

## CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DE CASO

JOSÉ CARLOS DA SILVA JÚNIOR<sup>1\*</sup>; IVETE VASCONCELOS LOPES FERREIRA<sup>2</sup>; MARCIO GOMES BARBOZA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento, UFAL, Maceió-AL, josecarlossjr@outlook.com;

<sup>2</sup>Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento, USP, São Carlos-SP. Professor do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. ivete.vlopes@outlook.com;

<sup>3</sup>Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento, USP, São Carlos-SP. Professor do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. gb.marcio@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho tem por objetivo estimar o consumo *per capita* de água no *campus* A. C. Simões da Universidade Federal de Alagoas. Para isso foram utilizadas as leituras mensais do consumo de água através do macromedidor existente ao longo de sete meses, a quantidade de usuários fornecidos pela instituição e o levantamento da quantidade de bacias sanitárias do recinto universitário. O cálculo do consumo per capita foi determinado através dos métodos apresentados por Nakagawa (2009) e Berenhauser & Pulici (1983) apud Tsutiya (2005). Este estudo chegou a resultados de consumo *per capita* com valores próximos a 33 litros de água consumidos por cada pessoa durante o dia. Assim, resultando em um consumo per capita muito divergente dos apresentados na literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo *per capita* de água, Abastecimento de água, Demanda de água, Universidades.

## PER CAPITA CONSUMPTION OF WATER IN INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION

**ABSTRACT:** The objective of this work is to estimate water consumption per capita at the A. Simões campus of the Federal University of Alagoas. For this, monthly readings of water consumption through the existing macromedidor were used for seven months, the number of users provided by the institution and the survey of the number of sanitary basins in the campus. The per capita consumption was calculated using the methods presented by Nakagawa (2009) and Berenhauser & Pulici (1983) apud Tsutiya (2005). This study reached results of consumption per capita with values close to 33 liters of water consumed by each person during the day. Thus, resulting in a very divergent per capita consumption of those presented in the literature.

**KEYWORDS:** Consumption per capita of water, Water supply, Demand of water, Universities.

## INTRODUÇÃO

Aglomerações urbanas, a industrialização, as mudanças climáticas, o crescimento social e econômico, juntamente com os elevados padrões de vida, geraram demandas cada vez maiores por recursos hídricos em todo o mundo (Chen et al., 2016).

A diminuição e incerteza no fornecimento de água potável em termos de quantidade e qualidade estão cada vez mais frequentes, devido ao aumento do consumo e desenvolvimento urbano. A necessidade de gerenciar a utilização da água é cada vez mais reconhecida pelas autoridades como uma forma de garantir um abastecimento de água seguro para o futuro (Dias et al., 2018).

Para o planejamento e gerenciamento de sistema de abastecimento de água, a previsão do consumo de água é um dos fatores fundamentais. Sua operação e suas ampliações e melhorias estão diretamente associados à demanda de água. O consumo de água de um determinado setor de

abastecimento ou de uma cidade, é determinado através de Leitura dos hidrômetros (micromedição) e leitura do macromedidor instalado na saída do reservatório (Tsutya, 2005).

Há diversos fatores que influenciam o consumo de água. Estudos recentes apresentam que há uma relação linear positiva entre o aumento da temperatura e a demanda de água, e uma relação inversamente proporcional entre a ocorrência de chuvas e a demanda de água. Há ainda outros fatores que influenciam o consumo de água em uma localidade, como: padrão de vida e hábitos da população; sistema de fornecimento; cobrança ou não do serviço e custo; qualidade da água fornecida; pressão na rede distribuidora; e perdas no sistema (Pereira, et al., 2015).

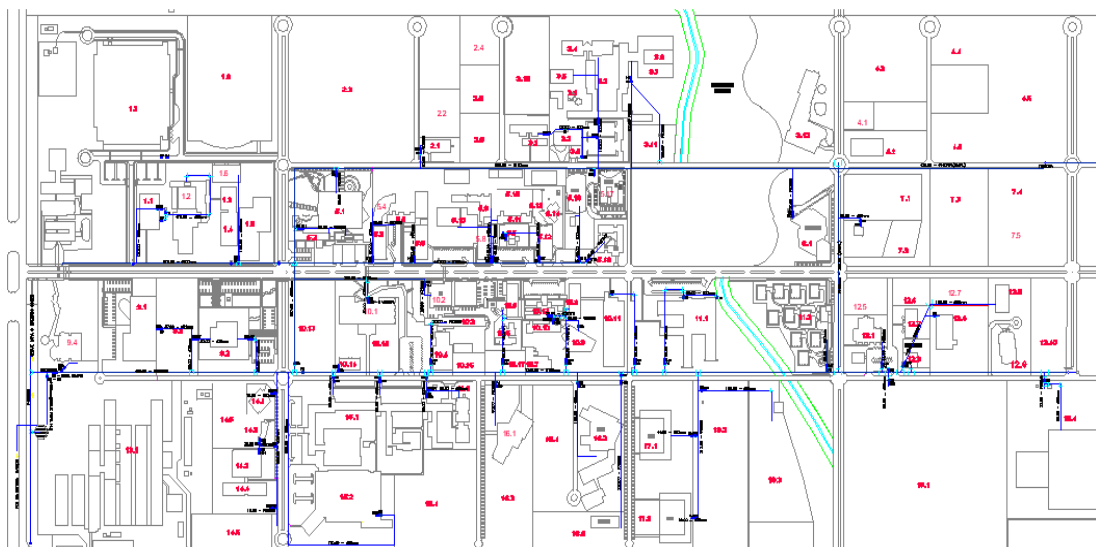
O presente trabalho tem como objetivo caracterizar o consumo *per capita* de água na Universidade Federal de Alagoas – UFAL, *Campus A. C. Simões*, Maceió. Para tanto, será contabilizada uma população equivalente e calculado um consumo base per capita de água.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi o *campus* A. C. Simões da Universidade Federal de Alagoas, localizado na cidade de Maceió, litoral Alagoano. Seu sistema de abastecimento de água é composto por uma rede de 9.397m divididos nos diâmetros, 32mm, 50mm, 60mm, 75mm, 100mm, 150mm e 200mm.

Seu fornecimento de água ocorre através de um reservatório com capacidade de 2.000m<sup>3</sup> operado pela Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL. Para contabilização da água a CASAL opera um macromedidor, logo após a saída da água do reservatório existente.

Figura 01: Sistema de abastecimento de água no *campus*



Fonte: Superintendência de Infraestrutura da UFAL

Para quantificar a demanda de água, foram solicitadas faturas do consumo de água de Setembro 2016 a Abril 2017 da instituição, além da realização de leituras mensais diretas no macromedidor.

Para obter a população existente, foi necessário consultar as secretarias responsáveis pelos diferentes usuários. Na Pró-reitoria de Gestão de Pessoas e do Trabalho – PROGEP obteve-se o número de docentes e demais servidores registrados no recinto universitário. No Núcleo de Tecnologia da Informação – NTI obteve-se o número de alunos de graduação e pós-graduação referente ao período de 2016.2 e no site da UFAL.

O cálculo da população consumidora equivalente (PE) baseou-se na metodologia que Nakagawa (2009) quando pesquisou o consumo de água em prédios universitários da Universidade Federal da Bahia – UFBA. Segundo o autor, PE é definida como o usuário integral que passa 8 horas por dia, durante 5 dias por semana na Universidade.

A população existente é classificada em diferentes tipos de usuários, sendo atribuído um peso relativo a cada um. Os alunos foram classificados em: alunos integral e aluno em 1 período (matutino, vespertino ou diurno); e estudantes de pós graduação (especialização, mestrado ou doutorado).

Docentes, técnicos administrativos, terceirizados e outros foram considerados em período integral. Para obtenção do peso relativo a cada classe, considerou-se a quantidade de horas permanecidas na Universidade durante cinco dias da semana. A Tabela 01 apresenta os pesos adotados para cada usuário.

Tabela 01: Peso calculado para diferentes usuários

PESO	
Aluno integral	0,75
Aluno 1 período	0,50
Aluno pós-graduação	0,375
Docentes	1,00
Técnicos Administrativos	1,00
Terceirizados	1,00
Outros	1,00

Fonte: Nakagawa (2009)

Com a razão da média do consumo diário de água dos meses de setembro/2016 a abril/2017 com a população consumidora equivalente da instituição, calculou-se o consumo per capita de água do *campus*.

Outra forma de determinar o consumo de água em instituição de ensino superior é pelo método de Berenhauser & Pulici (1983) apud Tsutiya (2005) (equação 01) que estabelece uma equação para o consumo médio de água que correlaciona a área construída, o número de funcionários e o número de bacias sanitárias, conforme equação apresentada abaixo. Assim, estabelece a relação entre o consumo mensal com a população existente e a quantidade de dias no mês para determinar seu consumo per capita.

Equação 01: Consumo médio água

$$C_m = 0,03 \cdot AC + 0,7 \cdot NF + 0,8 \cdot NBS + 50$$

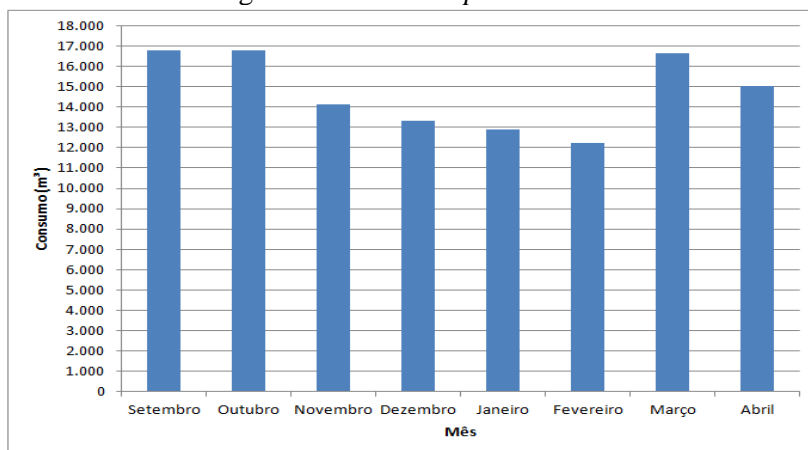
Onde, AC é a área construída, NF é o número de funcionários e NBS é o número de bacias sanitárias da instituição.

O valor da área construída do *campus* foi obtido através do programa Autocad (2013) na sua função área. Já para a determinação da quantidade de bacias sanitárias foi realizado um levantamento em todas as edificações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados de consumo de água obtidos nas leituras mensais no macromedidor, foi possível apresentar as séries dos consumos mensais de setembro de 2016 a abril de 2017.

Gráfico 01: Consumo de água mensal no *campus* entre setembro/2016 a abril/2017



Fonte: Os autores

O consumo médio diário e mensal do *campus* foi de 669,45 m<sup>3</sup> e 14.728m<sup>3</sup>, onde o consumo base diário foi calculado considerando-se 22 dias úteis no mês.

Pode-se inferir que os meses setembro, outubro e março foram os de maior consumo, devido ao fato de ter havido aula normal nos três períodos da instituição, tendo como base o calendário acadêmico do ano de 2016 (pré-greva e pós-greva) da UFAL (UFAL, 2016).

Nos meses de novembro e dezembro o consumo apresentou-se abaixo da média devido ao recesso natalino, férias dos alunos e greve dos técnicos e docentes da UFAL.

No mês de abril o consumo mostrou-se próximo a média, pois esse mês existiu dois feriados e uma paralisação em dias letivos, assim proporcionando uma redução no consumo.

Com o início do semestre 2016.2, em meados de janeiro, precisamente dia 16, o consumo mostrou-se abaixo da média devido ao início das aulas na metade do mês.

No mês de fevereiro o consumo de água apresentou também abaixo da média, pois além do mês possuir 28 dias, teve o feriado do carnaval.

O cálculo da População Consumidora Equivalente (PE) foi realizado de acordo com a tabela 02, no qual se aplicou o peso de frequência e permanência dos mesmos no local.

Tabela 02 – População equivalente do *Campus A. C. Simões*

PESO		QUANTIDADE	POPULAÇÃO EQUIVALENTE (PE)
Aluno integral	0,75	5.561	4.171
Aluno 1 período	0,50	22.942	11.471
Aluno pós-graduação	0,375	706	265
Docentes	1,00	1.623	1.623
Técnicos Administrativos	1,00	1.759	1.759
Terceirizados	1,00	213	213
Outros	1,00	700	700
TOTAL		33.504	20.202

Fonte: Os autores

Assim, o consumo *per capita* foi determinado pela razão da população equivalente com o consumo médio diário.

Tabela 03 – Consumo per capita do *Campus A. C. Simões*

Consumo médio diário (m <sup>3</sup> )	População Equivalente	Consumo <i>per capita</i> (L.habitante-1.dia-1)
669,45	20.202	33,14

Fonte: Os autores

O estudo permitiu conhecer seu consumo *per capita*. O resultado foi de 33,14 L·hab<sup>-1</sup>·dia<sup>-1</sup>.

Considerando o período 2016.2 da UFAL, o recinto universitário apresentou área construída de aproximadamente 846.456m<sup>2</sup>, 4.295 funcionários e 886 bacias sanitárias. Com isso, o consumo *per capita* segundo Berenhauser & Pulici (1983) apud Tsutiya (2005) é de 34,81 L·hab<sup>-1</sup>·dia<sup>-1</sup>.

O consumo *per capita* encontrado na instituição apresenta-se menor que os 210 L·empregado<sup>-1</sup>·dia<sup>-1</sup> estabelecido na metodologia de consumo *per capita* de água para universidades, citados por Army Institute for Water Resources, Demae (1987) apud Tomaz (2000).

Os consumos *per capita* dos usuários do *Campus A. C. Simões* da UFAL apresentam resultados semelhantes aos da Universidade Federal da Bahia, que segundo Nakagwua (2009) o consumo per capita foi de 30 L·hab<sup>-1</sup>·dia<sup>-1</sup>. Divergindo um pouco do resultado da Universidade Estadual de Maringá, que segundo Perreira *et al.*(2014) o consumo per capita foi de aproximadamente 50 L·hab<sup>-1</sup>·dia<sup>-1</sup>. Com isso, o presente trabalho aponta para necessidade de revisão dos valores de consumo per capita apresentado na literatura.

## CONCLUSÃO

O estudo permitiu conhecer a demanda base *per capita* por água no *campus* por dois modelos, Nakaguwa (2009) com o resultado foi de 33,14 L·hab<sup>-1</sup>·dia<sup>-1</sup>, e Berenhauser & Pulici (1983) apud Tsutiya (2005) com o resultado foi de 34,81 L·hab<sup>-1</sup>·dia<sup>-1</sup>. Esse consumo foi para uma população consumidora total de 33.504 usuários do sistema.

Há carência de valores de consumo per capita de água em instituições de ensino. Portanto, os resultados encontrados contribuem para o dimensionamento dos sistemas de distribuição de água em instituições de ensino superior. Instituições essas que apresentam peculiaridades de utilização como: auditórios, clínicas médicas e odontológicas, instalações esportivas, lanchonetes, restaurantes e diversos laboratórios de ensino e pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

Universidade Federal de Alagoas pelo fornecimento dos dados dos números de servidores e discentes.

## REFERÊNCIAS

- Chen, Z.; Wu, Q.; Wu, G.; Hu, Y. Centralized water reuse system with multiple applications in urban areas: Lessons from China's experience. *Resources, Conservation and Recycling*, V.117, p.125-136, 2017.
- Dias, F. T.; Kalbusch, A.; Henning, E. Factors Influencing Water Consumption in Buildings in Southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, V. 184, p. 160-167, 2018.
- Nakagawa, A. K. Caracterização do consumo de água em prédios universitários: o caso da UFBA. UFBA, 2009. 207f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo).
- Pereira, P. P.; Ito, H. A.; Lima, P. A.; Paredes, A. E.; Lautenschlager, R. S.; Soares, F. P. 2015. Cálculo do consumo per capita e distribuição das demandas em uma instituição de ensino superior. In: *Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 21, 2015, Brasília.
- Tomaz, P. *Previsão de consumo de água*. 1.ed. São Paulo: Navegar, 2000. 250p.
- Tsutiya, M. T. *Abastecimento de água*. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005. 643p.
- Universidade Federal de Alagoas. Estudante. 2016. Disponível em: <<http://www.ufal.edu.br/estudante/o-estudante/calendario-academico/2016>>. Acessado em 02 maio.17