

## **Indicadores de consumo de água, vazamentos e perdas: estudo de caso das escolas públicas de Recife**

*Indicators of water consumption, leaks and losses: a case study of public schools in Recife*

*Indicadores de consumo de agua, fugas y pérdidas: estudio de caso de las escuelas públicas de Recife*

**Luiz Gustavo Costa Ferreira Nunes**

Mestrando em Engenharia Civil, UPE, Brasil.  
l.gustavo.nunes@hotmail.com

**Thayná Russo de Barros Wanderley**

Graduanda em Engenharia Civil, UPE, Brasil.  
trbwanderley@gmail.com

**Simone Rosa da Silva**

Professora Doutora, UPE, Brasil.  
simonerosa@poli.br

**RESUMO**

O presente artigo objetiva através de instrumentos de gestão hídrica analisar o consumo da água em prédios públicos escolares do município de Recife, Pernambuco. A metodologia utilizada foi o cálculo de indicadores de consumo, vazamentos e perdas em nove escolas-piloto, calculados através de levantamento do consumo com a concessionária local, e levantamentos de dados em campo. As médias dos indicadores de consumo das escolas variaram entre 7,27 e 37,96 L/aluno/dia para o ano de 2016. As escolas apresentaram uma média de 13% no indicador de vazamentos, e podem representar aproximadamente até 13% do consumo de água. Percebe-se que uma política de inspeção e manutenção periódica das instalações hidrossanitárias consistiria em um importante instrumento no combate às perdas por vazamentos, que conseqüentemente implicaria em redução do consumo de água, conservação do insumo e redução de custos, além dos benefícios ambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** conservação de água; vazamentos; escolas públicas.

**ABSTRACT**

This article aims to analyze water consumption in public school buildings in the city of Recife, Pernambuco. The methodology was based on the calculation of indicators of water consumption, leaks and losses in nine public schools, calculated by surveying consumption with the water company and field data surveys. The average school consumption indicators ranged from 7.27 to 37.96 L/student/day in 2016. Schools have an average of 13% in the leakage indicator, and may represent approximately 13% of consumption of water. It is perceived that a policy of inspection and periodic maintenance of the hydrosanitary facilities would be an important instrument in the fight against leakage losses, which would consequently imply in reduction of water consumption, water conservation and reduction of costs, besides the environmental benefits.

**KEYWORDS:** water conservation; leaks; public schools.

**RESUMEN**

El presente artículo objetiva a través de instrumentos de gestión hídrica analizar el consumo del agua en edificios públicos escolares del municipio de Recife, Pernambuco. La metodología utilizada fue el cálculo de indicadores de consumo, fugas y pérdidas en nueve escuelas piloto, calculadas a través del levantamiento del consumo con la concesionaria local, y levantamientos de datos en campo. Los promedios de los indicadores de consumo de las escuelas variaron entre 7,27 y 37,96 L/alumno/día para el año 2016. Las escuelas presentaron una media del 13% en el indicador de fugas, lo que puede representar casi el 13% del consumo de agua. Se percibe que una política de inspección y mantenimiento periódico de las instalaciones hidrosanitarias consistiría en un importante instrumento en el combate a las pérdidas por fugas, que conseqüentemente implicaría en reducción del consumo de agua, conservación del insumo y reducción de costos, además de los beneficios ambientales.

**PALABRAS-CLAVE:** conservación del agua; fugas de agua; escuelas públicas.

### 1. INTRODUÇÃO

Para considerar a sustentabilidade de um edifício, na forma de utilizar a água, ações de conservação de água, como utilização de fontes alternativas de água, devem ser avaliadas após implantação do uso eficiente da água, que objetiva reduzir a quantidade de água necessária para realizar atividades consumidoras com enfoque na gestão da demanda (CBIC/SENAI, 2016).

Gonçalves *et al.* (2005) sugere a utilização de indicadores de consumo de água, de vazamentos e perdas para avaliação do uso da água em edificações. Para melhor entendimento dos indicadores, precisa-se compreender que o consumo de água em uma edificação se configura não só apenas do consumo do insumo propriamente dito, mas também o consumo gerado pelas perdas físicas (vazamentos) e pelo desperdício (uso excessivo).

A importância do estudo das patologias relativas aos sistemas hidráulicos prediais reside na possibilidade da atuação preventiva, especialmente se elas forem causadas por falhas no processo de produção dos respectivos projetos de engenharia. Alguns dos principais problemas patológicos encontrados nos sistemas hidráulicos prediais são: infiltrações, vazamentos, pressão insuficiente, deslocamento de revestimentos, ruídos e vibrações, retorno de odores e retorno de espuma (SOARES, 2010).

Neste contexto, prédios públicos destacam-se por ser frequente apresentarem avarias nos sistemas hidrossanitários, gerando um consumo elevado ocasionado por perdas. Dentre as causas, podemos elencar: a falta de sensibilização dos usuários com relação à conservação do meio ambiente, a não responsabilidade pelo pagamento da conta de água, além da ineficiência ou inexistência de um sistema de manutenção predial (GONÇALVES *et al.*, 2005; YWASHIMA *et al.*, 2006; ROCCARO; FALCIGLIA; VAGLIASINDI, 2011; MELO *et al.*, 2014; NUNES, 2015).

Entre os prédios públicos, a escola, além de ser uma das edificações que mais apresentem perdas por vazamentos, é um ponto chave na discussão da sustentabilidade, a partir do momento em que fomenta a conscientização e formação de vários cidadãos (SCHERER, 2003; GONÇALVES *et al.*, 2005; OLIVEIRA, 2013; NUNES, 2015; SOARES, 2016).

### 2. OBJETIVOS

O presente artigo objetiva analisar as patologias dos sistemas prediais de água fria em escolas públicas estaduais de Recife, levantando e contabilizando o impacto causado pelas perdas e vazamentos no consumo de água das escolas, através da análise de indicadores de consumo, vazamentos e perdas.

### 3. METODOLOGIA

Através da parceria com a SEE (Secretaria Estadual de Educação de Pernambuco) e a SAD (Secretaria de Administração do Governo do Estado de Pernambuco), obteve-se uma relação de 180 prédios de tipologia escolar da rede estadual de Pernambuco. Cada prédio recebeu um código, variando de 01 a 180. A partir desta informação, foi realizada uma seleção para a etapa

de campo do projeto, que consistiu na visita de equipe às escolas selecionadas para coleta de dados.

A metodologia baseou-se na utilizada por Nunes (2015) que foi adaptada pela de Gonçalves *et al.* (2005), estruturando-se em 5 etapas: seleção da amostra; levantamento cadastral e de manifestações patológicas nos sistemas hidrossanitários: detecção tátil-visual de vazamentos nos pontos de consumo de água; seleção das escolas-piloto para este estudo; determinação dos indicadores de consumo, de vazamentos e perdas, a partir dos dados provenientes do levantamento em campo e do consumo histórico das escolas selecionadas.

### 3.1 Seleção da amostra

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. Para a análise dos dados de consumo de água por tipologia escolar foi levada em consideração a classificação do ano 2015.

As escolas regulares são aquelas em que o corpo discente estuda apenas em um turno, atendendo alunos do ensino fundamental e/ou médio. Além disso, a escola regular pode atender à Educação de Jovens e Adultos (EJA), nesse caso funcionando em três turnos.

As escolas do tipo EREM Integral possuem apenas alunos do ensino médio que permanecem em dois turnos na escola todos os dias da semana. A maioria destas escolas sofreu reformas recentes, tendo em vista que todas elas devem ter laboratórios, cozinha e uma infraestrutura adequada para receber os alunos diariamente, sendo mais bem estruturadas que as demais tipologias escolares.

As escolas do tipo EREM Semi-integral são escolas que, teoricamente, deveriam ter apenas alunos do ensino médio. Contudo, na prática, elas estão em transição entre escolas regulares e EREM Integral. Portanto, esta tipologia atende alunos do ensino médio e do fundamental, sendo que o primeiro grupo fica três dias da semana nos dois turnos (manhã e tarde), enquanto o segundo grupo tem aulas em apenas um turno. O horário de funcionamento pode ser de até três turnos e sua infraestrutura também se assemelha às escolas do grupo EREM Integral.

Por fim, as Escolas Técnicas são aquelas que oferecem cursos de capacitação profissional, como cursos do nível médio em administração, edificações, sistema de redes, entre outros. Sua estrutura contempla laboratórios e outras dependências atendendo às especificidades de cada curso. Os alunos podem estudar em um ou dois turnos. Quanto ao funcionamento, cada prédio tem horários bem distintos, funcionando entre dois e três turnos por dia.

Portanto, com base nessas informações foram selecionadas 69 escolas dentre as 180, levando em consideração sua classificação pela SEE-PE e sua localização.

### 3.2 Levantamento cadastral e de patologias

O levantamento cadastral consiste no diagnóstico da edificação verificando: os pontos de consumo, funcionamento da escola, hábitos de consumo e estado de conservação dos equipamentos hidrossanitários. O levantamento de manifestação patológica foi realizado, apenas, nas instalações de água fria, que consistiu numa verificação táctil-visual se os equipamentos hidrossanitários apresentavam vazamento, registrando numa caderneta de campo. As fichas de cadastro e do levantamento de manifestações patológicas utilizadas neste estudo foram obtidas a partir de Nunes (2015).

### 3.3 Seleção das escolas-piloto

A partir dos cadastros realizados nas visitas, as escolas-piloto do presente projeto foram selecionadas a partir dos seguintes critérios: maior número de patologias registradas, escolas de médio a grande porte de tipologias diferentes, análise das características físicas e estruturais, e de acordo com a maior quantidade de pontos de consumo de água.

### 3.4 Determinação dos indicadores de consumo e índice de vazamentos

Baseado em Oliveira e Gonçalves (1999), o Indicador de Consumo foi determinado pela equação (1):

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

Onde:

IC: indicador de consumo (litros/agente consumidor x dia);

Cm: consumo mensal (m<sup>3</sup>/mês);

NA: número de agentes consumidores;

Dm: quantidade de dias úteis no referido mês.

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). Portanto, a quantidade de alunos do ensino médio dos EREM integral é multiplicado pelo fator 2, enquanto os do EREM Semi-integral, pelo fator 1,6. Os alunos da tipologia técnica devem ser analisados caso a caso, enquanto os da tipologia regular não possuem fator de ajuste. 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.

A determinação do índice de vazamentos consiste na quantificação dos equipamentos hidrossanitários que apresentam patologias, uma vez que é definido pela razão entre o número de pontos de utilização do sistema com vazamento e o número total de pontos de utilização do sistema.

O índice de vazamentos foi calculado com base no método utilizado por Gonçalves *et al.* (2005), de acordo com a equação (2).

$$IV = (\sum Pv) / (\sum Pt) \times 100 \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

IV: índice de vazamentos (%);

Pv: número de pontos de utilização do sistema com vazamento;

Pt: número total de pontos de utilização do sistema.

Por sua vez, o índice de perdas por vazamento objetiva medir quanto de água foi perdida por vazamentos, ou seja, é o percentual do consumo de água da edificação que foi perdido. Definido pela equação (3).

$$IP = (\sum Vv) / (\sum Vt) \times 100 \quad \text{equação (3)}$$

Onde:

IP: índice de perdas (%);

Vv: volume perdido por vazamentos em um determinado período (m<sup>3</sup>/mês);

Vt: volume total consumido na edificação no mesmo período (m<sup>3</sup>/mês).

Para obtenção do consumo de água perdido por vazamentos, o Manual de Conservação de Águas em Edificações (ANA/FIESP/SINDUSCON, 2005) sugere a implementação de uma medição setorizada. Contudo, como a instalação de medição setorizada em várias escolas era inviável, foram utilizados os valores nominais de perdas por vazamentos indicado pelo mesmo manual, que podem ser utilizados para estimar o quanto de água está sendo perdida por vazamentos, conforme Tabela 1.

**Tabela 1 – Volumes estimados perdidos em vazamentos**

Aparelho/equipamento sanitário	Vazamento	Perda Estimada
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	> 32 litros/dia
	Filete Ø 2mm	> 114 litros/dia
	Filete Ø 4mm	> 333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filete visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
	Filetes visíveis	144 litros/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros (supondo que a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vaza no registro	0,86 litros/dia
	Vaza no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Fonte: ANA/FIESP/SINDUSCON (2005)

#### 4. RESULTADOS

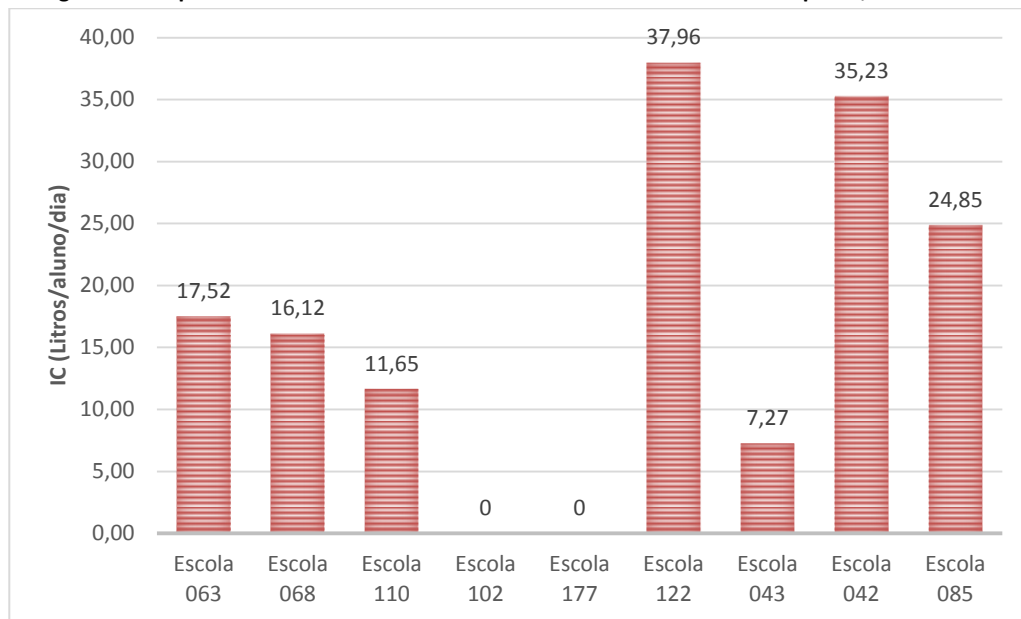
Com o intuito de avaliar a estrutura, levantar o quantitativo de patologias hidrossanitárias e compará-las com os dados históricos de consumo, as visitas às escolas possibilitaram a escolha de nove delas como escolas-piloto deste estudo, mediante critérios já citados, sendo selecionadas as escolas relacionadas na Tabela 2 com suas respectivas populações no ano de 2016.

**Tabela 2: Relação das escolas-piloto e população em 2016**

Código	Classificação	Bairro	Quantitativo de funcionários	Quantitativo de alunos
63	EREM-Jornada Semi-integral	Santo Amaro	24	196
68	Escola Técnica	Boa Viagem	46	505
110	Escola Técnica	Espinheiro	132	1515
158	EREM-Jornada Integral	Casa Amarela	25	273
177	Regular	Santo Amaro	28	618
122	Regular	Santo Amaro	49	750
43	Regular	Macaxeira	44	900
42	EREM-Jornada Semi-integral	Madalena	54	623
85	EREM-Jornada Integral	Espinheiro	37	368

De modo a tornar a análise mais consistente, para efeitos de comparações, foi calculada a média dos indicadores de consumo de cada escola, no ano de 2016, uma vez que esse parâmetro varia mensalmente. Esses valores estão representados na Figura 1.

**Figura 1: Comparativo entre os Indicadores de Consumo médios das escolas-piloto, 2016**



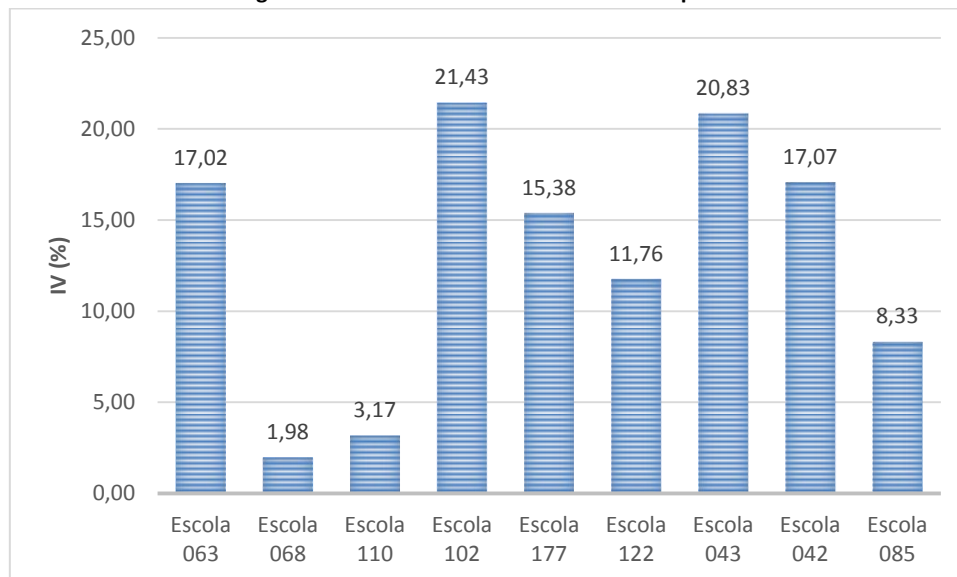
No ano de 2016 as médias dos IC's das escolas variam entre 7,27 e 37,96 L/aluno/dia. A escola 102 e 177 apresentaram seus indicadores zerados devido, provavelmente, ao hidrômetro da concessionária local que encontra-se quebrado e não aferiu os consumos mensais durante o ano. Vale destacar que a escola 102 possui outra fonte de abastecimento não monitorado: um poço artesiano.

Esse gráfico comparativo mostra uma considerável diferença entre os indicadores de consumo das escolas-piloto, em função dos diferentes hábitos encontrados. Por exemplo, em uma escola de ensino integral, de modo geral, os alunos passam o dia na escola e tem o hábito de tomar banho na escola, o que não ocorre nas de ensino regular, em geral.

Os índices de vazamentos, apresentados na Figura 2, não apresentam um padrão, variando entre 1,98 e 21,43%. A média dos índices de vazamentos das escolas-piloto se aproxima de 13%.



Figura 2: Índices de vazamentos das escolas-piloto

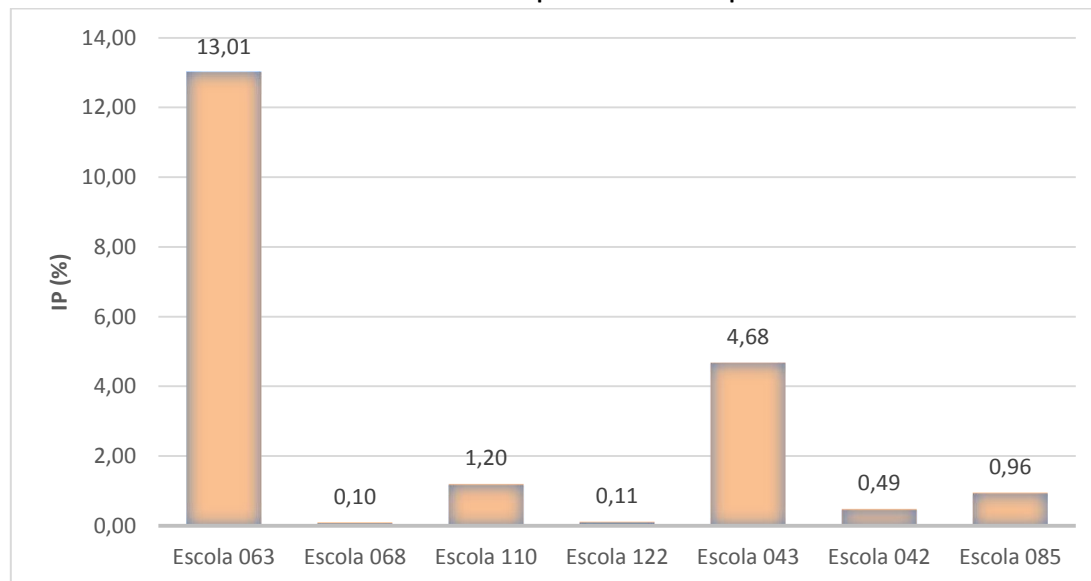


Os IV's dependem diretamente do número de pontos de água com patologias, assim como, da consciência ambiental dos seus usuários. Em geral, as escolas realizam manutenção corretiva, não possuindo a cultura da manutenção preventiva. Esse fato ocorre devido à falta de informações relativas à conservação dos recursos hídricos e até mesmo a não responsabilidade direta no pagamento da conta de água. Destaca-se ainda que muitas vezes as escolas não possuem um funcionário capacitado para reparo de vazamentos, necessitando apoio da SEE, que por sua vez enfrenta problemas de falta de verbas e pessoal capacitado. Corroborando com os problemas elencados, a escola com o maior índice de vazamentos (escola 102), com 21,43%, possui os indicadores de consumo zerados.

O menor IV foi o da escola 068, justificado pelo fato de ter sido a única escola cadastrada que apresentou o hábito da manutenção preventiva gerando um bom estado de conservação dos equipamentos hidrossanitários.

O IV é um bom parâmetro para se analisar o estado de conservação dos equipamentos hidrossanitários de uma edificação, contudo, um alto índice de vazamentos não necessariamente representa um alto índice de perdas por vazamento. Nunes (2015) encontrou em seu estudo perdas de até 62%. A principal causa elencada pelo autor foi um vazamento ocasionado por um problema na boia na descarga de um vaso sanitário. A Figura 3 mostra os índices de perdas das escolas-piloto.

Gráfico 3: Índices de perdas das escolas-piloto



O índice de perdas variou entre 0,10% e 13,01%. Através do gráfico, percebe-se que a maioria das escolas não apresentam muitas perdas, mesmo possuindo elevados índices de vazamentos, isso ocorre porque nem todo vazamento apresenta uma perda expressiva de volume de água, principalmente quando os vazamentos são de gotejamento das torneiras. A escola 063 apresentou o maior IP devido aos vazamentos, em especial, ocorridos em duas bacias e quatro torneiras, que apresentavam filetes visíveis e vazamento na tubulação de alimentação (que em média consomem 144 L/dia por ponto de consumo avariado).

Para as escolas 102 e 177, que apresentavam índices moderados de vazamentos, não foi possível calcular o índice de perdas, devido ao não monitoramento do consumo de água por parte da concessionária local.

## 5. CONCLUSÃO

Percebe-se que a situação das escolas públicas estaduais do Recife remete, de forma geral, a uma realidade de detecção tardia das patologias hidrossanitárias e posteriores reparos, que podem chegar a intervalos de tempo de meses, até mesmo de anos.

Um instrumento importante no combate às patologias hidrossanitárias é o monitoramento do consumo de água, que deve ser feito permanentemente pela escola, visando identificar consumos atípicos que podem ser resultantes de patologias.

De modo a solucionar ou melhorar consideravelmente essa realidade, o primeiro passo seria a conscientização dos agentes consumidores de água, sejam alunos, professores ou funcionários, mostrando-os que são diretamente responsáveis pela preservação do patrimônio escolar.

Essa conscientização deve ser realizada através de palestras educacionais com o próprio corpo docente e discente das escolas ou com profissionais da área preparados para alertar e ensinar

aos alunos e funcionários, bem como campanhas em parceria com os órgãos estaduais responsáveis pelo gerenciamento da água.

A adoção de um Programa de Uso Racional da Água (PURA) também traria benefícios e economia do insumo nas escolas. Em São Paulo, por exemplo, houve redução do consumo de água de uma escola pública de 94% (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999).

A implantação de uma cultura de inspeção e manutenção periódica das instalações hidrossanitárias também consiste em uma medida de suma importância para o combate às perdas por vazamentos, conseqüente redução do consumo de água e conservação do insumo. Ao pôr em prática essa série de medidas, as escolas garantiriam o reparo dos vazamentos, em conseqüência a redução das perdas e do consumo de água, bem como economia nas contas, e alunos mais conscientes e preparados para lidar e cuidar da água.

## REFERÊNCIAS

CBIC/SENAI. **Gestão dos Recursos Hídricos na indústria da construção**: uso eficiente da água em edificações residenciais. 131 p. São Paulo: jul de 2016.

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.

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.

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.

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.

OLIVEIRA, F. R. G. de. **Consumo de água e percepção dos usuários para o uso racional da água em escolas estaduais de Minas Gerais**. 2013. 193f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

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.

SCHERER, F. A. **Uso racional da água em escolas públicas: diretrizes para secretarias de educação**. 2003. 257 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOARES, D. A. F.; **Patologias em sistemas hidráulicos prediais e de prevenção contra incêndio**. Maringá, PR. (Documento interno), 2010.

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.