o segundo ano, esse consumo reduziu em relação a 2020, mas foi igual ao estimado.

CONCLUSÕES

O presente artigo buscou investigar o padrão de consumo e as mudanças provocadas pela pandemia de COVID-19 a partir de um agrupamento de séries temporais. A aplicação método de cluster hierárquico apontou o agrupamento dos setores censitários em 4 grupos. Cada grupo apresentou um padrão de consumo diferente e foi impactado pela pandemia de forma diferente. O Grupo 4 foi o único que reduziu o consumo de água durante pandemia. Esse grupo compor por 5% dos setores mantinha um elevado padrão de consumo antes da pandemia e que teve forte redução durante a pandemia, principalmente após o primeiro ano. Os Grupos 1, 2 e 3 aumentaram o consumo durante a pandemia, padrão que era indicado antes do seu início.

Ao comparar os resultados reais do consumo de água durante a pandemia de COVID-19 com os valores estimados, observa-se os impactos das mudanças de hábitos e medidas de controle do vírus no sistema de abastecimento de água, com aumento do consumo de água na maioria dos setores censitários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Billings and C. Jones, "Forecasting Urban Water Demand", American Water Works Association, 2011.
2. Buurman, J. et al. "The impact of COVID-19 on urban water use: a review", *Water Supply*, vol 22, issue 10, pp. 7590–7602., 2022.
3. Guo, S. Liu, Y. Wu, J. Li, R. Zhou and X. Zhu, "Short-term water demand forecast based on deep learning method", *Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 144, no. 12, pp. 1-11, 2018.
4. Ioannou, E. F. Creaco and C. S. Laspidou, "Exploring the effectiveness of clustering algorithms for capturing water consumption behavior at household level", *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 5, pp. 1-15, 2021.
5. Mareaseni, T. et al. Impact of COVID-19 in the forestry sector: A case of lowland region of Nepal. *Land Use Policy*, vol. 120, 106280, 2022.
6. Nielsen, R. et al. "The Covid-19 impacts on the European Union aquaculture sector", *Marine Policy*, vol 147, 105361, 2023. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X22004080>
7. Wu, J. et al. "An evaluation of the impact of COVID-19 lockdowns on electricity demand", *Electric Power Systems Research*, Volume 216, 109015, 2023.