INFLUÊNCIA DE INDICADORES CLIMÁTICOS NO CONSUMO DE ÁGUA EM HOSPITAIS

Letícia Beatriz Santana, Elisa Henning, Andreza Kalbusch

INTRODUÇÃO

Em hospitais, edifícios que fazem parte do setor terciário, tem-se considerável necessidade de consumo de recursos (González *et al*., 2016), como água e energia. De modo geral, no entanto, o consumo de água varia tanto ao longo do dia quanto ao longo do ano, com maior consumo nos meses mais quentes (D'Alessandro *et al*., 2016). Portanto, este estudo tem o objetivo de investigar se há relação entre indicadores climáticos e o consumo de água em hospitais de Joinville.

DESENVOLVIMENTO

Graus-dia (*degree-days*) é um parâmetro que calcula a intensidade e a duração de temperaturas externas a partir da diferença entre a temperatura máxima ou mínima do dia e uma temperatura base, aquela na qual não é necessário resfriamento ou aquecimento do ambiente. Este parâmetro é utilizado para estudar a influência de fatores geográficos, como latitude, longitude e altitude no consumo de água (González *et al*., 2016). O *heating degree days* (HDD) e o *cooling degree days* (CDD) representam a quantidade de energia necessária para aquecer ou resfriar, respectivamente, um ambiente interno até uma temperatura de referência especificada (Tringa *et al*., 2025). As fórmulas utilizadas para o cálculo do CDD e HDD estão listadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1. *Fórmulas para cálculo de CDD e HDD.*

Caso	Condição	Graus-dia de resfriamento	Graus-dia de aquecimento
1	$T_{max} \leq T_{base}$	0	$HDD = T_{base} - T_{média}$
2	$T_{média} \leq T_{base} < T_{max}$	$CDD = (T_{max} - T_{base}) /4$	$HDD = [(T_{base} - T_{min}) /2] - [(T_{max} - T_{base}) /4]$
3	$T_{min} < T_{base} < T_{média}$	$CDD = [(T_{max} - T_{base}) /2)] - [(T_{base} - T_{min}) /4]$	$HDD = (T_{base} - T_{min}) /4$
4	$T_{min} \geq T_{base}$	$CDD = T_{média} - T_{base}$	HDD = 0

Fonte: Adaptado de Tringa *et al.* (2025).

A correlação é um método utilizado para avaliar se há associação linear bidirecional entre duas variáveis numéricas. Assim, o coeficiente de correlação representa a força da associação linear entre duas variáveis (Mukaka, 2012). Para analisar a influência de indicadores climáticos no consumo de água em hospitais, calculou-se o coeficiente de correlação entre os indicadores de consumo de água por área e por leito de seis hospitais (H1, H2, H3, H4, H5 e H6) na cidade de Joinville no ano de 2020 e as seguintes variáveis: temperatura média mensal, CDD e HDD. Além disso, também foram calculados os coeficientes de correlação entre a temperatura média mensal e os indicadores CDD e HDD. Foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson quando as variáveis possuíam distribuição normal e, caso contrário, o coeficiente de correlação de Spearman. Foi utilizado o software R (R Core Team, 2026) e adotado nível de significância $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

Os coeficientes de correlação dos dados dos hospitais H1, H2, H4 e H6 apresentaram p-valor maior que 0,05, indicando que a correlação não é estatisticamente significativa. Além disso, no H3, a correlação entre os indicadores de consumo por mês e o HDD, e no H5 a correlação entre HDD e o indicador por área, também não apresentaram significância estatística.

Tabela 1. *Coeficiente de correlação entre as variáveis (p-value < 0,05)*

Variáveis			Coeficiente	p-valor
Clima	Temp. média	CDD	0,983[a]	<0,001
	Temp. média	HDD	-0,911[b]	<0,001
H3	Temp. média	Indicador de consumo/área	0,676[a]	0,0159
	Temp. média	Indicador de consumo/leito	0,691[a]	0,0128
	CDD	Indicador de consumo/área	0,642[a]	0,0244
	CDD	Indicador de consumo/leito	0,667[a]	0,0179
H5	Temp. média	Indicador de consumo/área	0,615[b]	0,0373
	Temp. média	Indicador de consumo/leito	0,671[b]	0,0204
	CDD	Indicador de consumo/área	0,734[b]	0,0091
	CDD	Indicador de consumo/leito	0,790[b]	0,0036
	HDD	Indicador de consumo/leito	-0,591[b]	0,0431

[a]Pearson; [b]Spearman

Fonte: Autoras (2026).

É necessário ressaltar que o maior valor de HDD de 2020 foi de 19,07 °C.dia no mês de agosto, enquanto o maior valor de CDD foi de 151,49 °C.dia em janeiro do mesmo ano, o que provavelmente se deve ao fato de que em Joinville, devido às temperaturas médias não serem tão baixas em período de inverno, não há necessidade de aquecimento como em outras cidades do estado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do cálculo dos coeficientes de Pearson e Spearman, foi possível atingir o objetivo do trabalho de relacionar o consumo de água com indicadores climáticos. Em dois dos seis hospitais da amostra, o consumo de água apresentou correlação estatística significativa com os indicadores climáticos analisados. Como o período estudado foi atípico por conta da pandemia do COVID-19, é relevante investigar outros períodos para comparar com os valores encontrados.

Palavras-chave: Graus-dia; hospital; consumo de água; correlação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

D'ALESSANDRO, Daniela; TEDESCO, Pierpaolo; REBECCHI, Andrea; CAPOLONGO, Stefano. Monographic section 56 Water use and water saving in Italian hospitals. A preliminary investigation. **Ann Ist Super Sanità**, v. 52, n. 1, p. 56–62, 2016.

GONZÁLEZ, Alfonso; GARCÍA-SANZ-CALCEDO, Justo; SALGADO, David. Quantitative Determination of Potable Cold Water Consumption in German Hospitals. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 932, 23 mar. 2018.

GONZÁLEZ, A. G. *et al.* A Quantitative Analysis of Cold Water for Human Consumption in Hospitals in Spain. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2016, p. 1–10, 2016.

MUKAKA, MM. A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal : The Journal of Medical Association of Malawi**, v. 24, n. 3, p. 69, set. 2012.

R Core Team (2026). _R: A Language and Environment for Statistical Computing_. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. doi:10.32614/ R.manuals <https://doi.org/10.32614/R.manuals>. <https://www.R-project.org/>.

TRINGA, E. *et al.* Assessing future changes in heating and cooling degree days using multiple base temperatures for cultural heritage sites in Greece: A case study of Thessaloniki and Delphi. **Science of The Total Environment**, v. 977, p. 179352, maio 2025.