

**Investigação de fatores relacionados ao consumo de água no ambiente construído**

Eduarda Kiatkowski, Beatriz Falcao Tzelikis, Andreza Kalbusch e Elisa Henning

**INTRODUÇÃO**

Diversos fatores, para além das condições climáticas, influenciam o consumo de água no ambiente construído. Vários estudos sugerem que fatores socioeconômicos, mudanças políticas, crises sanitárias e ajustes nos sistemas de medição podem influenciar os padrões de consumo de água e energia, especialmente em habitações de interesse social. A individualização da medição tem sido relacionada à redução do consumo, ao favorecer maior conscientização dos usuários (Sborz *et al.*, 2024).

Neste trabalho, investigam-se os fatores relacionados ao consumo de água em dois condomínios de habitação de interesse social, com foco na análise do consumo de água e energia antes e depois de duas intervenções ocorridas em um Condomínio (A): a individualização do sistema de medição de consumo de água e a desativação do sistema solar de aquecimento de água (SAS). Um segundo condomínio (B), que não passou por tais alterações, foi utilizado como grupo controle, permitindo a aplicação da metodologia *Difference-in-difference* (DiD) para isolar os efeitos das intervenções.

O estudo busca avaliar como essas intervenções impactam o consumo de água e energia, comparando o comportamento dos usuários nos dois condomínios. Essa abordagem permite compreender de forma mais precisa os efeitos da individualização da medição e da desativação do sistema solar sobre o uso eficiente dos recursos, contribuindo para a discussão sobre gestão tecnológica em habitações de interesse social.

**DESENVOLVIMENTO**

Este estudo adotou uma abordagem quantitativa para avaliar o impacto das intervenções tecnológicas no consumo de água e energia em dois condomínios de habitação de interesse social, comparando os padrões de consumo antes e depois da individualização da medição do consumo de água e desativação do sistema solar de aquecimento.

Inicialmente foi realizada a limpeza das séries temporais de consumo de água e energia elétrica, com o objetivo de remover valores atípicos (*outliers*) que pudessem distorcer os resultados. Para isso, utilizou-se a função *tsclean*, disponível no pacote *forecast* (Hyndman, 2025) do software R (R Core Team, 2025). O desenvolvimento e a execução do código foram realizados no Rstudio, uma interface integrada que facilita a programação em R.

Para avaliar o impacto da mudança no sistema de medição de consumo de água e energia elétrica, foi aplicado o método *Difference-in-Difference* (DiD). O DiD é uma técnica utilizada para estimar efeitos causais a partir de dados observacionais, comparando a variação média no resultado (neste caso, o consumo) antes e depois de uma intervenção em um grupo de tratamento com a variação no mesmo período em um grupo de controle (Fredriksson; Oliveira, 2019). Estudos recentes demonstram que essa abordagem é eficaz para avaliar intervenções em ambientes urbanos quando há um grupo de controle adequado (Roth *et al.*, 2023; Wang; Hamad; White, 2024), possibilitando identificar mudanças significativas no comportamento dos usuários decorrentes da intervenção.

**RESULTADOS**

Após a intervenção, ambos os condomínios apresentaram aumento no consumo de energia elétrica (Figura 1a), mas o crescimento foi mais moderado no Condomínio A (de 182,44 para

188,54 kWh/apartamento/mês) em comparação ao Condomínio B (de 171,54 para 184,29 kWh/apartamento/mês). Quanto ao consumo de água (Figura 1b), o Condomínio A reduziu significativamente o consumo (de 15,11 para 11,80 m<sup>3</sup>/apartamento/mês), enquanto o Condomínio B apresentou leve aumento (de 11,85 para 12,32 m<sup>3</sup>/apartamento/mês), evidenciando o efeito positivo da individualização da medição sobre o uso eficiente dos recursos.

Esse resultado sugere que a mudança no sistema de medição contribuiu para um controle mais eficiente do consumo no Condomínio A. Neste condomínio, foram implementadas duas intervenções principais: a individualização do consumo de água e a desativação do SAS, que fornecia água aquecida para os chuveiros. A individualização da medição resultou na esperada redução do consumo de água. Já a desativação do SAS poderia ter levado a um aumento maior no consumo de energia, mas isso não se confirmou, indicando que a individualização pode ter incentivado hábitos mais conscientes de uso.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório teve como objetivo principal analisar os fatores que influenciam o consumo de água e energia elétrica em dois condomínios de habitação de interesse social, com foco na avaliação dos efeitos da individualização da medição do consumo de água, e remoção do SAS ocorrida no Condomínio A. De maneira geral, os resultados apontam que as intervenções realizadas no Condomínio A produziram efeitos distintos sobre os consumos analisados. Enquanto o consumo de energia elétrica apresentou aumento mais moderado em comparação ao Condomínio B, o consumo de água registrou uma redução expressiva, evidenciando que a individualização da medição contribuiu para o uso mais eficiente dos recursos.

Dessa forma, conclui-se que a individualização dos sistemas de medição de água tem potencial para influenciar positivamente o comportamento de consumo em empreendimentos habitacionais. Os resultados obtidos reforçam a importância de políticas públicas voltadas à eficiência no uso de recursos naturais, especialmente em contextos de habitação social, em que as ações podem gerar benefícios significativos tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico.

**Palavras-chave:** Difference-in-Difference; Habitação de interesse social; Consumo de água.

## ILUSTRAÇÕES

Figura 1a)

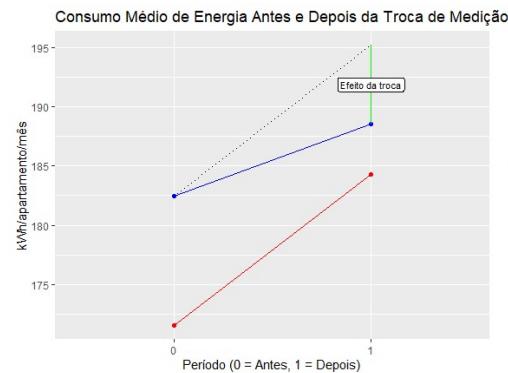
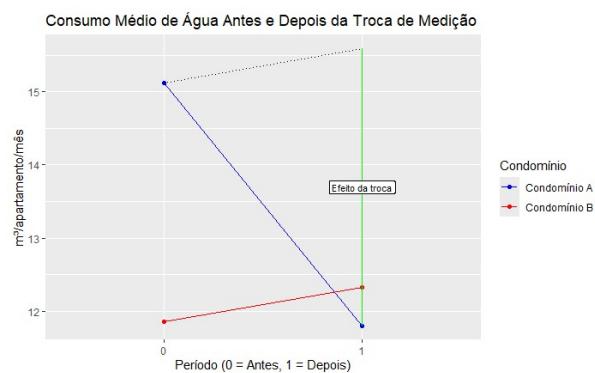


Figura 1b)



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SBORZ, Julia et al. Individualized metering and the influence of other endogenous and exogenous factors on water consumption in social housing. **AQUA – Water Infrastructure, Ecosystems and Society**, [S. l.], 2024. DOI: 10.2166/aqua.2024.086. Disponível em: [https://iwaponline.com/aqua/article/doi/10.2166/aqua.2024.086/106212/Individualized-metering-and-the-influence-of-other?utm\\_source=chatgpt.com](https://iwaponline.com/aqua/article/doi/10.2166/aqua.2024.086/106212/Individualized-metering-and-the-influence-of-other?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 9 set. 2025.

HYNDMAN, R. J. **forecast**: Forecasting Functions for Time Series and Linear Models. R package version 8.24.0, 2025. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/forecast/forecast.pdf>. Acesso em: 9 set. 2025.

ROTH, Jonathan et al. What's trending in difference-in-differences? A synthesis of the recent econometrics literature. **Journal of Econometrics**, [S. l.], v. 235, p. 2218–2244, 2023. DOI: 10.1016/j.jeconom.2023.03.008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2023.03.008>. Acesso em: 9 set. 2025.

WANG, G. et al. Advances in Difference-in-differences Methods for Policy Evaluation Research. **Epidemiology**, [S. l.], v. 35, n. 5, p. 628-637, 2024. DOI: 10.1097/EDE.0000000000001755.

POSIT. **RStudio**: Integrated Development for R. 2025. Disponível em: <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>. Acesso em: 9 set. 2025.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em: <https://www.r-project.org>. Acesso em: 9 set. 2025.

---

## DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** Eduarda Kiatkowski

**MODALIDADE DE BOLSA:** Pesquisa

**VIGÊNCIA:** 09/2024 a 09/2025 – Total: 12 meses

**ORIENTADOR(A):** Andreza Kalbusch

**CENTRO DE ENSINO:** UDESC

**DEPARTAMENTO:** Departamento de Engenharia Civil

**ÁREAS DE CONHECIMENTO:** Engenharias / Engenharia Civil

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** Investigação de fatores relacionados ao consumo de água no ambiente construído.

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** NPP3188-2017