

IV-067 - INDICADORES DE CONSUMO DE REFERÊNCIA PARA ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DE RECIFE-PE

Luiz Gustavo Costa Ferreira Nunes⁽¹⁾

Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE). Engenheiro Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE). Técnico em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Pernambuco (IFPE). Técnico Operacional em Saneamento Ambiental pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Anna Elis Paz Soares⁽²⁾

Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE). Engenheiro Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE). Técnico em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Pernambuco (IFPE). Técnico Operacional em Saneamento Ambiental pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Willames de Albuquerque Soares⁽³⁾

Licenciado em Matemática pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Mestre em Tecnologias Energéticas Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutor em Tecnologias Energéticas Nucleares pela Universidade Federal Pernambuco (UFPE). Professor Adjunto da Universidade de Pernambuco (UPE).

Simone Rosa da Silva⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre em Engenharia Civil pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professora Associada da Universidade de Pernambuco (UPE).

Endereço⁽¹⁾: Rua Benfica, 455 - Madalena - Recife - Pernambuco - CEP: 50720-001 - Brasil - Tel: +55 (81) 3184-7566 - Fax: +55 (81) 3184-7566 - e-mail: l.gustavo.nunes@hotmail.com.

RESUMO

Este artigo teve como objetivo definir um Indicador de Consumo (IC) de água representativo da realidade local para as escolas públicas estaduais de Recife-PE. A metodologia consistiu no levantamento de dados históricos de consumo de água e da população de todas as escolas do Recife, cálculo dos indicadores de consumo no período 2012-2015 e por fim, cálculo dos indicadores de referência. Esta pesquisa obteve valores de referência para o indicador de consumo de água em escolas públicas do Recife. Os resultados obtidos indicaram uma faixa de referência de $13,0 \pm 2,0$ L/aluno/dia, com 95% de confiança, para o Indicador de Consumo de água calculado para o conjunto de todas as tipologias escolares do Recife. Os resultados encontrados corroboram com os autores nacionais e internacionais. Por fim, essa pesquisa serve de referência para o desenvolvimento de programas de conservação de água para as escolas públicas da região e para localidades com características sociais, culturais e econômicas similares.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores de consumo de água, conservação de água, escolas públicas, saneamento

INTRODUÇÃO

Segundo Santana e Kiperstok (2010), para o cumprimento das diretrizes de um Programa de Conservação de Água (PCA), deve-se ter como prioridade o conhecimento das características que influenciam o consumo de água em edificações (tipologia, processo construtivo, patologias, população e condições climáticas), e a definição de um perfil de consumo a partir de um agente consumidor – o Indicador de Consumo (IC).

O consumo de água em edifícios é normalmente estimado através de um IC expresso por volume de água dividido pelos agentes consumidores, sendo estes a variável mais representativa do consumo de água em um sistema. Sendo assim, obtém-se o IC conforme a tipologia do edifício, como por exemplo: L/pessoa/dia em edifício residencial ou de escritório, L/leito/dia em hospitais, e L/aluno/dia em escolas. Esses valores constituem-se em referências para a avaliação do impacto de redução do consumo de água, após implementação de um PCA. (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999).

Na literatura há registro de valores de IC para projeto, que são indicadores adotados para elaboração de projetos de instalações prediais de água fria, a fim de garantir o bom funcionamento dos equipamentos hidrossanitários, e podem ser encontrados em livros didáticos ou normas governamentais. Porém, o real consumo de água de uma edificação deve ser medido e, a partir daí, pode-se calcular o IC real. Dessa forma, pode ser obtido o valor que representa o consumo real de uma edificação, refletindo suas características particulares bem como os padrões de consumo de sua população.

Por sua vez, o objetivo da conservação de água é aperfeiçoar a operação do sistema predial de modo a reduzir a quantidade de água, além de promover a oferta de água produzida no próprio prédio (CBIC/SENAI, 2016). Daí surge o conceito do indicador de referência, como sendo um parâmetro para aferição do desempenho de uma edificação, que configuram em instrumento para os tomadores de decisão e gestores do sistema.

Dentre as mais diversas tipologias de prédios, nota-se que os prédios públicos apresentam diversos problemas em sua gestão dos recursos hídricos, como: má conservação dos sistemas hidrossanitários; inexistência ou ineficiência de um sistema de manutenção; além da não responsabilidade direta pelo pagamento da conta de água (GONÇALVES *et al.*, 2005; ROCCARO *et al.*, 2011; MELO *et al.*, 2014; NUNES, 2015; SOARES, 2016). Ressalta-se ainda, a inexistência de diretrizes e políticas públicas eficientes para a conservação de água em edificações públicas. Neste contexto encontram-se as escolas públicas, que merecem destaque por fomentarem a formação de cidadãos conscientes. Silva (2016) elencou diversos indicadores de consumo de água para escolas encontrados na literatura, dispostos na Tabela 1.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é obter um Indicador de Consumo (IC) de água representativo para as escolas públicas estaduais do Recife, obtendo uma referência para o desenvolvimento de programas de conservação de água para essa tipologia predial.

Tabela 1: Indicadores de Consumo de água para escolas no mundo.

Discriminação	Valor	Unidade	Localidade	Origem
Escola diurna*	15 a 25	L/pessoa/dia	Unicef	UNICEF (2012)
Escola – internato*	35 a 60	L/pessoa/dia	Unicef	UNICEF (2012)
Escolas primárias*	11 a 18	L/aluno/dia	Reino Unido	United Kingdom Department for Education and Skills (2002)
Escolas secundárias*	14 a 21	L/aluno/dia	Reino Unido	United Kingdom Department for Education and Skills (2002)
Escola diurna*	45	L/pessoa/dia	Índia	Bureau of Indian Standards (2010)
Escola – internato*	135	L/pessoa/dia	Índia	Bureau of Indian Standards (2010)
Escola diurna*	20	L/aluno/dia	EUA	Mays <i>et al.</i> (2001)
Escola – internato*	25	L/aluno/dia	EUA	Mays <i>et al.</i> (2001)
Edifícios pré escolares*	30 a70	L/aluno/dia	Itália	Farina <i>et al.</i> (2011)
Escolas de ensino fundamental*	10 a 30	L/aluno/dia	Itália	Farina <i>et al.</i> (2011)
Escolas primárias*	30	L/pessoa/dia	Taiwan	Cheng e Hong (2004)
Esc. – externato	50	L/aluno/dia	Brasil	Creder (2006)
Esc. – internato	150	L/aluno/dia	Brasil	Creder (2006)
Esc. públicas estaduais*	25	L/aluno/dia	São Paulo	Decreto Estadual 45.805
Esc. educação infantil	18,85 a 55,60	L/aluno/dia	Campinas/SP	Gonçalves <i>et al.</i> (2005)
Esc. ensino fundamental	21,33	L/aluno/dia	Campinas/SP	Gonçalves <i>et al.</i> (2005)
Esc. ensino médio	10,68	L/aluno/dia	Campinas/SP	Gonçalves <i>et al.</i> (2005)
Esc. estadual de 1º e 2º graus	4,5 a 81,1	L/aluno/dia	São Paulo	Oliveira; Gonçalves (1999)
Esc. estaduais de ensino fundamental e médio	6,42 a 62,82	L/aluno/dia	Triângulo Mineiro/MG	Oliveira (2013)
IFPE	8,025	L/pessoa/dia	Recife/PE	Vasconcelos <i>et al.</i> (2015)
Esc. estadual de ensino fundamental e médio	3,9	L/aluno/dia	Recife/PE	Nunes (2015)
Esc. estadual de ensino fundamental	4,9	L/aluno/dia	Recife/PE	Soares (2016)

*indicadores de consumo de água de referência.

Fonte: Adaptado de Silva (2016)

METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia utilizada neste estudo está subdividida nos seguintes tópicos: (a) levantamento dos dados históricos; (b) cálculo das estatísticas de consumo de água potável; (c) cálculo do indicador de consumo de água; (d) cálculo dos indicadores de referência; (e) análise dos dados obtidos.

Levantamento dos dados históricos

Através da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco (SEE-PE) foi obtida a relação dos prédios escolares sob a responsabilidade do Governo do estado de Pernambuco e respectivas localizações. Para a primeira etapa do desenvolvimento de um futuro programa de conservação de água em escolas públicas foi escolhida a

cidade do Recife, por apresentar o maior quantitativo de escolas estaduais com tipologias e realidades diferentes, além de ser a capital e principal cidade do estado.

De acordo com a classificação da SEE-PE, as escolas podem ser: regulares, Escolas de Referência do Ensino Médio (EREM) ou Escolas Técnicas. As escolas do tipo EREM são subdivididas em EREM Semi-integral e EREM Integral. Na modalidade semi-integral, os alunos do ensino fundamental têm aulas em apenas um turno e os alunos do ensino médio tem aulas em dois turnos três vezes por semana. A modalidade integral é composta apenas por alunos do ensino médio estudando em dois turnos todos os dias da semana. Para a análise dos dados de consumo de água por tipologia escolar foi levada em consideração a classificação do ano 2015.

A partir daí, foram selecionadas as edificações do município de Recife, capital do estado, totalizando 180 prédios. Cada prédio recebeu um código, variando de 01 a 180. Inicialmente, foi realizada uma análise prévia da consistência dos dados disponibilizados pela SEE-PE, pois, observou-se que dentre os prédios escolares existiam prédios de outras tipologias de responsabilidade da SEE-PE, além de outros prédios sem informações relativas à população e/ou consumo de água, conforme Tabela 2. Ao final da análise, 141 prédios possuíam dados de consumo de água e o seu respectivo quantitativo de alunos.

Tabela 2 – Prédios sob reponsabilidade da SEE-PE em Recife.

Tipologia do prédio	Quantitativo
Escola Regular	92
EREM-Jornada Integral	19
Escola Técnica	7
Sem informações	41
EREM-Jornada Semi-Integral	18
Administrativo	2
Presídio	1
TOTAL	180

Fonte: Silva (2016).

A SEE-PE também disponibilizou os censos escolares contendo o quantitativo dos alunos devidamente matriculados nas escolas de Recife nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015. A Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) disponibilizou os dados relativos aos consumos mensais históricos de água das referidas escolas.

Cálculo das estatísticas de água potável

Os dados históricos relativos aos consumos de água obtidos da COMPESA foram organizados em uma planilha do software Microsoft Excel para análise do período 2012-2015. Conforme estudos anteriores realizados em várias cidades por distintos autores, incluindo Recife, os meses atípicos correspondentes aos períodos de férias foram descartados para o cálculo (janeiro, junho, julho e dezembro).

Para cada ano analisado (2012, 2013, 2014 e 2015) foram calculadas as médias anuais de consumo de água mensal de cada escola e o valor de IC correspondente a cada ano foi considerado como uma amostra. Portanto, cada prédio analisado pode representar até quatro amostras.

Cálculo do indicador de consumo de água

O Indicador de Consumo (IC) em L/aluno/dia, foi calculado de acordo com a metodologia de Oliveira e Gonçalves (1999), utilizando a equação 1.

$$IC = (Cm \times 1000) / (NA \times Dm) \quad \text{equação (1)}$$

Para o número de agentes consumidores (NA) foi adotado o quantitativo de alunos e analisado o período em que esses alunos permanecem na escola, em que se nivelam todos os alunos como se estudassem em apenas um turno, duplicando-os caso permanecessem em mais de um turno na escola, conforme Nunes (2015). Na modalidade semi-

integral, os alunos que permanecem os dois turnos na escola foram multiplicados pelo fator 1,6. Os professores e demais funcionários não foram considerados, pois como o IC é uma referência de consumo em função de um agente específico, comumente em escolas a referência utilizada é o número de alunos. Para a quantidade de dias úteis foi adotado o número padrão de 22 dias úteis.

Para cada escola foram obtidos até quatro indicadores de consumo, correspondentes aos anos estudados. Essa metodologia foi adotada, visto que algumas características do prédio escolar podem variar a cada ano, tais como: número de alunos e funcionários, presença de patologias hidrossanitárias, alteração na postura administrativa da escola, entre outros fatores diversos.

Cálculo do indicador de referência

O cálculo do IC de referência para as escolas públicas estaduais do Recife levou em consideração todos os IC's calculados para todas as escolas no período estudado, organizados de forma que cada indicador fosse tratado como valor independente. A partir daí foi calculada a média dos IC's e o respectivo desvio padrão para calcular a faixa de referência das amostras. Os limites da faixa de referência foram definidos pela média dos IC's mais ou menos um intervalo de confiança (95%).

Os dados obtidos foram plotados em um gráfico que relaciona o código da escola (que varia de 01 a 180) e o(s) respectivo(s) indicador(es) de consumo (L/aluno/dia), de acordo com a metodologia de Oliveira e Gonçalves (1999) adaptada por Nunes (2015). Assim, obteve-se uma faixa de referência geral com o conjunto de todas as amostras.

RESULTADOS OBTIDOS

A faixa de referência para o IC de água calculado para o conjunto de todas as tipologias escolares do Recife foi de $13,0 \pm 2,0$ L/aluno/dia, com 95% de confiança, utilizando dados de 141 escolas. Valores acima de 200 L/aluno/dia e abaixo de 1 L/aluno/dia foram descartados do estudo, por tratarem-se de valores irrealistas. O Gráfico 1 apresenta os valores de IC's das escolas e identifica os limites da faixa de referência.

Das 455 amostras, 279 delas encontram-se com o IC abaixo do limite inferior da faixa de referência calculada. Este fato pode ser justificado por diversos problemas, tais como: maus hábitos de higiene por parte do corpo discente; a ineficiência do abastecimento de água em alguns bairros da cidade; a precariedade ou a inexistência de equipamentos hidrossanitários nas escolas; a dificuldade do acesso do corpo discente aos pontos de consumo de água; ou a escola possui outra(s) fonte(s) alternativa(s) de abastecimento de água além da concessionária, como captação de águas subterrâneas, por exemplo.

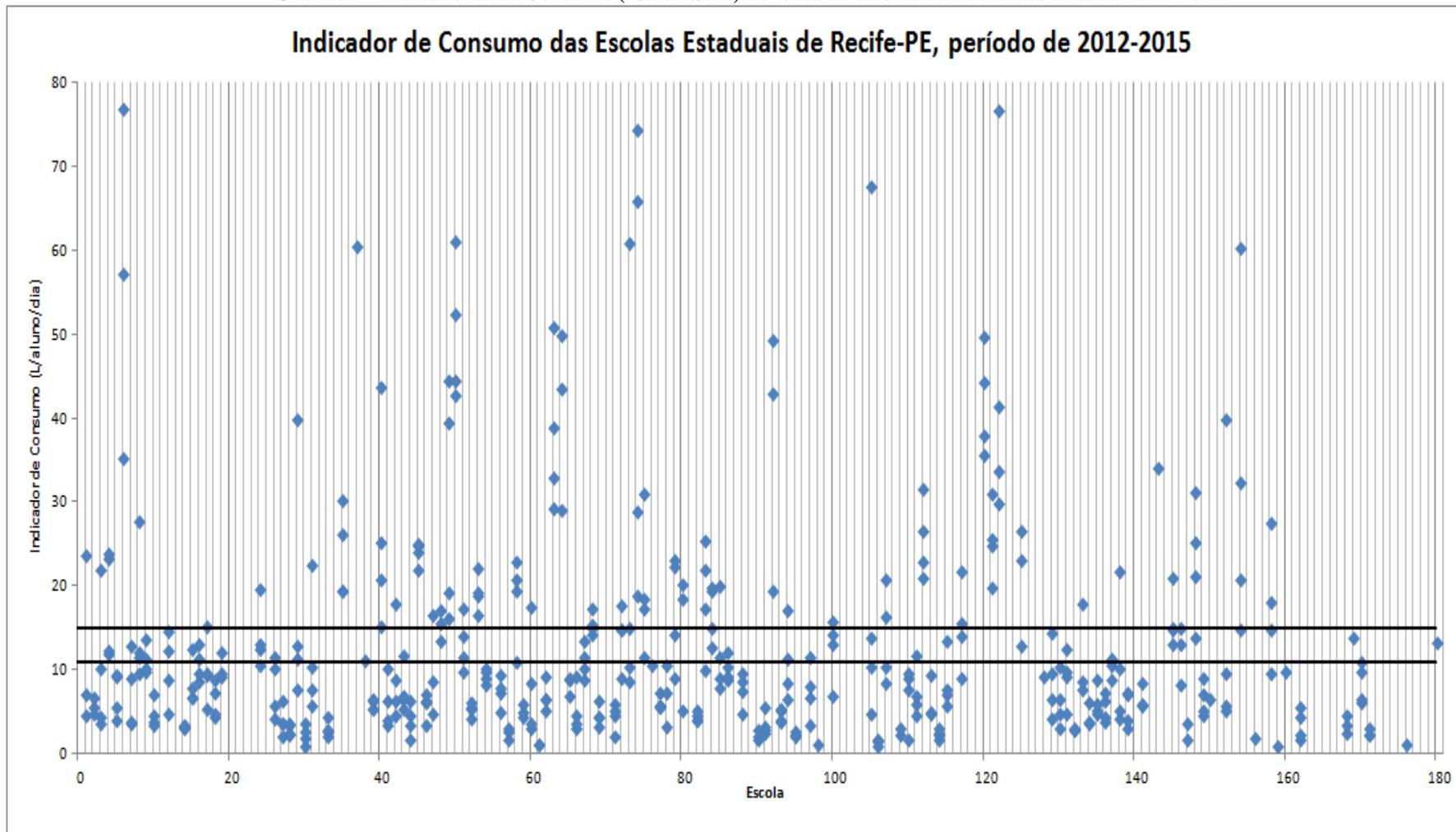
Os 122 valores de IC's acima do limite superior, provavelmente, evidenciam a falta de manutenção dos equipamentos e consequente presença de patologias nas instalações hidrossanitárias que geram um consumo elevado de água por perdas. Nunes (2015) registrou em seu estudo perdas de até 62% do consumo de água em escola do Recife incluída nesta pesquisa (Escola 28). Associado às patologias, outros problemas também relatados por diversos autores podem ser apontados, como: a falta de sensibilização dos usuários com relação à conservação do meio ambiente, e a não-responsabilidade direta pelo pagamento da conta de água (GONÇALVES *et al.*, 2005; YWASHIMA *et al.*, 2006; MELO *et al.*, 2014; NUNES, 2015).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Gonçalves *et al.* (2005) monitorou sete escolas públicas em Campinas (SP), sendo três do ensino fundamental e quatro estaduais, como resultado encontrou um indicador de consumo médio de 21,33 L/aluno/dia para escolas fundamentais e 10,68 L/aluno/dia para escolas estaduais. Oliveira (2013) estudou escolas públicas no Triângulo Mineiro (MG) e encontrou indicadores de consumo que variavam entre 6,42 L/aluno/dia a 62,82 L/aluno/dia. Farina *et al.* (2011) investigaram na Bolonha (Itália) 600 prédios escolares, creches e ensino fundamental, encontraram para as escolas fundamentais um IC na faixa de 10 a 30 L/aluno/dia. Cheng e Hong (2004) estudaram cerca de 300 escolas em Taiwan e obtiveram um IC médio de 30 L/aluno/dia.

Ao comparar os resultados do presente estudo com os demais dados encontrados na literatura por autores nacionais e internacionais, constata-se que os valores encontrados não divergem muito do cenário mundial, embora os estudos tenham sido desenvolvidos em regiões distintas de hábitos de consumo de água diferentes do município de Recife. Constata-se também, que há muitas escolas estudadas com consumo de água superior ao indicador de projeto, cuja referência é de 50 L/aluno/dia para externatos. (TOMAZ, 2001; CREDER, 2006).

Gráfico 1 - Indicadores de Consumo (L/aluno/dia) de todas as escolas de Recife dos anos de 2012-2015.



Fonte: Elaborado pelos autores

CONCLUSÃO

Esta pesquisa atualizou o estudo realizado por Silva (2016) que obteve valores de referência para o indicador de consumo de água das escolas públicas estaduais situadas no município do Recife, a partir do universo de todas as escolas existentes, utilizando o período 2012-2014. Verifica-se que não houve alteração nos valores da faixa de referência para os IC's com a inclusão de mais um ano de dados. Os resultados obtidos constituem uma contribuição importante para avaliar a situação geral deste município, bem como servir de parâmetro para municípios próximos ou com características físicas, culturais e socioeconômicas semelhantes.

Para uma análise mais detalhada, deve-se avaliar particularmente caso a caso, tendo em vista que o estudo admite 5% de erro. Sendo assim, mesmo uma escola que apresente os indicadores de consumo em todos os anos dentro da faixa de referência, pode estar representando o erro estatístico. O mesmo é válido para os pontos fora da faixa de referência.

Ressalta-se que o resultado dessa pesquisa indica a faixa de consumo de referência para o município estudado e os valores obtidos podem não garantir o bem-estar dos seus usuários. Portanto, as faixas de referência não devem ser consideradas como valores de consumo ideal, mas como o consumo de referência atual.

Recomenda-se a continuidade desta pesquisa e sugere-se em estudos futuros avaliar outros indicadores, especialmente os indicadores de vazamentos e perdas para aferir o quanto as perdas por vazamentos comprometem os valores das faixas de referência obtidas no presente estudo. Outro aspecto a ser analisado em estudos futuros é a avaliação da percepção dos usuários para o consumo de água nas escolas, pois o comportamento do usuário reflete diretamente no consumo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Bureau of Indian Standards. Indian standard: code of basic requirements for water supply, drainage and sanitation. 4th edition. New Delhi, India, 2010.*
2. CBIC/SENAI. Gestão dos Recursos Hídricos na indústria da construção: uso eficiente da água em edificações residenciais. 131 p. São Paulo: jul de 2016.
3. CHENG, C. L.; HONG, Y. T.; *Evaluating water utilization in primary schools. Building and Environment*, v. 39, p. 837–845. 2004.
4. CREDER, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. 6.ed. Rio de Janeiro. Ed. LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2006. 465 páginas.
5. FARINA, M.; MAGLIONICO, M.; POLLASTRI, M.; STOJKOV, I.; *Water consumptions in public schools. Procedia Engineering*, v.21, p. 929 – 938. 2011.
6. GONÇALVES, O.; ILHA, M.; AMORIM, S.; PEDROSO, L. Indicadores de uso racional de água para escolas de ensino fundamental e médio. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.5, n.3, p.35-48, jul/set, 2005.
7. MAYS, L. W. *Water Resources Engineering. 1.ed. New York, NY. John Wiley & Sons, Inc, 2001. 768 p.*
8. MELO, N. A.; SALLA, M. R.; OLIVEIRA, F. R. G.; FRASSON, V. M. Consumo de água e percepções dos usuários sobre o uso racional de água em escolas estaduais do Triângulo Mineiro. *Ciência & Engenharia (Science & Engineering Journal)*, v. 23, n. 2, p. 01-09, jul.-dez. 2014.
9. NUNES, L. G. C. F.; Indicadores de consumo de água em uma escola estadual de Recife-PE. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade de Pernambuco. Recife, PE, 2015.
10. OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios. *Boletim Técnico da EPUSP. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.*
11. ROCCARO, P; FALCIGLIA, P. P; VAGLIASINDI, F. G. A. *Effectiveness of water saving devices and educational in urban buildings. Water Science & Technology*, 2011. V. 63. Issue 7, p. 1357-1365.
12. SANTANA, L. M. C.; KIPERSTOK, A. Caracterização preliminar de consumo de água em prédios públicos administrativos. In: congresso baiano de engenharia sanitária e ambiental, 1., 2010, Salvador. Anais eletrônicos... Salvador, BA: Acqua Consultoria, 2010.
13. SÃO PAULO. Decreto Estadual 45.805/2001. Institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável, Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=3202> Acesso em: 16 de set 2016.
14. SILVA, S. R. Consumo de água em escolas públicas: uma referência para o município do Recife – Pernambuco. Tese de Professor Associado em Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica. Recife, PE. 2016. 66f.

15. TOMAZ, P. Economia de água para empresas e residências. Um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo: Navegar Editora, 2001.
16. UNICEF. *Water, Sanitation and Hygiene (WASH) in Schools: a companion to the Child Friendly Schools Manual*. UNICEF Division of Communication, New York – NY, 2012.
17. *United Kingdom Department for Education and Skills. Energy and water management – a guide for schools*. Nottingham, England, 2002.
18. VASCONCELOS, A. H. A. de; CRUZ, T. L.; SANTANA, A. C; CARVALHO, V. S. de; BARBOSA, I. M. B. R. Avaliação do uso da água no IFPE através do diagnóstico das instalações hidrossanitárias e hábitos de consumo. *Revista CIENTEC*, Vol. 7, no 1, 56–64, 2015.
19. YWASHIMA, L.; ILHA, M.; CRAVEIRO, S.; GONÇALVES, O. Método para avaliação da percepção dos usuários para o uso racional da água em escolas. ENTAC. A construção do futuro. Florianópolis, SC. 2006.