



## IV-030 – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS DE MEDIÇÃO COLETIVA E INDIVIDUAL NO CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

### **Talita Flores Dias<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e acadêmica do Curso de Mestrado em Engenharia Civil na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

### **Elisa Henning<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Estatística, Matemática e Computação pela Universidade Aberta (UAb). Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora do Departamento de Matemática da UDESC e do Mestrado em Engenharia Civil da UDESC.

### **Andreza Kalbusch<sup>(3)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora do Departamento de Engenharia Civil da UDESC e do Mestrado em Engenharia Civil da UDESC.

### **Adriane Pczieczek<sup>(4)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e acadêmica do Curso de Mestrado em Engenharia Civil na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Campus Universitário Prof. Avelino Marcante – Rua Paulo Malschitzki, 200 – Zona Industrial Norte, Joinville – SC - CEP 89219 – 710. eng.talita@yahoo.com.br.

## **RESUMO**

O consumo de água em edificações habitacionais possui papel fundamental na gestão do uso da água em cidades. A efetividade da economia de água gerada com o emprego do sistema de medição individual (em que o usuário de edifícios multifamiliares paga pelo que consumiu) precisa ser investigada. O presente trabalho tem como objetivo a análise estatística de medições de consumo predial de água, verificando se há diferença entre os sistemas de medição individual e coletiva. O estudo foi realizado com base em seis edifícios situados na cidade de Joinville – SC, considerando o consumo diário de água por pessoa. Os resultados mostraram que há diferença quanto ao consumo de água entre as medições coletivas e individuais para o nível de significância de 5%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de água em edifícios, Medição Individualizada, Medição Coletiva.

## **INTRODUÇÃO**

O problema da escassez de água é assunto cada vez mais recorrente no país. Para que haja garantia de equilíbrio entre a disponibilidade de recursos hídricos e a demanda de utilização, é necessário planejamento. Diante de todo o panorama de escassez de água, é imprescindível a adoção de estratégias que possibilitem reduzir o risco de falta de água, ressaltando a importância da quebra do paradigma de abundância de água que se estabeleceu no Brasil (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

Na área predial, a gestão do uso da água é um dos principais assuntos em projetos de construções sustentáveis (WONG; MUI, 2008). Para Willis et al. (2011), investigações mostram a importância de atitudes ambientais e de conservação de água no comportamento do consumo.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2015), o consumo de água ao redor do mundo é muito variável, estando relacionado com o nível de renda das pessoas e com o nível de desenvolvimento do país. Na Europa o consumo médio diário por pessoa é de 150 litros, já na Índia o consumo é de 25 litros por pessoa por



dia (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015). No Brasil, o volume per capita diário de água produzida nos municípios para consumo humano é de cerca de 200,7 litros/pessoa por dia (VILANOVA; BALESTIERI, 2015).

Podem ser encontrados nas edificações residenciais multifamiliares os sistemas de medição de consumo de água individual e coletiva. Para a medição individualizada de água é necessária a instalação de um hidrômetro para cada unidade habitacional, fazendo assim com que a apuração do volume consumido ocorra de forma individual (CASAL, 2014). Desta maneira, no sistema de medição individual em edifícios multifamiliares, o usuário paga pelo volume de água efetivamente consumido.

No sistema de medição coletiva o volume de água consumido por todas as unidades habitacionais do edifício é medido em conjunto. A divisão do consumo é realizada levando em consideração uma metodologia preestabelecida (por exemplo, área construída ou número de moradores por apartamento).

O objetivo desse trabalho é analisar se há diferenças significativas no consumo de água em razão do tipo de medição utilizado. São comparados os consumos de água entre edifícios com sistemas de medição individual e coletiva.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi elaborado com base em seis edifícios situados em Joinville, nos bairros Saguçu, São Marcos, Costa e Silva, Anita Garibaldi, Floresta e Bom Retiro. Os edifícios foram selecionados pelo seu padrão de acabamento (médio e baixo) para uma análise da variação do consumo de água em edifícios com sistemas de medição coletiva ou individual. Como o estudo apresenta características específicas do imóvel, os edifícios foram classificados numericamente, para não haver prejuízos aos moradores e síndicos.

O valor do consumo de água foi obtido na conta de abastecimento de cada edifício, no período de janeiro a outubro de 2015. Para o referido estudo, a análise foi elaborada pelo indicador de consumo de água (em litros/pessoa por dia). As medições mensais dos edifícios estudados estão descritos nas Tabelas 1 e 2, separados por tipo de medição (individual e coletivo).

**Tabela 1: Medição Individual - Edifícios 001,002 e 003.**

Mês	EDIF 001	EDIF 002	EDIF 003
Jan	112,31	151,21	79,70
Fev	161,38	174,82	107,84
Mar	186,98	145,02	135,04
Abr	141,98	116,52	117,65
Mai	122,46	138,31	124,92
Jun	128,40	131,73	138,89
Jul	108,12	116,85	127,13
Ago	99,76	147,36	127,13
Set	103,09	106,92	127,12
Out	112,90	108,87	115,75

**Tabela 2: Medição Coletiva - Edifícios 004, 005 e 006.**

Mês	EDIF004	EDIF005	EDIF006
Jan	152,72	92,98	93,19
Fev	180,80	178,57	117,06
Mar	159,78	161,29	105,73
Abr	170,31	166,67	116,67
Mai	167,34	161,29	118,28
Jun	166,67	166,67	107,41
Jul	149,70	161,29	103,94
Ago	151,21	161,29	125,45
Set	160,94	166,67	116,67
Out	143,15	161,29	120,07

O tratamento estatístico contempla inicialmente a análise exploratória de dados, com objetivo de identificar valores representativos quanto à centralidade, dispersão e posição. Por meio de gráficos foi avaliada a forma da distribuição dos dados, de modo a auxiliar na decisão sobre a suposição de normalidade, essencial para a aplicação de testes paramétricos para comparação de grupos. Como os dados não apresentam distribuição normal foi aplicado um teste não paramétrico. O software R (R CORE TEAM, 2015) foi utilizado para a realização das análises estatísticas.

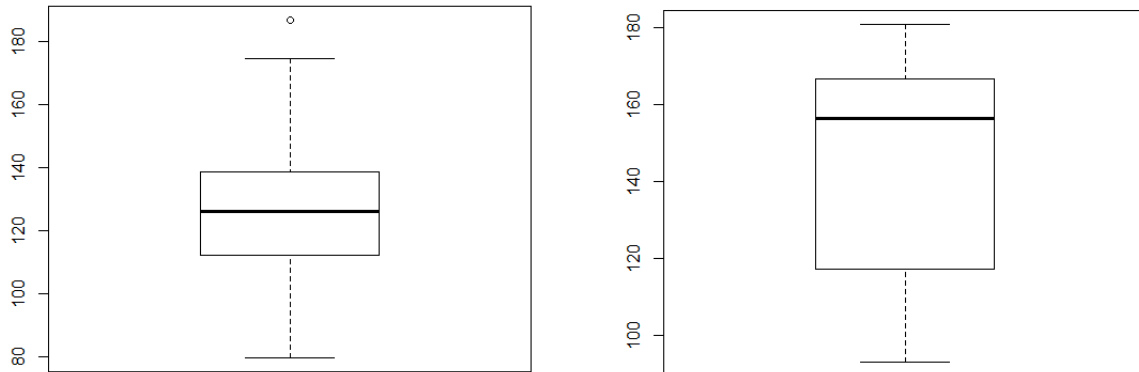
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 está sumarizada a análise exploratória de dados. Pode-se observar que tanto a média, quanto os quartis resultantes da medição individualizada, apresentam valores inferiores à medição coletiva. O gráfico *boxplot* (Figura 1) ratifica o exposto anteriormente.

Na medição individual o *boxplot* (Figura 1a) aponta para uma distribuição aproximadamente normal, com leve assimetria positiva. Observa-se um *outlier* (187,00), que corresponde ao valor máximo observado. No gráfico *boxplot* (Figura 1b) referente à medição coletiva, visualiza-se que a forma da distribuição é assimétrica negativa, com maior dispersão de dados entre a mediana e o quartil inferior.

**Tabela 3: Análise Exploratória de Dados – Medições Individuais e Coletivas**

	Individual	Coletivo
<b>Mínimo</b>	79,70	92,98
<b>Máximo</b>	187,00	180,80
<b>Mediana</b>	126,00	156,20
<b>Média</b>	127,20	143,50
<b>Primeiro Quartil</b>	112,50	117,40
<b>Terceiro Quartil</b>	138,70	165,30
<b>Desvio Padrão</b>	22,626	27,176



**Figura 1: a) *Boxplot* dos dados de consumo com Medição Individual b) *Boxplot* dos dados de consumo com Medição Coletiva.**

Foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk e verificou-se que os valores da medição coletiva não seguem uma distribuição normal ( $p$ -valor = 0,00256). Na medição individual os valores seguem uma distribuição normal ( $p$ -valor = 0,3364), confirmado pelo teste Shapiro- Wilk. Tendo em vista a não normalidade dos dados da medição coletiva, foi aplicado um teste não paramétrico, o teste de Wilcoxon Mann Whitney, para amostras independentes. Este teste é utilizado para verificar se as distribuições são iguais em localização, ou seja, se elas têm a mesma mediana. Corresponde a uma alternativa ao teste  $t$  paramétrico (MONTGOMERY; RUNGER, 2002). Os resultados do teste apontam que há diferenças significativas entre os dois sistemas de medição, coletivas e individuais ( $p$ -valor = 0,02187). O nível de significância adotado foi  $\alpha = 5\%$ .

A literatura apresenta alguns trabalhos sobre a comparação do consumo levando em consideração o tipo de medição (BARRAQUÉ, 2011; PERES, OLIVEIRA, 2006). Assim, os resultados concordam com o exposto por Silva (2010) que conclui que há uma redução no consumo ao se utilizar medidores individuais.

## CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram comparados valores de consumo de água em edifícios, considerando-se dois diferentes sistemas de medição: coletivos e individuais. Em razão da não normalidade dos dados foi aplicado um teste não paramétrico (Wilcoxon Mann Whitney) que permitiu comprovar que há diferenças no consumo de água per capita entre as medições coletivas e individuais, considerando o nível de significância de 5%.

A medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais é a forma mais justa de cobrança, pois o usuário paga pelo volume efetivamente consumido. Pelo exposto no presente trabalho, há ainda a vantagem de redução no consumo em comparação ao sistema de medição coletivo.

Para a continuidade dos trabalhos, é importante considerar também outros aspectos, como sociais e educacionais. Com isto seria possível avaliar de modo mais abrangente o efeito da medição individualizada no consumo de água em edifícios multifamiliares.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo nº 460310/2014-3) pelo apoio recebido.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARRAQUÉ, B. 2011. Is individual metering socially sustainable? The case of multifamily housing in France. *Water Alternatives*, v.4, n.2, p. 223 – 244, 2011.
2. CASAL - COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS. Sistema de Medição Individualizada. Norma Interna, set 2014. p. 1 - 18. Disponível em: <<http://casal.al.gov.br/wpcontent/uploads/2011/09/SISTEMADEMEDIOINDIVIDUALIZADA.pdf>> Acesso em: 29 out 2015.
3. MIERZWA, J.C., HESPANHOL, I. Água na Indústria: uso racional e reúso. São Paulo: Oficina de Textos, p. 1 – 140, 2005.
4. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Água. Brasília. Disponível em:< [http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/3%20-%20mcs\\_agua.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf)> Acesso em: 05 dez 2015.
5. MONTGOMERY, D. C., RUNGER, G. C. Applied statistics and probability for engineers. John Willey & Sons. Inc. New York: 2002.
6. PERES, A.R.B., OLIVEIRA, L.H. Avaliação durante operação de sistemas de medição individualizada de água em edifícios residenciais. In: Anais do XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Florianópolis, 2006.
7. SILVA, S. R. S. Avaliação do sistema de medição individualizada de água em prédios populares situados na cidade do Salvador-Bahia. Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo. Universidade Federal da Bahia, 2010.
8. VILANOVA, M.R.N., BALESTIERI, J.A.P. Exploring the water-energy nexus in Brazil: The electricity use for water supply. *Energy*. v. 85, n. 1 p. 415-432, 2015.
9. WILLIS, R. M., STEWART, R. A., PANUWATWANICH, K., WILLIAMS, P. R., HOLLINGSWORTH, A. L. Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption. *Journal of Environmental Management*, V. 92, n. 8, p. 1996 – 2009, 2011.
10. WONG, T.L., MUI, W.K. Epistemic water consumption benchmarks for residential buildings. *Building and Environment*, V. 43, n. 6, p. 1031 – 1035, 2008.