

Estimativa de Consumo de Água em Centros de Elevada Variabilidade de Usuários

Adson Ferreira Régis da Silva^{1,4}

 orcid.org/0000-0003-2750-2185

Vitor Barbosa Melo²

 orcid.org/0000-0001-5238-2539

Heliana Caroline Batista do Nascimento^{3,4}

 orcid.org/0000-0001-9476-8034

Nathan Bezerra de Lima⁴

 orcid.org/0000-0002-1726-0170

Nathalia Bezerra de Lima^{3,4}

 orcid.org/0000-0002-1550-5859

¹Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: adsonfregis@gmail.com

²Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

³Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

⁴Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

DOI: 10.25286/rep.v8i1.2098

Esta obra apresenta Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

Como citar este artigo pela NBR 6023/2018: Adson Ferreira Régis da Silva Vitor Barbosa Melo; Heliana Caroline Batista do Nascimento; Nathan Bezerra de Lima; Nathalia Bezerra de Lima. Estimativa de Consumo de Água em Centros de Elevada Variabilidade de Usuários. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, Recife, v. 8, n. 1, p. 10-17.

RESUMO

Neste trabalho foi estudado o consumo de um conjunto de edificações ao longo do dia, as quais possuem grande variabilidade de usuários, além de elevada variação entre quantidade e tempo de permanência, algo muito comum em universidades e escolas técnicas. A partir da construção de um banco de dados e de um estudo sobre as principais atividades que consomem água nas edificações investigadas, procurou-se adaptar metodologias existentes aos dados obtidos. Através de análise *in loco* de hidrômetros e variação de nível de água em reservatórios foi possível comparar os dados reais com a estimativa proposta obtendo valores estimados próximos ao real. O método desenvolvido tem como foco a simplificação matemática e de dados de modo que possa ser executado mesmo sem auxílio de *softwares* computacionais e sendo de fácil compreensão.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Ambiental; Estimativa de Consumo de Água; Consumo de Água em Universidades.

ABSTRACT

This work studies the consumption from a set of buildings throughout the day, which have large variability of users. In addition, these constructions present high variation between the quantity and length of stay, which are very common in universities and technical schools. By considering a database and a study on the main activities that consume water in the investigated buildings, an attempt was performed to adapt existing methodologies to the data obtained. Through analysis of hydrometers and water level variation in reservoirs, it was possible to compare the real data with the estimated data, leading to estimated values close to the real one. The developed method focuses on mathematical and data simplification so that it can be executed even without the aid of computer software and is easy to understand.

KEY-WORDS: Environmental management; Consumption Estimation of Water; Water consumption at Colleges.

1 INTRODUÇÃO

O dimensionamento de redes de distribuição de água é gerado por meio de simuladores hidráulicos (modelos matemáticos). Tais sistemas têm por objetivo transportar a água em quantidade, qualidade e pressão apropriadas visando o abastecimento em diversos pontos de consumos. Para isto, torna-se necessário a utilização de múltiplos dados: demanda de água, vazão de projeto, produtos cartográficos, elementos hidráulicos, custos de operação e de implementação, horizonte de projeto e outros meios [1], [2].

Dentre as variáveis indispensáveis, a vazão de projeto deve ser avaliada criteriosamente, uma vez que seu erro incorre em sistemas com alto custo ou subdimensionados, acarretando problemas de demanda hídrica. Para tanto, torna-se necessário estudos de consumo de água para gerar uma estimativa da vazão de projeto coerente com a realidade a ser abastecida.

Ressalta-se que o cálculo do consumo de água possui intrinsecamente variabilidade espacial e temporal, que segundo Melo [3] impõe incertezas e ponderações subjetivas no cálculo. Tomaz [4] comenta que a escassez de dados de consumo no Brasil tem sido um dos desafios que os projetistas têm enfrentado. Logo, certa dificuldade é verificada na estimativa do consumo por usuário ou na determinação de um consumo máximo diário.

De forma usual, tem-se utilizado estimativas de consumo segundo valores médios diários para um determinado uso e/ou usuário. Entretanto, existem diversos motivos relativos à localidade, aos comportamentos e à cultura dos usuários, às condições climáticas da região, às pressões e às perdas na rede de distribuição, à qualidade da água e à inevitável aleatoriedade de uso e da quantidade de consumo [3].

Além disso, ambientes com diferentes tipos de consumo e elevada variabilidade espacial e temporal dos usuários e dos usos, tendem a aumentar esta imprecisão, como em universidades e complexos escolares. Em muitos casos, a estimativa é realizada para atender a demanda máxima para os pontos de consumo, gerando sistemas de abastecimento de água e redes de distribuição superdimensionados, sobrecarregando as estruturas e aumentando os custos de construção, de operação e de manutenção dos sistemas de abastecimento de água.

Melo [1] dimensionou economicamente uma rede de distribuição de água na Universidade Federal de Pernambuco. O autor ressalta que a falta de dados sobre a distribuição dos usuários, principalmente temporalmente, de hidrômetros e de literatura relativa ao comportamento brasileiro em seus diversos tipos de consumo nas universidades promovem grandes dificuldades na estimativa do uso da água. [3][4]

Um dos desafios atuais é a estimativa do consumo de água em universidades, cujas edificações apresentam alta variabilidade na demanda de água ao longo do dia. Isto acontece devido ao sistema de disciplinas, a distribuição dos usuários (docentes, discentes, técnicos, visitantes e informais) em diferentes turnos, as reprovações e outras situações comuns aos cursos impedem uma estimativa coerente da quantidade de usuários. Com isso, os múltiplos usos como em banheiros, cozinhas, bebedouros, limpeza e manutenção, pesquisas, equipamentos e procedimentos laboratoriais, piscinas, dentre outros tornam a estimativa pelo uso da água incerta.

É importante ressaltar que existe um grande apelo social atual para gestão sustentável como se observa em Motta [5]. Esta visão social tem gerado um *marketing* ecológico no setor privado brasileiro. Nestes casos, as empresas têm recebido certificados de qualidade, que auxiliam na imagem do empreendimento e na redução de custos em caso como de Munareto [6], em que a prática de gestão sustentável trouxe benefícios financeiros à empresa, é possível observar a importância socioeconômica deste papel.

O anseio pela gestão sustentável em universidades também se apresenta crescente, pois desde 2002, as Universidades brasileiras experimentaram um grande crescimento físico e populacional, demonstrando a necessidade de avaliar o consumo de água nos *campi* universitários devido ao aumento de usuários e de atividades. A ausência de estudos e de projetos, a necessidade da rápida expansão das universidades para atender à demanda e à carência de instrumentos de medição de consumo ocasionaram em deficiências no sistema, acarretando em reformas posteriores sem o auxílio de projetos, de estudos e de levantamentos, gerando custos dispensáveis. Para auxiliar nesta ausência de dados e metodologias relacionados ao consumo de água e, com isso, na gestão da sustentabilidade, neste trabalho foi

desenvolvido um método de estimação da quantidade de água em ambientes com alta variabilidade de consumo de água, como nas universidades. [5]

Ao verificar o trabalho de Ywashima [6] percebe-se a ocorrência de alguns dos problemas em relação ao dimensionamento de reservatórios em instituições de ensino no Brasil. Neste sentido, existem vários estudos sobre métodos de estimativa de consumo, que realizaram análises através de ampla pesquisa e métodos estimativos. E assim como chegaram à conclusão de que a medição setorizada é uma ferramenta muito útil para melhorar a estimação do consumo. Esta forma de medição auxilia no diagnóstico de problemas de uma forma mais eficaz, permitindo uma identificação e correção mais rápida de problemas como vazamentos e usos não racionais [7].

Nas edificações do campus é possível ter usos distintos devido às diferenças nas grades de horário dos cursos e à facilidade de acesso ao ponto de consumo de água. Essa variabilidade observada em diversos estudos como de Gonçalves [8] que demonstra a necessidade de implementar políticas de uso racional da água em universidades; da mesma forma sobre o uso racional da água e a dificuldade de obtenção de dados para tal. [9]

Para superar a dificuldade de estimar em locais com grande variedade de consumo de água foi observado duas abordagens principais: a análise comportamental dos usuários e a análise de vazão nos pontos de consumo, aferindo a medição de vazão [6], [10]. Após analisar ambos estudos se observou que os pontos principais para alteração do consumo de água estavam associados ao comportamento do usuário e a qualidade das peças, tais como torneiras, vasos sanitários e bebedouros, tornando-se fatores primordiais para determinar tal alteração.

Para elaborar este estudo fez-se necessário elaborar um método que abrangesse as variedades e particularidades de dois centros do campus Recife da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), o Centro de Tecnologias e Geociências (CTG) e o Departamento de Ciências Farmacêuticas (DCF), onde foram realizadas pesquisas através de Formulários Google® tanto à distância como de forma presencial com os alunos sobre os usos da água e o tempo diário que ficavam nos centros acadêmicos. A estimativa realizada nos centros foi validada com dados de consumo de água obtidos

por meio de hidrômetros e da variação do volume de água nos reservatórios das edificações.

2 METODOLOGIA DA ESTIMATIVA

O presente artigo propõe uma estimativa simplificada para ambientes que possuem grande variação de pessoas em horários distintos, como universidades, através de uma análise comportamental de uso e das peças utilizadas nos pontos de consumo. Para isto foram realizadas análises diárias de consumo de água em diversas situações usuais (lavar mãos, uso de bacias sanitárias, chuveiros e bebedouros). Coletando-se informações de vazões das peças, tempo e formas de uso. Paralelamente, foi realizada uma pesquisa com os usuários sobre a frequência de utilização e a confiabilidade da potabilidade da água.

Estes valores foram compilados em tabelas que nos resumem as estimativas que serão apresentadas. A NBR 5626 [11] que apresenta 50 L/dia para estudante em regime de externato, algo que apresenta defasagem se entender o devido às alterações nas instalações ambientais, modernizações de equipamentos e alterações comportamentais, decidiu-se adotar metodologias de estudos específicos para situações como esta. A própria SABESP [12] já possui valores diferentes das NBR, justificados pela mudança comportamental e tecnológica de peças como torneiras automáticas.

Para construir esta equação de avaliação dos centros acadêmicos foi observada a metodologia e fórmula adotada por Ywashima [6]; com alteração do Coeficiente de Presença no lugar da estimativa populacional usada pela autora. Esta destaca, também, a importância do comportamento da população no impacto do uso num trabalho que visava corrigir deficiências existentes em uma edificação; porém diferente da abordagem dela e pela grande variabilidade de usuários nos centros da UFPE estudada, como visando facilitar a compreensão e o cálculo foi avaliadas informações de mais fácil obtenção a partir de pesquisas com usuários, docentes e funcionários, sobre a frequência e os tipos de usos de água; e aferição do consumo dos pontos de água para, ao final, comparar a estimativa com o consumo real.

A fórmula obtida para o cálculo é a apresentada na Eq. (1):

$$\sum CPi \times NTUi \times TUi \times FMU = VCE \quad (1)$$

A fórmula tradicional multiplica o número de usuários (NTU) pelo tipo de consumo (TU) obtendo o volume estimado, porém para compreender melhor o consumo da edificação dois coeficientes são adicionados, um para corrigir o número de usuários diariamente presentes (CP) e outro para verificar como os usuários utilizam cada ponto de água. Estas variáveis são definidas como:

a) **CP** = Coeficiente de Presença, este valor é a média percentual de alunos esperado no período estudado, dia, semana, quinzena. Pode ser estimado ou obtido através dos registros de presenças.

b) **NTU** = Número Total de Usuários; unidade: usuários

c) **TU** = Volume do Tipo de Uso. Se estiver tratando de peças como torneiras deve ser considerado um volume médio para o uso, lavar as mãos, escovar os dentes, lavar utensílio. A unidade é $\frac{uso}{usuário}$.

d) **FMU** = Frequência Média de Uso é a média ponderada da frequência de uso tendo as porcentagens da pesquisa como pesos. Ex: 80% lavam as mãos 1 ou 2 vezes, enquanto 20% lavam 3 ou 4, resultará em $\frac{1,5 \times 80\% + 3,5 \times 20\%}{100\%} = 1,9$. A unidade é $\frac{uso}{usuário.dia}$ ou $\frac{uso}{usuário.semana}$ dependendo do período de estudo.

e) **VCE** = Volume de Consumo Estimado, refere-se ao volume estimado para a edificação ou área de estudo. A unidade é m^3/dia ou $m^3/semana$, dependendo do período de estudo.

f) Considera-se como "i" os grupos constituídos por discentes, docentes, funcionários administrativos, de manutenção e de segurança.

g) Deve-se considerar esta fórmula para cada um dos consumos específicos de água: lavar as mãos, usar bacias sanitárias e mictórios, utilizar chuveiros, utilizar água para limpeza, rega de jardins, uso em laboratórios, beber e cozinhar.

Para esta metodologia ser aplicada é necessário o conhecimento dos pontos de água e suas vazões, como volume de descargas de bacias sanitárias, vazão de torneiras ou volume de uso em torneiras automáticas, conhecimento de consumos usuais de água na região para banho (caso necessite), laboratórios, cozinhas, funcionários e outros estabelecimentos específicos.

O CP é uma constante estimada a partir do número de usuários presentes por dia ou semana.

Essa constante pode variar de 0 a 100% dependendo do curso, da ata de presença e da disponibilidade de salas de aula e professores. Para este trabalho foi realizado através de estimativa baseada no número de salas de aula disponíveis e sua lotação multiplicando cada sala pelo número de aulas obtendo-se a Capacidade Máxima Diária de Aluno (CMD) e dividir pelo Número de Disciplinas diárias cursadas em média pelos alunos (ND), obtendo-se um Número estimado de Alunos (N_{ed})

$$N_{ed} = \frac{CMD}{ND} \quad (2)$$

Desta forma dividindo-se o N_{ed} pelo Número de alunos matriculados (NAM) se obtém o CP:

$$CP = \frac{NAM}{N_{ed}} \quad (3)$$

O ND foi obtido através de análise e pesquisa interna na instituição em áreas com usos, disciplinas e horários semelhantes. Observou-se um ND de 2 para cursos de um turno, 2,5 para cursos integrais como engenharias e saúde e 3 para cursos específicos como medicina e enfermagem. Observando as variações regionais e de formulação de cursos da instituição em questão.

A análise de dados de instituições que possuem sistema digitalizado de presenças, dividindo as presenças diárias pelo total de alunos matriculados e trabalhadores empregados. O Número Total de Usuários (NTU) se refere ao total de usuários dos grupos específicos de docentes e discentes. Para eles é necessário se considerar as estimativas dentro da fórmula para cada grupo específico. Funcionários administrativos e de manutenção já possui estimativa de consumo de água definido pela NBR 5626 ou normas como a da SABESP, NTS 181, seu consumo pode ser colocado fora da fórmula. Laboratórios podem ser considerados à parte da fórmula se tiverem o consumo estimado pela própria unidade.

O volume do Tipo de Uso (TU) se refere ao volume médio para a utilização de determinado fim. Multiplicando a vazão média dos pontos de saída de água pelo tempo de uso como no caso de torneiras, bebedouros, chuveiros; ou de volume definido para cada uso como em bacias sanitárias, mictórios e torneiras automáticas.

A Frequência Média de Uso (FMU), apresenta a frequência com que os usuários realizam determinado consumo durante o tempo analisado, seja dia, semana ou mês. É importante realizar uma

pesquisa prévia em instituições semelhantes, visto que variação de cultura, manutenção e distribuição de horários de aulas pode influenciar neste ponto.

Ao somar valores tabelados dos diversos consumos é possível ter o Volume de Consumo Estimado da área de estudo.

3 COMPARATIVO ENTRE A ESTIMATIVA E O CONSUMO REAL

O Centro de Tecnologias e Geociências apresentou a seguinte população segundo o censo populacional da UFPE em 2016: 4.212 alunos matriculados em cursos de graduação e 1723 alunos matriculados em cursos de pós-graduação, destes 1278 tinham aulas exclusivamente fora do prédio principal (Engenharia Nuclear, de Engenharia Biomédica, de Oceanografia e de Engenharia Química) e 1953 participavam de aulas no bloco principal de aulas e fora (Geologia, Cartografia, Engenharia Eletrônica e Engenharia de Minas). Necessitando de uma estimativa conforme explicada nas equações 2 e 3. Ainda integravam a população 212 docentes, 127 técnicos, 16 funcionários administrativos e 12 funcionários da limpeza.

O Departamento de Ciências Farmacêuticas (DCF) apresentou a seguinte população segundo o censo populacional da UFPE em 2017: 448 alunos graduandos, 60 alunos pós graduandos, 31 professores, 20 técnicos e 12 funcionários de limpeza. Destaca-se que o DCF devido ao grande número de laboratórios, que em sua maioria possuem redes de distribuição de água independentes do restante dos usos utilizados pelo departamento, com isso, o consumo de água para tal finalidade não foi considerado para esta estimativa, somente os consumos associados ao reservatório de água principal.

Em cada centro foi realizada uma pesquisa avaliando a frequência de uso dos principais consumos de água dos estudantes. Onde, ao final, obteve-se o relatório de pesquisa com as porcentagens referentes ao consumo como podemos observar na Imagem 1 abaixo.

4) Quantas vezes utiliza o bebedouro do centro para encher garrafas?



Figura 1 – Resultado da pesquisa dos principais usos de água entre os discentes do CTG.

Os resultados das pesquisas realizadas no Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) e no Departamento de Ciências Farmacêuticas (DCF) podem ser visualizados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Ao comparar os valores de Porcentagem de Utilização entre os centros, evidenciam-se quantidades próximas – encher a garrafa de água, lavar as mãos, descarga em mictórios e limpeza -, o que demonstra certa similaridade entre os usuários das duas Unidades. Por outro lado, os demais tipos apresentaram diferenças maiores. Além disso, destaca-se que alguns Tipos de Consumo Pesquisado foram observados no CTG – laboratórios, copa e banho -, mas não no DCF. Com isso, tal fato modifica a frequência de uso pesquisada e consequentemente na Porcentagem de Utilização.

A respeito das maiores diferenças, ressalta-se que um ponto importante é a relação entre a quantidade de discentes e de funcionários (docentes, técnicos, administrativos e terceirizados), a qual é menor no caso do DCF. Por este motivo, percebeu-se maior expressividade na Porcentagem de Utilização dos Funcionários no DCF em relação ao CTG.

Com relação aos valores individuais obtidos na pesquisa, percebeu-se alta frequência para a FMU “Escovar dentes (pia)”. Esta frequência devido ao grande número usuários que usam a água para este fim associado a torneiras antigas de grande vazão, o que acabou gerando grande volume de água consumido. Notoriamente, este aspecto sobreleva a necessidade de explorar as características da população a ser atendida, promovendo insights para tomar decisões concisas em prol da sustentabilidade social, econômica e ambiental.

Usos da água	Percentual de Utilização (%)	Frequência média (acion/ usuário)
Ingestão direta (em bebedouros)	28,0	2,00
Enchimento de garrafas (em bebedouros)	41,5	1,61
Escovação de dentes (em pias)	59,8	1,22
Lavagens de mãos (em pias)	97,6	2,42
Descargas (em vasos sanitários)	86,6	1,60
Descargas (em mictórios)	35,4	1,07
Lavagem de utensílios (em pias de cozinha)	0,5	1,40

Tabela 1 – Resultado da pesquisa dos principais usos de água entre os discentes do CTG.

Usos da água	Porcentagem de Utilização (%)	Frequência de uso (acion/usuário)
Encher garrafas (bebedouro *)	38	2,00
Lavar mãos (pia)	45	1,61
Escovar dentes (pia do banheiro)	5	1,22
Descargas em vasos sanitários	34	1,60
Descargas em mictórios	4	1,07

Tabela 2 – Resultado da pesquisa dos principais usos de água entre os discentes do DCF.

No geral, é importante observar que o CTG e o DCF mesmo estando fisicamente próximos e localizados no mesmo *campus* apresentaram porcentagens e frequências de usos bem diferentes devido a alguns fatores, um destes se estes é o modelo de aula, a menor acessibilidade que o DCF tem para bebedouros e banheiros e, de grande importância, a percepção do usuário sobre a água.

Durante a pesquisa também foi questionado aos usuários como eles se sentiam a respeito da potabilidade da água. Do total entrevistado, 5,3% e 11,8% do CTG e do DCF, nesta ordem, relataram que não confiam na potabilidade da água. Por este motivo, tais usuários evitavam o beber água dos bebedouros e/ou usar as torneiras para lavar as mãos e escovar os dentes. Além disso, a distância das salas de aula e dos ambientes de convivência

aos banheiros e aos bebedouros eram grandes, conforme alguns afirmaram durante a pesquisa, sendo um dos fatores que alteraram a frequência de uso nas pesquisas e, consequentemente, na Frequência Média de Uso.

A Equação (1) introduzida na seção anterior proposta por [6] foi simplificada com a introdução do Coeficiente de Presença (CP), diminuindo o tempo e o processamento da coleta de informações para obtenção da estimativa. Os resultados obtidos para este coeficiente foram de 65% para o CTG e 85% para o DCF. Tal coeficiente suaviza o Volume de Consumo Total Estimado (VCE), produzindo valores mais próximos a realidade do perfil dos usuários para um determinado Centro ou Departamento. Sem dúvidas, o CP foi de suma importância para minimizar a diferença entre o valor real e o valor estimado.

Tipo de Consumo Pesquisado	Consumo diário (L/dia)	Consumo mensal (L/mês)
Consumo Total	6145,1 L	135192,5 L
Consumo Per Capita	10,8 L/usuário.dia	238,4 L/usuário.mes
Consumo dos discentes	3400,0 L/dia	74802,6 L/mês
Consumo per capita dos discentes	6,7 L/aluno.dia	148,4 L/aluno.mes

Tabela 3 – Resumo da estimativa de consumo *per capita* no DCF.

Tipo de Consumo Pesquisado	Consumo diário (L/dia)	Consumo mensal (m ³ /mês)
Consumo Total	87429,0 L	2043.700,0 m ³
Consumo Per Capita	25,8 L/usuário.dia	318,5 L/usuário.mes
Consumo dos discentes	67320,33 L/dia	1573.649,0 L/mes
Consumo per capita dos discentes	22,2 L/aluno.dia	265,1 L/aluno.mes

Tabela 4 – Resumo da estimativa de consumo *per capita* no CTG.

Ao analisar os laboratórios, cada qual com um diferente coeficiente de presença, usos e equipamentos específicos foi gerada a tabela 6,

resumida das estimativas de consumo conforme Melo [3].

Comparando estimativas em literaturas semelhantes encontra-se escolas com 57 L/dia/estudante por Metcalf [13] e valores de 10 a 30 L/dia/estudante por Plínio Tomaz [14]. Percebe-se uma grande divergência quanto ao valor a ser considerado. E como não existem nas normas técnicas valores para consumo de água de discentes em centros acadêmicos somado às divergências de valores entre literaturas, através deste artigo como os citados é possível perceber que o comportamento do usuário impacta diretamente.

Desta forma a estimativa para um novo centro precisaria avaliar o consumo do discente em instituições semelhantes com cultura e grades de horário semelhantes. De modo a compreender e replicar o ambiente que será criado.

Ainda assim estes valores poderiam trazer grande distorção devido ao grande número de usuários e sua grande variação de horário. Ao observar as estimativas obtidas verifica-se 22 L/dia no CTG contra 7 L/dia no DCF. No entanto tais valores podem não refletir o consumo máximo diário dos discentes. Neste sentido, caso sejam utilizados como base para dimensionamentos de Sistemas de Abastecimento de Água para estes perfis devem ser atualizados com coeficientes, que são usados na prática da Engenharia, a exemplo do K1

Para a confirmação dos valores, o comparativo foi realizado de duas formas: no CTG comparou-se a estimativa diária com o valor médio da medição do hidrômetro durante 10 dias, ressalta-se que não foram realizadas medições nos finais de semana no departamento de farmácia através da variação do volume de água nos reservatórios, visto que não há hidrômetros exclusivos a este departamento, mas são compartilhados com outro.

A partir do consumo real diário das edificações, verificaram-se os seguintes resultados: 99.500 litros diários para o CTG e 6.680 litros diários para o DCF, estes valores foram aferidos pela variação de volume nos reservatórios, devido as variadas ofertas de água e em dias sem alteração de rotina, conforme autorização do departamento. Ao comparar com os valores estimados apresentados nas Tabelas 4 e 5 calcula-se uma estimativa de 88% para Centro de Tecnologias e Geociências (CTG) e de 92% para o Departamento de Ciências Farmacêuticas (DCF).

Devido à grande variabilidade de usuários em ambos centros foi de grande importância obter o

máximo de informação possível para estimar o Coeficiente de Presença, pois mesmo com a pesquisa analisando a frequência de uso do discente é necessário avaliar quantas vezes na semana ele estará presente para realizar o consumo. Ainda é importante destacar que perdas de água podem ocorrer nos reservatórios enterrados e na rede, como também desperdícios dos usuários que não são capturados pelo observador. De toda forma, quanto maior a informação obtida melhor será o resultado desta estimativa, trazendo mais precisão e confiabilidade aos coeficientes de Presença e de Frequência de Uso.

Uma relação importante pode ser feita com o caso da certificação ISO1400 da Bayer e o reflexo nos seus funcionários, como descrito por M. Júnior 2001; em que foi observada a adoção de uma gestão sustentável na empresa, necessária para a certificação, gerou uma mudança de hábito também nos lares dos funcionários. A conscientização trazida por tal reformulação do modo de operação na empresa alterou a forma dos funcionários de enxergar desperdícios e formas de reaproveitamento dos recursos. Desta forma, o método proposto neste trabalho é uma nova ferramenta para permitir uma melhor gestão num dos centros de maior influência da sociedade, os *campi* universitários, os quais, atualmente, sofrem com vários problemas para gestão do recurso hídrico devido à rápida expansão ocorrida e dificuldade de obtenção de dados. [15]

3 CONCLUSÃO

Conclui-se que a estimativa para cálculo de consumo de água aplicado em dois blocos educacionais, o CTG e o DCF, da Universidade Federal de Pernambuco, apresenta-se como uma alternativa eficaz à falta de valores padrões atualizados e contemplando o contexto da variabilidade do perfil dos usuários avaliados. A evidência disto está relacionada com acurácia do método estimativo de 88% e de 92% para o CTG e o DCF, nesta ordem.

Sobreleva-se que o método aplicado pode ser obtido por meio de simples questionários, que apresentam variáveis de fácil entendimento sobre o comportamento dos usuários. Com isso, a partir das frequências geradas é possível obter valores próximos a realidade como foi comprovado neste trabalho em duas unidades.

Finalmente, foi demonstrado que duas edificações de ensino pertencentes ao mesmo *campus* da Universidade Federal de Pernambuco apresentaram diferentes valores para o consumo *per capita* de seus usuários. Demonstrando a importância de considerar a análise de comportamento do usuário, esta pode ser diretamente influenciada pela percepção do usuário quanto à qualidade da água e isto pode incluir diversos fatores, como manutenção, higiene e até forma errônea de utilização dos próprios usuários.

Desta forma propõe-se que a utilização dos coeficientes: Coeficiente de Presença (CP) e da Frequência Média de Uso (FMU), são essenciais para quantificar a percepção e o comportamento do usuário de modo a trazer uma melhor estimativa de consumo. Atestando que cada edificação necessita de uma gestão atenciosa do recurso hídrico de forma individualizada, considerando suas peculiaridades –, avaliando gargalos no consumo de água, tais como os desperdícios e a percepção dos usuários em relação à qualidade da água, e possibilitando incentivos e educação ambiental aos usuários na promoção do uso racional da água. Além de evitar super ou subdimensionamentos em sistemas de abastecimento de água para unidades acadêmicas futuras ou ampliações.

Recomenda-se estudos semelhantes em departamentos que possuam melhor aferição do volume consumido de água, incluindo seus usos, como do registro de presença dos discentes e funcionários de forma mais precisa. Permitindo desenvolver uma melhor compreensão sobre o comportamento dos usuários e da estimativa de como isso impacta no consumo.

5 REFERÊNCIAS

- [1] V. B. Melo, Dimensionamento Econômico de Redes de Distribuição de Água - Estudo de Caso UFPE, in *XIX SILUBESA*, 2020, no. 1, pp. 1–7.
- [2] V. L. de HELLER, Leo; PÁDUA, Abastecimento de Água para Consumo Humano, 1.ed. Belo Horizonte-MG: UFMG, 2010.
- [3] A. L. R. . MELO, Vitor Barbosa; SILVA, Adson F. R; GUSMÃO, Paulo T. R.; PAIVA, Anderson L. R., Apoio Técnico à Gestão do Sistema de Abastecimento de Água do campus da UFPE, Recife-PE, 2017.
- [4] A. L. R. . MELO, Vitor Barbosa; SILVA, Adson F. R; GUSMÃO, Paulo T. R.; PAIVA, Anderson L. R., Apoio Técnico à Gestão do Sistema de Abastecimento de Água do campus da UFPE, Recife-PE, 2016.
- [5] MANCEBO, Deise,VALE, Andréa A., MARTINS, Tânia B., Políticas de expansão da educação superior no Brasil 1995-2010, *Rev. Bras. Educ.*, vol. 20, no. 60, pp. 31–50, 2015, doi: 10.1590/S1413-24782015206003.
- [6] L. A. Ywashima, A conservação da água na avaliação da sustentabilidade das edificações residenciais de interesse social no Brasil, Diss. Mestr. apresentada à Comissão Pós-Graduação da Fac. Eng. Civil, Arquitetura e Urban. da Univ. Estadual Campinas, no. Campinas, 2005.
- [7] H. O. TAMAKI, A Medição Setorizada Como Instrumento De Gestão Da Demanda De Água Em Sistemas Prediais – Estudo De Caso: Programa De Uso Racional Da Água Da Universidade De São Paulo, p. 151, 2003.
- [8] O. M. SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários, *Ambient. Construído*, vol. 6, no. 1, pp. 49–61, 2006, [Online]. Available: <http://seer.ufrgs.br/index.php/ambientconstruido/article/viewArticle/3679>.
- [9] E. Polit, Diretrizes para secretarias de educação Flávio Augusto Scherer Orestes Marraccini Gonçalves, 2004.
- [10] S. da S. Nunes, Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas, Univ. Estadual Campinas Fac. Eng. Civ., p. 145, 2000.
- [11] NBR 5626, NBR 5626 - Instalação predial de água fria, Abnt, no. 021, p. 41, 1998, [Online]. Available: www.abntcatalogo.com.br.
- [12] SABESP, Norma Técnica NBS181, 2017.
- [13] M. & Eddy, Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos, 3ª. AMGH, 2015.
- [14] P. TOMAZ, Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos, 1ªed. Navegar Editora, 2000.
- [15] I. M. Junior, Certificação ambiental em empresas industriais : o caso Bayer e os reflexos na conscientização de seus funcionários e famílias, *RAP - Rev. Adm. Pública*, vol. 35, no. 3, pp. 77–106, 2001.