XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Modelagem do consumo de água em escolas públicas da cidade de Joinville-SC

Modeling water consumption in public schools in Joinville-SC

Jéssica Daiane Cunha Schutt
Universidade do Estado de Santa Catarina | Joinville | Brasil | jessica.civil@gmail.com
Andreza Kalbusch
Universidade do Estado de Santa Catarina | Joinville | Brasil | andreza.kalbusch@udesc.br
Elisa Henning
Universidade do Estado de Santa Catarina | Joinville | Brasil | elisa.henning@udesc.br

Resumo
Diante dos problemas ambientais envolvendo o uso da água, o presente trabalho tem como objetivo identificar os fatores que influenciam o consumo de água nas escolas da cidade de Joinville-SC, estabelecendo modelos de previsão de consumo predial. Levando em consideração que o ambiente escolar é grande responsável pela transmissão de conhecimentos, inclusive acerca do uso racional da água, foram selecionadas para objetos de estudo desta pesquisa, vinte e seis (26) escolas públicas da rede estadual de ensino fundamental e médio. Efetivou-se um levantamento sobre a utilização da água, por meio de visitas e questionário à Direção de cada escola. Os dados coletados permitiram a caracterização das escolas e um diagnóstico preliminar do uso da água. O consumo de água nas escolas avaliadas foi obtido junto à Companhia Águas de Joinville. Uma análise descritiva acerca do indicador de consumo foi realizada, com valores variando entre 5,15 e 18,59 litros/aluno/dia. Foi feita a análise de correlação entre as variáveis e posterior modelagem do consumo de água nas escolas, usando regressão linear múltipla e regressão linear Bayesiana. Os resultados da análise de correlação revelam que quanto maior a renda média no bairro em que a escola está localizada e a razão área por aluno, maior o indicador de consumo. Por outro lado, o número de alunos apresenta correlação negativa com o indicador de consumo per capita. Na modelagem estatística, a variável independente razão área por aluno apresentou-se significativa.

Palavras-chave: Consumo de água. Escolas. Regressão linear múltipla. Regressão linear Bayesiana.

Abstract
This work aims to identify the factors that influence water consumption in schools in the city of Joinville-SC, establishing models for forecasting building water consumption. As the school

Como citar:
SCHUTT, J. D.C.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Modelagem do consumo de água em escolas públicas da cidade de Joinville-SC. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-11.

environment is largely responsible for the transmission of knowledge, including information on water conservation, twenty-six (26) public schools were selected for this research. A survey was carried out on the use of water, through visits and a questionnaire to the management team of each school. The data collected allowed the characterization of schools and a preliminary diagnosis of water use. Water consumption data was obtained from Companhia Águas de Joinville. A descriptive analysis of per capita water consumption was performed, with values ranging from 5.15 to 18.59 liters/student/day. Correlation analysis, multiple linear regression and Bayesian linear regression were used. The results of the correlation analysis reveal that the higher the average income in the neighborhood where the school is located and the area per student ratio, the higher the per capita water consumption. On the other hand, the number of students has a negative correlation with per capita consumption. In the statistical modeling, the independent variable area per student ratio was significant.

Keywords: Water consumption. Schools. Multiple linear regression. Bayesian linear regression.

INTRODUÇÃO

Para alcance da sustentabilidade ambiental no futuro próximo, a água e os recursos relacionados a ela deverão ser gerenciados para o bem-estar e para a integridade do ecossistema em uma economia robusta [1]. A disponibilidade de água (em quantidade e qualidade) para satisfazer as necessidades básicas dos seres humanos, com estilos de vida e comportamentos saudáveis, exige uma infraestrutura gerida de forma equitativa e eficiente [1].

Edifícios de uso coletivo são locais estratégicos para o desenvolvimento de projetos de análise e conservação de água. O fato de serem lugares com alta concentração de consumo, faz com que qualquer intervenção orientada possa ter efeitos proporcionais por apresentarem alta concentração de pessoas [2]. A gestão ambiental deve fazer parte da administração das escolas, sendo abordada de forma holística e responsável [3]. Dessa forma, a redução do consumo de água pode não só proporcionar benefícios ambientais, mas também benefícios econômicos para as instituições [3]. Por isso, controlar o consumo de água depende do usuário ter acesso ao conhecimento do consumo praticado e é, principalmente, uma atitude voluntária [4]. Segundo os autores é importante permitir que os usuários tenham acesso às informações que os levem a constatar as consequências de suas ações.

Para Farina et al. [2], o ambiente escolar é base importante de uma nação, capaz de influenciar profundamente o desenvolvimento da sociedade. Inserido nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo a modelagem estatística do consumo de água nas escolas estaduais do ensino fundamental e médio da cidade de Joinville-SC. Entre os fatores intervenientes no consumo de água são considerados aspectos construtivos, quantitativos e qualitativos das edificações escolares. O estudo objetiva avaliar os indicadores de consumo per capita de água e estabelecer modelos de previsão de consumo.

O objetivo deste estudo, ao mesmo tempo em que reforça a necessidade de gerenciamento de uso da água nas escolas, fornece uma abordagem estruturada para identificar as oportunidades de redução do uso da água nesta tipologia de edificações. A aplicação de sistemas sustentáveis de gestão do uso da água nas escolas é uma grande oportunidade para educar as futuras gerações sobre as vantagens de preservar

recursos naturais [5]. Para Fan et al. [6], os fatores que afetam o consumo de água devem ser identificados a fim de que políticas públicas efetivas sejam desenvolvidas. No entanto, os fatores influenciadores do consumo de água nas escolas ainda são pouco explorados.

Neste artigo são utilizadas técnicas estatísticas multivariadas para análise e identificação dos fatores que influenciam o consumo per capita de água nas escolas da cidade de Joinville-SC, estabelecendo modelos de previsão de consumo. Este estudo destaca-se pela importância do tema, uma vez que, apenas com o conhecimento acerca dos fatores que influenciam o consumo de água, ações com o objetivo de economizar água podem efetivamente ser implementadas.

MÉTODO

CONSUMO DE ÁGUA

Neste estudo foram avaliadas todas as escolas estaduais (n=26) de ensino fundamental e médio da cidade de Joinville que apresentaram histórico de consumo junto à concessionária de água. Os valores de consumos mensais no período histórico de 24 meses (janeiro de 2016 a dezembro de 2017) foram obtidos junto à Companhia Águas de Joinville. Para cálculo do número de agentes consumidores foi considerado o número de alunos por escola no mesmo período. Para a quantidade de dias letivos de cada mês, recorreu-se aos calendários escolares de 2016 e 2017. Para o mês de janeiro, em que não houve dias letivos, o indicador de consumo não foi considerado. O número de alunos e os calendários escolares foram fornecidos pela Secretaria de Estado da Educação da cidade [7]. O indicador de consumo (litros/aluno/dia) das escolas foi obtido pela razão entre o volume de água consumido por dia e o número de alunos.

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

A análise de correlação foi realizada para identificar as relações existente entre a variável dependente (consumo per capita) e as variáveis independentes. Para as variáveis independentes, variáveis quantitativas e qualitativas das escolas foram levantadas. Inicialmente verificou-se a normalidade dos dados da variável dependente por meio do teste de Shapiro-Wilk. Em caso de não normalidade dos dados, pode ser necessária a transformação da variável dependente, usando o critério de transformação logarítmica (ln).

Posteriormente, a fim de identificar um subconjunto de variáveis preliminar, foram analisadas e calculadas as correlações entre a variáveis independentes e a variável dependente. Montgomery e Runger [8] afirmam que essa técnica pode auxiliar na seleção de variáveis para um modelo de regressão. Entraram no modelo as variáveis com correlações significativas ao nível de significância de 5%.

REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

De acordo com Montgomery e Runger [8], utiliza-se regressão linear múltipla quando a variável dependente ou de resposta (y) pode estar relacionada a k variáveis independentes ou regressoras, conforme Equação 1.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots \beta_k x_k + \varepsilon \quad (1)$$

Em que:
y: modelo de regressão (variável dependente);
β_j $(j = 0, 1, \ldots k)$: coeficientes de regressão;
x_j $(j = 0, 1, \ldots k)$: variáveis regressoras;
ε: resíduo;
β_0: intercepto.

Foi considerada para a variável dependente, o indicador de consumo per capita, uma variável quantitativa e contínua. Para as variáveis independentes, foram adotadas para a pesquisa as seguintes variáveis quantitativas contínuas e qualitativas: número de alunos (x_1); número total de torneiras ativas (lavatórios, torneiras de cozinha e limpeza) (x_2); número de bacias sanitárias ativas (x_3); número de mictórios ativos (x_4); número de chuveiros ativos (x_5); número de bebedouros ativos (x_6); número de lavatórios automáticos acionados mecanicamente (x_7); vazão média de operação dos lavatórios (x_8); vazão média de operação das torneiras de cozinha (x_9); média de vazões de operação dos chuveiros operando com vazão máxima (x_{10}); vazão média de operação dos chuveiros a 40°C (x_{11}); perfil econômico do bairro onde está localizada a escola (x_{12}); idade da edificação (x_{13}); área construída da edificação (x_{14}); média do número de refeições que a escola oferece por dia (x_{15}); razão área por aluno (x_{16}); percentual de torneiras ativas (x_{17}); percentual de torneiras desativadas (x_{18}); percentual de torneiras com vazamento (x_{19}); percentual de lavatórios automáticos acionados mecanicamente (x_{20}); percentual de bacias sanitárias ativas (x_{21}); percentual de bacias sanitárias desativadas (x_{22}); percentual de bacias sanitárias com vazamento (x_{23}); percentual de bebedouros ativos (x_{24}); percentual de bebedouros desativados (x_{25}); percentual de bebedouros com vazamento (x_{26}); percentual de mictórios ativos (x_{27}); percentual de mictórios desativados (x_{28}); percentual de mictórios com vazamento (x_{29}); percentual de chuveiros ativos (x_{30}); percentual de chuveiros desativados (x_{31}); percentual de chuveiros com vazamento (x_{32}); distância da escola ao centro da cidade (x_{33}); existência de 2º pavimento (x_{34}); número de turnos que a escola oferece (x_{35}); existência de banheiros no 2º pavimento (x_{36}); existência de sistema de aproveitamento de água pluvial (x_{37}); existência de vazamentos visíveis (x_{38}); existência de programa de manutenção da rede hidráulica (x_{39}); existência de programa de uso racional da água (x_{40}).

Para a seleção das variáveis foi utilizado o método stepwise, que adiciona ou remove variáveis regressoras por meio de uma sequência de modelos. O método de Mínimos Quadrados Ordinários foi aplicado para estimação dos parâmetros. Após o ajuste do modelo é necessário verificar sua adequação. O coeficiente de determinação múltipla (R^2) foi utilizado como uma estatística global para avaliar este ajuste. Além do critério

do coeficiente de determinação (R^2) para seleção do modelo, foi verificado o critério de informação de Akaike (AIC) [9]. Para verificar se o modelo de regressão atende as condições dos resíduos, foram realizados, além de análises gráficas, testes estatísticos paramétricos.

REGRESSÃO LINEAR BAYESIANA

Para complementar as analises, foi ajustado também um modelo de regressão linear Bayesiana. Na maioria dos casos, uma análise Bayesiana não altera drasticamente os resultados, mas os torna mais interpretáveis e mais fáceis de entender e descrever [10, 11]. O modelo incorpora o conhecimento prévio, distribuição *a priori*, sobre os parâmetros para obter a distribuição dos parâmetros de regressão, chamada de distribuição posterior [12], que é um conjunto de diferentes valores plausíveis para cada parâmetro e representa a probabilidade dos diferentes efeitos. A distribuição *a priori* utilizada foi do tipo conjugada, pouco informativa e da família da distribuição normal. Com a distribuição posterior, um intervalo de credibilidade e alguns índices de significância são descritos neste artigo a partir de uma estimativa pontual (a mediana). O intervalo de credibilidade é baseado no Intervalo de Densidade Mais Alta (HDI), que indica o intervalo que contém 89% dos valores de efeito mais prováveis. Os intervalos de 89% são mais apropriados para distribuições Bayesianas posteriores, em relação à estabilidade computacional [11, 13].

Dois índices são ainda calculados: a Probabilidade de Direção (pd), que é a proporção da distribuição a posteriori que é positiva; e o Fator Bayes, índice de evidência relativa de significância. A análise do Fator Bayes baseia-se em uma escala desenvolvida por Jeffreys [14] e modificada por Raftery [15], segundo a qual valores abaixo de 1,0 indicam não haver evidência de significância; entre 1,0 e 3,0 indicam evidência fraca; entre 3,0 e 20, uma evidência positiva e, acima de 20, uma evidência forte [15]. A análise estatística foi feita com o software R [16] com auxílio do pacote rstanarm [17].

RESULTADOS

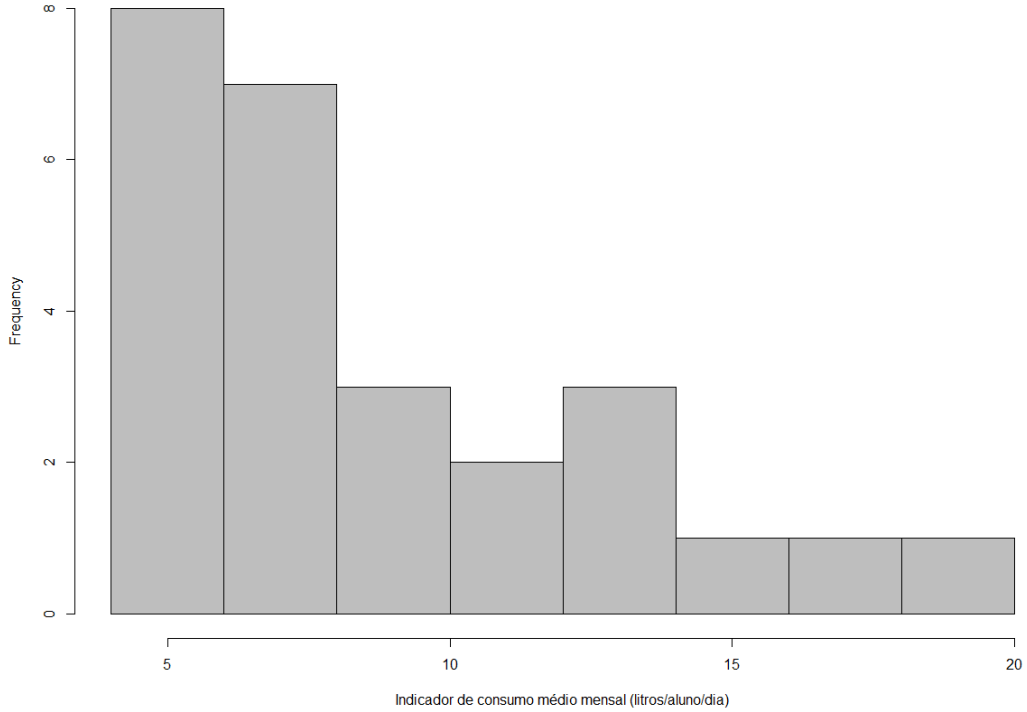
A análise descritiva do consumo per capita de água pode ser observada na Tabela 1. Foi encontrado valor máximo de 18,59 litros/aluno/dia e valor médio de 8,833 litros/aluno/dia. A Figura 1 apresenta a distribuição do indicador de consumo per capita. Na figura verifica-se uma distribuição assimétrica à direita, com aproximadamente 70% das observações, com indicador de consumo até 10,00 litros/aluno/dia.

Tabela 1: Medidas descritivas

	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
IC (litros/aluno/dia)	5,150	5,918	6,930	8,833	10,523	18,590	4,042

Fonte: os autores.

Figura 1: Histograma para a variável dependente consumo per capita (litros/aluno/dia)



Fonte: os autores.

Utilizou-se para a variável dependente a transformação logarítmica, pois o consumo per capita não apresentou distribuição normal. Cruz et al. [18] também utilizaram essa transformação em seu estudo.

CORRELAÇÃO E REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

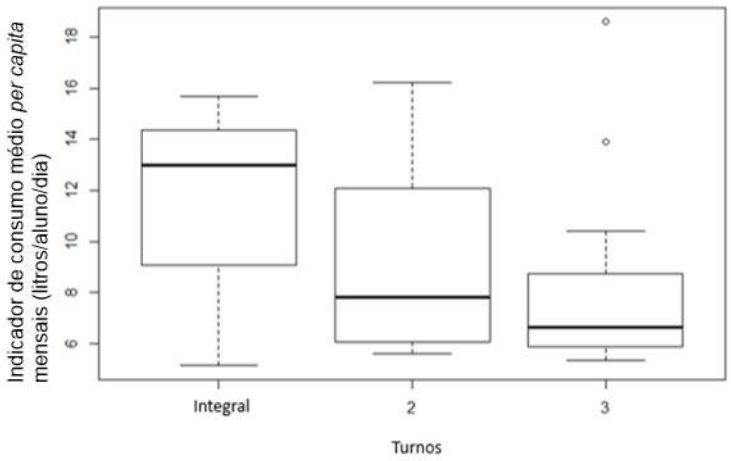
Após calcular as correlações e analisar o comportamento individual das variáveis (Tabela 2), foi realizada a exclusão das variáveis que não atendiam os critérios de seleção. Para as variáveis qualitativas, um estudo dos boxplots foi efetuado para analisar as influências dessas variáveis no consumo per capita. As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, os boxplots dos indicadores de consumos médios per capita das escolas por número de turnos e com relação à presença ou não de sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Tabela 2: Variáveis independentes, t, p-valor e correlação com indicador de consumo per capita

	Variáveis	Valor t	p-valor	Correlação (r)
x1	Número de alunos	-1,8538	0,076100	-0,3544*
x2	Número total de torneiras ativas (lavatórios, torneiras de cozinha e limpeza)	-0,1676	0,868	-0,0343
x3	Número de bacias sanitárias ativas	1,170	0,2534	0,2325
x4	Número de mictórios ativos	1,06970	0,2954	0,2131
x5	Número de chuveiros ativos	1,5502	0,1342	0,3019**
x6	Número de bebedouros ativos	-0,69132	0,496	-0,1401
x7	Número de lavatórios automáticos acionados mecanicamente	0,3456	0,7326	0,0704
x8	Vazão média de operação dos lavatórios	-1,0694	0,2955	-0,2137
x9	Vazão média de operação das torneiras de cozinha	-0,60344	0,5519	-0,1222
x10	Média de vazões de operação dos chuveiros operando com vazão máxima	1,4519	0,1595	0,2847**
x11	Vazão média de operação dos chuveiros a 40°C	0,26761	0,7913	0,0552
x12	Perfil econômico do bairro onde está localizada a escola	2,1283	0,04377	0,3988*
x13	Idade da edificação	0,25461	0,8012	0,0516
x14	Área construída da edificação	1,1046	0,2803	0,2201
x15	Número médio de refeições servidas diariamente	-1,0482	0,305	-0,2093
x16	Razão área por aluno	2,445	0,0222	0,4471*
x17	Percentual de torneiras ativas	-0,65972	0,5157	-0,1325
x18	Percentual de torneiras desativadas	0,65958	0,5158	0,1325
X19	Percentual de torneiras com vazamento	0,49015	0,6285	0,0996
x20	Percentual de lavatórios automáticos acionados mecanicamente	0,12585	0,9009	0,0257
x21	Percentual de bacias sanitárias ativas	-0,074798	0,941	-0,0147
x22	Percentual de bacias sanitárias desativadas	0,074798	0,941	0,0147
x23	Percentual de bacias sanitárias com vazamento	0,85089	0,4032	0,1713
x24	Percentual de bebedouros ativos	0,48793	0,63	0,0990
x25	Percentual de bebedouros desativados	-0,48793	0,63	-0,0990
x26	Percentual de bebedouros com vazamento	-0,85287	0,4022	-0,1713
x27	Percentual de mictórios ativos	0,89591	0,3792	0,1800
x28	Percentual de mictórios desativados	-1,4713	0,1542	-0,2878**
x29	Percentual de mictórios com vazamento	1,2815	0,2123	0,2531
x30	Percentual de chuveiros ativos	-0,11892	0,9063	-0,0240
x31	Percentual de chuveiros desativados	0,10435	0,9178	0,0213
x32	Percentual de chuveiros com vazamento	0,93047	0,3614	0,1868
x33	Distância da escola ao centro da cidade	0,04272	0,9663	0,0087

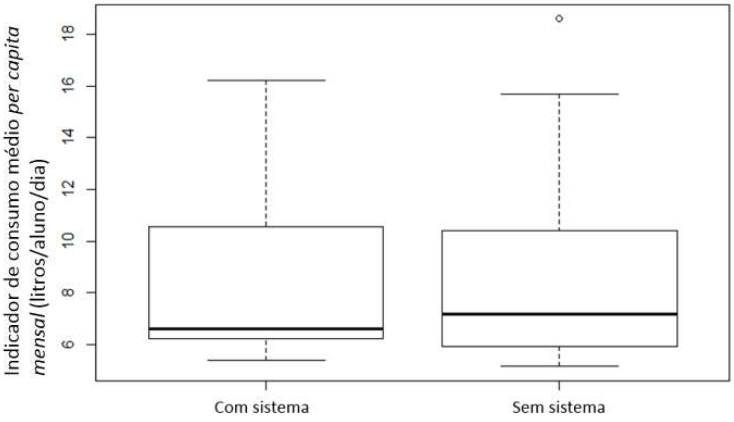
Notas: * - A correlação é significativa ao nível de 0,05; ** - A correlação é significativa ao nível de 0,2.
Fonte: os autores.

Figura 2: Boxplots dos indicadores de consumos médios per capita das escolas por número de turnos



Fonte: os autores.

Figura 3: Boxplots dos indicadores de consumos médios per capita das escolas com relação à existência de sistema de aproveitamento de água pluvial



Fonte: os autores.

As escolas que trabalham em turno integral apresentam a maior mediana de consumo (12,99 litros/aluno/dia). As escolas que trabalham em 2 turnos (matutino e vespertino) apresentam mediana de 7,81 litros/aluno/dia e as escolas que trabalham em regime de ensino com 3 turnos (matutino, vespertino e noturno) apresentam mediana de 6,65 litros/aluno/dia. No entanto, das escolas analisadas, apenas 3 oferecem ensino em turno integral. Com relação a sistemas alternativos de abastecimento de água, 5 escolas apresentaram sistema de aproveitamento de água pluvial e 21 escolas não apresentaram nenhum tipo de sistema alternativo de abastecimento de água.

A partir das análises iniciais, utilizou-se o método automático de escolha de variáveis stepwise, tendo sido o modelo ajustado conforme Equação 2.

$$\ln(IC) = 1{,}76244 + 0{,}10458x_{16} \quad (2)$$

Em que:

IC = Indicador de consumo per capita (litros/aluno/dia);

x_{16} = Razão área por aluno.

Os resultados da análise de regressão múltipla para os fatores influenciadores do consumo nas escolas estão na Tabela 3, utilizando um nível de significância de 5%.

Tabela 3: Resultados para variável dependente – Indicador de consumo

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	t	p-valor
Intercepto	1,76244	0,15402	11,443	$3{,}32x10^{-11}$ ***
Área por aluno	0,10458	0,04271	2,448	0,022 *

Notas: Nível de significância: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

$F = 5{,}995 \qquad p - valor = 0{,}02203$

$R^2 = 19{,}99\% \quad R^2\ ajustado = 16{,}65\%$

Fonte: os autores.

Os resultados da Tabela 3 mostram que quanto maior a razão área por aluno, maior será o indicador de consumo per capita (litros/aluno/dia) nas escolas avaliadas. Os resíduos do modelo atenderam às suposições necessárias, apresentando distribuição normal, variância constante e ausência de valores discrepantes (*outliers*).

MODELO DE REGRESSÃO BAYESIANA

Os coeficientes do modelo Bayesiano (Tabela 4) são praticamente os mesmos dos resultados do modelo de regressão linear múltipla, e representam a mediana dos valores da distribuição posterior dos parâmetros. A Tabela 4 também contém os intervalos de credibilidade (CI 89%), Probabilidade de Direção (pd) e Fator Bayes (BF).

Tabela 4: Resultados dos Modelo de Regressão Bayesiana

Parâmetro	Mediana	89% CI		pd	BF
Intercepto	1.7634315	1.514	2.022	-	-
Área por aluno	0.104	0.031	0.173	98.58%	2.270

Fonte: os autores.

É possível concluir que o efeito da razão área por aluno no consumo de água per capita é positivo com probabilidade de 98,58%. Como o CI não contém o valor zero, esse efeito também é considerado significativo, mas o Fator Bayes (BF = 2,270) denota que ele é fraco. Embora o modelo linear múltiplo e o Bayesiano tenham levado a uma conclusão semelhante, a estrutura do modelo Bayesiano permite uma compreensão profunda e intuitiva dos efeitos dos parâmetros e da incerteza de sua estimativa [11]. Assim, o modelo Bayesiano corrobora os resultados do modelo de regressão linear múltipla desenvolvido, com a área por aluno sendo empregada para predição de consumo de água nas escolas analisadas.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa foi realizada a fim de contribuir para o conhecimento acerca dos fatores influenciadores no consumo de água nas escolas públicas de Joinville-SC. Constatou-se que as escolas apresentam indicador de consumo entre 5,15 e 18,59 litros/aluno/dia. Os resultados da análise de correlação mostram que o número de alunos tem correlação negativa com o consumo per capita de água nas escolas, enquanto a renda média no bairro em que a escola está localizada e a razão área por aluno apresentam correlação positiva com o indicador de consumo per capita. Foram elaborados modelos de previsão para o indicador de consumo e a variável independente que se apresentou significativa para os modelos de consumo per capita de água foi a razão área por aluno. Os resultados obtidos fornecem embasamento para estimativas de consumo per capita de água em edificações escolares semelhantes às analisadas nesta pesquisa e os modelos obtidos podem ser utilizados para previsão do consumo de água em escolas da cidade.

Esta pesquisa buscou avaliar como variáveis construtivas da edificação, variáveis atreladas aos sistemas prediais existentes e variáveis socioeconômicas dos usuários impactam o consumo de água em escolas da cidade de Joinville (SC). Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação dos procedimentos metodológicos propostos em edificações escolares de outras localidades, além do emprego de técnicas de modelagem que considerem a variabilidade espacial da relação entre as variáveis independentes e o consumo da água.

A investigação do consumo de água nesta tipologia de edificações é importante pois pode subsidiar o planejamento de ações voltadas à conservação da água no ambiente escolar. Esta pesquisa pretende servir de base para outras pesquisas acerca do uso da água nesta tipologia de edifícios, almejando que a conservação da água faça parte do cotidiano de crianças e adolescentes, que estando em fase de formação e aprendizado, podem levar adiante os conceitos de conservação da água vivenciados na escola.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Companhia Águas de Joinville, à Agência de Desenvolvimento Regional e à Secretaria de Educação de Joinville. Este trabalho recebeu apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) [Termo de Outorga 2021TR837] e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq [Termo de Outorga 423090/2021-6].

REFERÊNCIAS

[1] UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World**. Paris: UNESCO. 139p.

[2] FARINA, M.; MAGLIONICO, M.; POLLASTRI, M.; STOJKOV, I. Water consumptions in public schools. **Procedia Engineering**, v.21, p. 929-938, 2011. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2096

[3] OLIVER, N.; BRÜMMER, D. Factors influencing water consumption in South Africa schools. **Journal of Engineering Design and Technology**, v. 5, n.1, p. 81–94, 2007. https://doi.org/10.1108/17260530710746623

[4] MARINHO, M.; GONÇALVES, M. DO S.; KIPERSTOK, A. Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university. **Journal of Cleaner Production**, v. 62, p. 98-106, 2014. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.053

[5] EL-NWSANY, R.I.; MAAROUF, I.; ABDEL-AAL, W.A. Water management as a vital factor for a sustainable school. **Alexandria Engineering Journal**, v.58, n.1, p. 303-313, 2019. https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.12.012

[6] FAN, L.; GAI, L.; TONG, Y.; LI, R. Urban water consumption and its influencing factors in China: Evidence from 286 cities. **Journal of Cleaner Production**, v. 166, p. 124-133, 2017. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.044

[7] SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <http://serieweb.sed.sc.gov.br/cadueportal.aspx>. Acesso em: 10 set. 2016.

[8] MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. **Applied Statistics and Probability for Engineers**, 6. ed., John Wiley & Sons , Hoboken, 2014.

[9] HYNDMAN, R.J.; ATHANASOPOULOS, G. **Forecasting: Principles and Practice**, 2. ed. OTexts, 2018.

[10] PENNY, W.D.; MATTOUT, J.; TRUJILLO-BARRETO, N. Bayesian model selection and averaging. In: **Statistical Parametric Mapping**, Academic Press, 2007, p. 454-467. https://doi.org/10.1016/B978-012372560-8/50035-8.

[11] MAKOWSKI, D.; BEN-SHACHAR, M. S.; LÜDECKE, D. bayestestR: Describing Effects and their Uncertainty, Existence and Significance within the Bayesian Framework**. Journal of Open Source Software**, v. 4, n. 40, 1541, 2019. https://doi.org/10.21105/joss.01541

[12] MAKOWSKI, D.; BEN-SHACHAR, M. S.; CHEN, S. H. A.; LÜDECKE, D. Indices of Effect Existence and Significance in the Bayesian Framework. **Frontiers in Psychology**, v. 10, 2767, 2019. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02767.

[13] KRUSCHKE, J. **Doing Bayesian data analysis: A tutorial with R, JAGS, and Stan**. Academic Press, 2014.

[14] JEFFREYS, H. **Theory of Probability**, 3. ed., Oxford University Press, Oxford, 1961.

[15] RAFTERY, A. E. Bayesian model selection in social research. **Sociological methodology**, v. 25, p. 111-164, 1995.

[16] R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2022. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/. Acesso em: 30 maio 2022.

[17] GOODRICH, B.; GABRY, J.; ALI, I.; BRILLEMAN, S. **rstanarm: Bayesian applied regression modeling via Stan**. R package version 2.21.3. 2022. Disponível em: https://mc-stan.org/rstanarm. Acesso em: 30 maio 2022.

[18] CRUZ, A.O. De La; ALVAREZ-CHAVEZ, C.R.; RAMOS-CORELLA, M.A.; SOTO-HERNANDEZ, F. Determinants of domestic water consumption in Hermosillo, Sonora, Mexico. **Jounal of Cleaner Production**, v.142, p.1901-1910, 2017. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.094