

## INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS

**Marina S. de O. Ilha (1); Luciana P. Pedroso (2); Laís A. Ywashima (3)**

(1) Departamento de Arquitetura e Construção – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, Brasil – e-mail: milha@fec.unicamp.br

(2) Departamento de Arquitetura e Construção Civil – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, Brasil – e-mail: luppdroso@yahoo.com.br

(3) Departamento de Arquitetura e Construção – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, Brasil – e-mail: ywashima@yahoo.com.br

### RESUMO

A construção sustentável pressupõe o uso racional de insumos nas edificações, merecendo destaque o consumo de água. Existem diferentes medidas a serem consideradas no desenvolvimento de projetos de novas edificações, tais como o controle de pressões, a setorização da medição para possibilitar a gestão, o emprego de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo, a sensibilização dos usuários que irão utilizar a edificação projetada. Nas edificações existentes também há um grande potencial de redução do consumo de água, onde o levantamento do sistema predial e o diagnóstico do consumo são os pontos de partida para a definição das medidas a serem implantadas. O diagnóstico do consumo pode ser efetuado a partir da determinação de indicadores e índices, os quais servem de referência para edificações similares. Nesse sentido, é importante que sejam efetuados levantamentos em campo em diferentes locais, a partir de uma metodologia similar, de modo que os resultados obtidos sejam comparáveis entre si. Este trabalho apresenta as especificidades e principais recomendações para a realização de levantamentos em campo e organização dos dados para as análises dentro de um programa de uso racional da água em escolas existentes. Além disso, apresenta os resultados obtidos em um levantamento piloto realizado em 12 unidades da rede municipal de Campinas. Dentre os parâmetros apresentados neste trabalho, destacam-se o indicador de consumo e os índices de vazamentos, de perdas por vazamentos e de percepção dos usuários para o uso racional da água.

Palavras-chave: sistemas prediais, consumo de água, escola, indicador de consumo.

### ABSTRACT

Sustainable construction presupposes the rational use of resources in buildings, with emphasis the water consumption. There are different actions to be considered in the development of designs of new buildings, such as the pressure control, the submetering to allow the water consumption management, the use of water saving technologies at the consumption points, the environmental educational to the users who will use the designed building designed. There are a great potential to water consumption reduction for existing buildings, where the characterization of the plumbing system and the consumption's diagnosis are the starting points for the definition of actions to be implemented. The consumption's diagnosis can be done from the determination of indicators and indexes, which serve as reference for similar buildings. From this point of view, it is important that surveys should be done in different places, from a similar methodology, so that the results are comparable to each other. This work presents the specificities and main recommendations for conducting surveys and data organization to analyses in a water rational use program in existing schools. Besides that, it shows the results obtained in a survey developed in 12 units of the Campinas municipal schools. Among the parameters shown in this work, it highlights the water consumption indicator and leakage rate, losses for leakage and users' perceptions for a water rational use indexes.

Keywords: .Building systems; water consumption, school, consumption indicator.

## 1 INTRODUÇÃO

Os fatores determinantes do consumo de água em escolas são similares para algumas situações e por isso é comum a estimativa desta variável por meio do indicador de consumo (IC), o qual deve ser usado, porém, para uma avaliação preliminar dessa grandeza Cheng; Hong (2004). Estudos mais detalhados devem envolver outras variáveis, tais como a temperatura ambiente, o tipo e o número de aparelhos sanitários instalados, as áreas impermeáveis que necessitam de lavagem, entre outros.

Oliveira (1999) recomenda o emprego dos seguintes parâmetros, além do IC, para a avaliação do consumo de água de uma edificação: índice de vazamentos (IV) e índice de perdas por vazamentos (IP). O IV é a relação entre o número de pontos de consumo de água com vazamentos e o número total de pontos de consumo o IP é a relação entre o volume estimado perdido em vazamentos em um determinado período de tempo e o volume total consumido na edificação no referido período de tempo.

De sua vez, Ywashima et al (2006) recomendam que, juntamente com os IC, IV e IP, seja determinado o índice de percepção dos usuários para o uso racional de água (IU) para a avaliação do potencial de conservação decorrente da modificação da forma de realização das atividades que envolvem o uso da água em escolas.

Diversos pesquisadores destacam que o uso de água em escolas não é racional, principalmente nas unidades públicas, onde se verifica um grande índice de vazamentos e o mau uso generalizado desse recurso. Essa realidade é decorrente de várias causas, dentre elas a falta de sensibilização dos usuários com relação à conservação da água e do meio ambiente, a não responsabilidade direta pelo pagamento da conta de água e a inexistência ou ineficiência de um sistema de manutenção.

A primeira etapa de um programa de conservação de água consiste no diagnóstico do consumo, o qual pode ser comparado com os dados de edificações similares, já evidenciando o potencial de economia. Obviamente que esta etapa deve ser acompanhada de uma caracterização adequada do sistema predial de água e da identificação das particularidades do edificação em estudo.

Assim, é importante a determinação de indicadores que possibilitem a comparação do consumo de água entre edificações de mesma tipologia. Para tanto, deve-se empregar uma metodologia padrão, evitando-se interpretações inadequadas. Como exemplo de padronizações na organização dos dados que podem influenciar os resultados obtidos em escolas destacam-se a retirada do período das férias na determinação do consumo histórico da escola e a consideração de um período de 22 dias úteis na estimativa do IC caso a escola não seja utilizada nos finais de semana, entre outros aspectos .

Este trabalho apresenta inicialmente uma compilação de valores de indicadores de consumo de água em escolas encontrados na bibliografia nacional e internacional. Na seqüência, apresenta as especificidades e algumas recomendações para o desenvolvimento de cada etapa de um método para o diagnóstico do consumo de água em escolas. Por fim, são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do referido método em uma amostra de escolas da rede pública de Campinas, São Paulo.

## 2 VALORES DO INDICADOR DE CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS

A Tabela 1 apresenta alguns exemplos IC em escolas citados por autores estrangeiros e nacionais. Verifica-se uma grande variabilidade dos valores de IC. Tratam-se de informações de diferentes países, com regimes educacionais e hábitos dos usuários diferenciados.

Além disso, alguns autores apresentam valores extremamente baixos do IC, cujas causas/origens não foram explicitadas pelos mesmos. Acredita-se que uma análise dos hábitos dos usuários poderia explicar os valores encontrados (não acionamento do sistema de descarga após o uso da bacia sanitária, a não utilização dos banheiros pelos alunos, tanto pelo estado de conservação desses ambientes como pelo fato de que o período de permanência da escola é pequeno, entre outros).

Por outro lado, existem alguns valores bastante elevados, o que pode ser explicado pela existência de vazamentos (exemplo, 81,1 litros/aluno.dia, onde existia um vazamento na rede de abastecimento) e também pelos hábitos dos usuários (higienização pessoal e ambiental realizada com água corrente,

sem fechamento do aparelho sanitário no momento da não utilização, irrigação paisagística em horários inadequados e com o aparelho sanitário continuamente aberto, entre outros).

Além destas possíveis distorções, existem diferenças na forma de cálculo do IC pelos diversos autores, tais como a diferenciação do número de alunos em período parcial e integral, o número de dias considerados (somente dias úteis, 22 em média, ou, alternativamente, 30 dias por mês, etc.). Especificamente no caso dos valores apresentados por Werneck (2006), não foram retirados os meses de férias para o cálculo do consumo médio mensal, o que originou um IC menor do que efetivamente ocorre ao longo dos meses letivos. Disso decorre a necessidade de padronização de um método para a determinação do IC, de forma a que os resultados obtidos em diferentes situações sejam compatíveis.

**Tabela 1: Indicador de Consumo (IC) de água para escolas – autores estrangeiros e nacionais.**

IC	Categoria	Fonte/ Observação	
20 litros/pessoa.dia	não especificada	Ganesan (1998)	
378 litros/pessoa.dia		Blease (1990) / para contabilização do número de pessoas, foi considerado apenas o número de funcionários	
547 litros/pessoa.dia			
11,0 litros/aluno.dia		Ayres Associates (1993) / os alunos permanecem na escola 7 horas/dia e é preparada 1 refeição	
17,4 litros/aluno.dia	infantil e fundamental	Styles; Keating (2000)	
30 litros/pessoa.dia	fundamental	Cheng; Hong (2002)	para contabilização do número de pessoas, foi considerado o número de funcionários e de alunos, que possuíam entre 7 e 16 anos.
56,4 litros/pessoa.dia	fundamental	Cheng; Hong (2004)	
59,5 litros/pessoa.dia	fundamental		
50 litros/aluno.dia	não especificado	Berenhauser; Pulici (1983) <i>apud</i> Tomaz (2000)	
10 a 30 litros/aluno.dia	não especificado	Melo; Netto (1988)	
50 litros/aluno.dia		Dmae (1988) <i>apud</i> Tomaz (2000)	
50 litros/aluno.dia		Macintyre (1996)	
81,1 litros/aluno.dia	ensino fundamental (11 a 14 anos – 5º a 8º série)	Oliveira (1999)	
18,6 a 30,9 litros/aluno.dia	educação infantil (3 a 6 anos)	Barreto; Chicchi (2001)	
7,6 a 11,6 litros/aluno.dia	ensino fundamental (7 a 14 anos – 1º a 8º série)		
4,0 a 13,4	ensino médio (2º grau – 15 a 17 anos)		
25	ensino fundamental e médio	São Paulo (2001)	
5,7 a 8,6	Não especificado	Sabesp (2003)	
3,79 a 12,1	Educação infantil	Werneck (2006)	
0,51 a 11,6	Ensino fundamental		
4,5 a 7,5	Ensino fundamental e médio		

Independentemente dos aspectos citados destaca-se a grande variabilidade dos dados apresentados, que pode ser também decorrente do fato de que diversas variáveis podem influenciar o consumo de água em uma edificação.

### 3 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal identificar as especificidades e, a partir disso, apresentar recomendações para o diagnóstico do consumo de água em escolas. Dados obtidos com uma mesma metodologia, levando-se em conta as particularidades de cada local, são comparáveis entre si e podem servir de base para a definição da situação do consumo de água de uma escola onde se esteja planejando implementar um programa de uso racional da água. Objetiva também apresentar os resultados obtidos com a aplicação do método proposto, principalmente no que se refere ao indicador de consumo, índices de vazamentos, de perda por vazamentos e de percepção dos usuários para o uso racional de água para uma amostra de escolas da rede municipal da Campinas, São Paulo.

### 4 METODOLOGIA

A metodologia empregada para o desenvolvimento do presente trabalho está estruturada nas seguintes fases: identificação das etapas que compõem a realização do diagnóstico do consumo de água em

escolas; elaboração das diretrizes a serem seguidas em cada uma dessas etapas; apresentação dos resultados e análises do diagnóstico do consumo realizado em 12 unidades escolares obtido segundo as diretrizes propostas.

#### **4.1 Identificação das etapas para o diagnóstico do consumo em escolas**

O desenvolvimento das atividades que compõem esta fase foi efetuado a partir da investigação em campo realizada em 83 unidades escolares da rede municipal de Campinas, cujo detalhamento pode ser encontrado em Araújo (2004); Ywashima (2005) e Gonçalves *et al* (2005) Estes trabalhos foram desenvolvidos tendo como base a metodologia proposta por Oliveira (1999) para a realização de programas de uso racional em edifícios.

Assim, foram identificadas as seguintes etapas para a realização do referido diagnóstico:

- definição e determinação de unidades-caso;
- definição e elaboração dos instrumentos de coleta de dados;
- coleta e organização dos dados para as análises, envolvendo a determinação do indicador de consumo, do índice de vazamentos e de perdas por vazamentos, além do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água.

#### **4.2 Elaboração das diretrizes para a realização do diagnóstico do consumo**

Esta fase foi desenvolvida a partir da identificação dos problemas e das soluções adotadas pela equipe responsável pela realização da investigação em campo citada no item anterior. Como resultado, foi elaborada uma proposta de procedimento padrão para a realização do diagnóstico do consumo em escolas, a qual é apresentada no item de resultados e análises desse artigo.

#### **4.3 Diagnóstico do consumo de água em escolas da rede municipal de Campinas**

Neste etapa foram determinados os seguintes parâmetros, considerando-se uma amostra de 12 unidades, onde foi realizado o monitoramento remoto do consumo de água: indicador de consumo histórico; índice de vazamentos; índice de perdas por vazamentos e índice de percepção dos usuários para o uso racional da água. São apresentados, também, alguns resultados obtidos na investigação realizada nas 83 escolas.

### **5 DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS PÚBLICAS: DIRETRIZES PARA A REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO EM CAMPO**

#### **5.1 Definição e determinação das unidades-caso**

Nessa etapa devem ser levantadas as categorias de escolas existentes, seus períodos de atendimento dos alunos, número de alunos e funcionários por período, entre outras informações relativas ao funcionamento da unidade escolar. Tendo em vista o escopo do presente trabalho, foram consideradas na elaboração das diretrizes apenas as escolas municipais; porém, a maioria das recomendação é válida também para outros grupos de escolas (estaduais, particulares, etc..).

A partir disso, deve-se classificar as escolas existentes por categorias. Importante a obtenção da conta de água das escolas, para a realização de um agrupamento em função do consumo (ou do indicador de consumo) histórico. Para tanto, recomenda-se o procedimento descrito na seqüência.

Calcular o consumo médio nos três meses anteriores ao início dos trabalhos e dividir pelo número de alunos nesse período para determinar o IC médio. Caso um desses meses seja atípico (férias, grande número de feriados etc.), o mesmo deve ser desprezado e o mês imediatamente anterior deve ser utilizado para o cálculo da média dos 3 meses. Caso a escola não seja utilizada em finais de semana e se pretenda trabalhar com dados diários, deve ser computada uma média de 22 dias úteis no período considerado;

Calcular o desvio-padrão. Se os valores dos três consumos (ou dos três IC) estiverem todos na faixa compreendida entre a média  $\pm$  desvio-padrão, este será considerado o consumo médio da escola em questão; caso contrário, calcular a média dos 12 meses anteriores à realização da investigação (retirando-se os meses atípicos) e este será o valor do consumo médio da escola a ser considerado nessa etapa preliminar;

Agrupar as escolas em função do valor do consumo (ou do IC) médio. Este será o conjunto de escolas (população) a ser considerado para a seleção das unidades a serem investigadas. O escopo do trabalho determinará a forma de seleção das unidades. Caso se trate de um levantamento mais geral, a seleção da amostra deve ser preferencialmente efetuada segundo as expressões constantes na bibliografia de estatística, de modo a que os resultados tenham representatividade. Além disso, a distribuição geográfica das escolas também deve ser considerada. Sugere-se nesses casos, também, a inclusão direta na amostra de escolas com valores extremos (alto e baixo) do IC;

Em estudos de caso, outros fatores podem ser também determinantes para a seleção das unidades a serem investigadas (apenas uma determinada categoria; escolas que atendam a uma grande população, unidades de certa região, etc.).

Independentemente do escopo do trabalho, caso a escola possua classes no período noturno, é importante classificá-la em grupos diferenciados, considerando-se a porcentagem de aluno nesse período em relação ao diurno.

## **5.2 Definição e elaboração dos instrumentos de coleta de dados**

O levantamento das condições de operação dos componentes do sistema predial de água, da forma de realização das atividades que envolvem o uso da água na edificação e o monitoramento do consumo são etapas importantíssimas do diagnóstico do consumo, pois podem subsidiar a adoção de medidas dentro do programa de uso racional de água.

Nesse sentido, as etapas comentadas no presente trabalho devem ser sempre acompanhadas de um levantamento documental (plantas das escolas, histórico de manutenções, etc). Destaca-se, contudo, que normalmente nem as escolas nem o órgão responsável possui estes documentos. Muitas vezes, o levantamento dessas informações pressupõe ir campo e elaborar um projeto “as built” simplificado. Informações importantes a serem levantadas: planta de implantação, para o registro das áreas externas e verificação de construções não existentes no projeto original; planta da escola com as divisórias internas, para a verificação das modificações efetuadas e identificação e localização dos ambientes sanitários; e detalhes dos ambientes sanitários, para a verificação do posicionamento dos pontos de consumo de água, aparelhos sanitários e demais componentes.

Para o monitoramento do consumo durante o diagnóstico, são necessárias informações mais detalhadas do que as fornecidas pela conta de água. A leitura visual do hidrômetro em pelo menos dois horários do dia (de manhã cedo e no final da tarde, por exemplo) já é suficiente para tanto. Importante que esses horários sejam mantidos, de forma que o intervalo entre as leituras seja praticamente o mesmo. O período mínimo recomendado para este monitoramento é de 15 dias (quatro registros de cada dia da semana), caso não ocorra nenhum evento atípico na escola que possa impactar o consumo (comemorações, realização de atividades externas pelos alunos, etc.), pois as atividades normalmente se repetem a cada dia da semana nessa tipologia de edificação.

O ideal, contudo, é que o monitoramento do consumo seja efetuado durante todo o período do diagnóstico, de modo a detectar quaisquer problemas que venham a ocorrer. Nesse sentido, o emprego de um monitoramento automático (local ou remoto) é de grande ajuda, principalmente porque o intervalo entre as leituras pode ser bastante pequeno (minutos ou até mesmo segundos, se necessário), permitindo uma avaliação mais precisa do consumo. As tecnologias que podem ser empregadas para a aquisição automática dos dados são várias e dependem de características tais como o número de unidades a serem monitoradas simultaneamente, distância a ser “percorrida” pelos dados, entre outros aspectos. Em Gonçalves et al (2005) e em Tamaki (2003) podem ser encontradas descrições de diferentes sistemas de aquisição de dados, as quais podem subsidiar a escolha do sistema a ser empregado.

Por sua vez, o levantamento da condição de operação dos componentes do sistema predial de água pode ser feito por meio de inspeção visual e também realização de ensaios expeditos e especiais. Para tanto, podem ser empregados fichas cadastrais e formulários de observação.

Um detalhamento dos testes mais usualmente empregados pode ser encontrado em Oliveira (1999).

Caso sejam investigadas várias unidades escolares, totalizando um número muito grande de componentes, a duração da realização de um ensaio e do levantamento como um todo constitui um item de extrema importância.

Nesse sentido, destaca-se o teste da caneta, para detecção de vazamentos em bacias sanitárias, que reduz a duração dos ensaios recomendados por diferentes concessionárias de água para este fim. Este ensaio, o qual se baseia em um teste de limpeza constante na norma brasileira de avaliação do desempenho de bacias sanitárias, foi proposto durante as atividades de detecção de vazamentos no programa de conservação de água desenvolvido no campus da Universidade Estadual de Campinas (Pró-Água, 2002).



**Figura 1 – Teste da caneta – detecção de vazamentos em bacias sanitárias.**

Fonte: Pró-Água (2002)

A medida do volume perdido nos vazamentos pode ser feita com o auxílio de recipientes graduados e cronômetros. Para uma primeira estimativa ou então naqueles casos em que a medição não é possível, o volume perdido pode ser estimado a partir de dados disponíveis na bibliografia, tais como os apresentados na tabela 2.

**Tabela 2: Volumes estimados perdidos em vazamentos.**

Aparelho/equipamento sanitário	Perda estimada (litros/dia)
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento
	Gotejamento médio
	Gotejamento rápido
	Gotejamento muito rápido
	Filete Ø 2 mm
	Filete Ø 4 mm
Mictório	Vazamento no flexível
	Filetes visíveis
	Vazamento no flexível
Bacia sanitária com válvula de descarga	Vazamento no registro
	Filetes visíveis
	Vazamento no tubo de alimentação da louça
Chuveiro	Válvula disparada quando acionada
	Vaza no registro
	Vaza no tubo de alimentação junto da parede

Fonte: OLIVEIRA (1999); GONÇALVES *et al* (2005) *apud* SAUTCHUK *et al* (2005).

Vale ressaltar que podem existir também vazamentos não visíveis e que, nesses casos, normalmente a detecção é feita por meio de testes especiais que empregam equipamentos tais como o correlacionador de ruídos, geofone, entre outros.

As fichas cadastrais são divididas em dois tipos: caracterização e componentes do sistema (aparelhos/equipamentos sanitários; registros, etc).

A ficha de caracterização contempla informações gerais da escola, tais como: períodos de utilização (matutino, vespertino, integral, noturno); uso da escola nos finais de semana; meses de férias; população fixa; ano de construção; existência de construção que não conste no projeto original; área construída, entre outras.

As fichas cadastrais dos aparelhos contemplam informações tais como o número de componentes de cada tipo no ambiente considerado e a respectiva condição de operação. Para facilitar as análises, a condição de operação deve ser pré-definida no formulário de cada tipo de componente, cabendo à equipe de levantamento apenas assinalar o item correspondente. Exemplos de fichas cadastrais dos aparelhos usualmente encontrados em escolas podem ser encontrados em Araújo (2004).

Por fim, o levantamento da forma de realização das atividades com o emprego da água pode ser efetuado por meio de entrevistas aos usuários-chave (principais agentes consumidores, responsáveis pela manutenção, entre outros), as quais devem ser sempre acompanhadas da observação das atitudes dos usuários na realização das diferentes atividades. Isso se deve ao fato de que, muitas vezes, os usuários não respondem sobre a sua forma de realização da atividade e sim tendem a apresentar a resposta “considerada correta” ou “esperada”. Assim, têm-se, nesse caso, dois tipos de fichas cujo conteúdo é similar, sendo uma dela preenchida com as respostas dos usuários (entrevista) e outra a partir da observação efetuada pelos membros da equipe nos dias de visita à escola investigada.

Novamente, quanto mais padronizada previamente for esta ficha, maior a facilidade de preenchimento pela equipe de levantamento e de análise dos dados obtidos. As atividades podem ser divididas, por exemplo, por ambiente. Em Ywashima (2005) podem ser encontrados modelos de fichas para diferentes ambientes sanitários e categorias de escolas.

### **5.3 Coleta e organização dos dados para as análises**

Conforme destacado anteriormente, a equipe de levantamento deve ser devidamente treinada para a realização da coleta dos dados em campo. Essa recomendação assume um papel mais importante ainda no caso da realização das entrevistas, no sentido de não sinalizar aos usuários “a resposta correta”. Vale ressaltar que nem sempre a “resposta correta” imaginada pelo usuário é a que corresponde ao uso mais racional de água. É frequente, em levantamentos realizados em cozinhas, os usuários indicarem um uso mais intenso que o que realmente ocorre, entendendo que, quanto maior a quantidade de água empregada, menor o risco de contaminação e maior a higienização.

O dimensionamento da equipe de levantamento depende do número e tamanho das unidades a serem investigadas. Porém, considera-se que a composição mínima seja 3 integrantes. Um número menor do que esse torna o levantamento praticamente inviável, principalmente por conta das entrevistas.

Também é importante o rodízio entre os membros da equipe com relação à atividade, realizada para que a padronização de encaminhamento entre os membros da equipe seja mais efetiva evitando-se, assim, possíveis vícios/erros de preenchimento, além de propiciar um maior entrosamento da equipe.

Para possibilitar o mapeamento do sistema predial e já elaborar um cadastro para as manutenções futuras, convém numerar/identificar todos os pontos de consumo em cada ambiente seguindo uma padronização. Por exemplo, o aparelho “número 1” de um determinado ambiente será sempre o mais próximo da porta, à esquerda de quem entra no ambiente, sendo os demais numerados em ordem crescente, no sentido horário. Dessa forma, a identificação futura desse ponto de consumo será facilitada.

Para o cálculo do IC da edificação antes e depois das intervenções, valem as mesmas recomendações constantes no item 5.1.

Uma importante padronização no cálculo do índice de vazamentos é a consideração dos componentes e não o aparelho/equipamento sanitário como um todo para essa avaliação. Exemplo: no caso de um lavatório abastecido com água fria (AF) e quente (AQ), têm-se os seguintes pontos que podem apresentar vazamentos: 1 registro (torneira) de AF; 1 de AQ, uma bica da torneira, 1 flexível para AF e outro para AQ, todos em um mesmo aparelho sanitário. Assim, recomenda-se determinar o IV em relação aos componentes (registro, flexível, bica torneira, etc..).

No caso do IU a avaliação, para ser representativa, deve refletir os hábitos de uso da água na realização das atividades da maioria dos usuários da escola da escola em questão. O índice de percepção dos usuários para o uso racional da água é a relação entre a somatória dos pontos obtidos por atividade e a somatória do número máximo total de pontos possíveis de obtenção no conjunto de atividades.

Para o diagnóstico do consumo, devem ser empregados pelo menos o IC e os índices citados anteriormente, cujas expressões são apresentadas na seqüência:

$$IV = \frac{\sum P_v}{\sum P_t} * 100 \quad IP = \frac{V_p}{V_m} * 100 \quad IU_{ambiente/escola} = \frac{\sum \text{Pontos obtidos}}{100} \%$$

IV: Índice de vazamento

(%).

Pv: Número de pontos de utilização do sistema com vazamento.

Pt: Número total de pontos de utilização do sistema.

IP : Índice de perdas por vazamentos (%).

Vp : Volume perdido por vazamentos em um determinado período de tempo

(m<sup>3</sup>/mês).

Vm : Volume total consumido na edificação no mesmo período de tempo

(m<sup>3</sup>/mês).

IU<sub>ambiente</sub> – Índice de percepção dos usuários

para o uso racional da água em cada ambiente: banheiro, cozinha, área de serviço, área externa, etc.

IU<sub>escola</sub> – Índice de percepção dos usuários para o uso racional da água da escola como um todo

Vale ressaltar que o volume perdido em vazamentos nas torneiras e registros, em geral durante a utilização, é difícil ou até mesmo impossível de ser medido, pois pressupõe a instalação de um medidor entre o ponto de consumo e o metal sanitário, de cuja medida deveria ser separada a parcela efetivamente utilizada e a que é perdida pelo problema no eixo. Além disso, nesse caso, como o vazamento ocorre apenas quando o componente está em utilização, necessita-se determinar além da quantidade, a duração de cada uso de cada ponto de consumo de água ao longo do dia.

Assim, os vazamentos que ocorrem quando da utilização dos registros e torneiras, cujos volumes envolvidos são, geralmente, de pequena magnitude, devem ser contabilizados apenas no cálculo do IV, sendo o volume correspondente, desprezado na determinação do IP.

## 6 ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS DA REDE MUNICIPAL DE CAMPINAS

O diagnóstico do consumo foi realizado conforme a metodologia apresentada ao longo desse trabalho, envolvendo todos os cuidados mencionados e as padronizações destacadas. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos em termos do indicador de consumo e dos índices de vazamentos, de perda por vazamentos e de percepção dos usuários para o uso racional da água. As tabelas 4 e 5 apresentam a caracterização das escolas investigadas.

Da análise dos dados apresentados, destaca-se que existe uma variabilidade grande do valor do IC dentro de escolas de mesma tipologia. Isso deve não somente ao estado de conservação diferenciado dessa unidades (representados pelo IV e pelo IP), mas também porque os usuários dessas escolas possuem diferentes grau de percepção para o uso racional da água. O valor do IU<sub>escola</sub>, relativamente baixo para boa parte das escolas indica um grande potencial de economia a ser obtido com a sensibilização dos usuários e emprego de tecnologias economizadoras;

**Tabela 3: Indicador de consumo e demais índices – escolas da rede municipal de Campinas.**

Escola	IC (L/dia.aluno)	IV (%)	IP (%)	IU <sub>ban</sub> (%)	IU <sub>coz</sub> (%)	IU <sub>as</sub> (%)	IU <sub>ae</sub> (%)	IU <sub>escola</sub> (%)
CEMEI 31	49,85	3,1	8,4	79	50	50	0	56
CEMEI 44	49,50	23,1	14,8	43	12	50	--	27
CEMEI/EMEI 119	31,45	5,8	51,8	42	7	100	0	37
CEMEI/EMEI/FUMEC 7	21,64	7,5	1,9	52	54	0	0	37
EMEI 22	21,70	10,5	22,7	50	23	50	0	41
EMEI 118	33,33	0,0	0,0	50	24	50	0	31
EMEI 158	40,51	10,0	14,7	50	70	0	0	48
EMEI/FUMEC 157	13,71	21,4	7,9	100	62	0	0	63
EMEF 61	8,54	9,3	39,1	56	80	NA	0	56
EMEF 71	19,20	13,6	0,6	33	20	NA	0	28
EMEF/SUPLETIVO 70	8,16	2,9	0,4	56	67	NA	100	64
EMEF/SUPLETIVO 59	5,56	7,3	5,4	43	70	NA	0	42

**Tabela 4: Caracterização das escolas investigadas – parte 1**

Escola	Área permeável (m <sup>2</sup> )	Área impermeável <sup>1</sup> (m <sup>2</sup> )	Nº de salas de aula	Possui: (H)orta (J)ardim
CEMEI 31	188	754	4	-
CEMEI 44	737	850	5	-
CEMEI/EMEI 119	3369,72	4016,3	10	H
CEMEI/EMEI/FUMEC 7	4530	3140	4	J
EMEI 22	86	188	2	-
EMEI 118	184,0	443,0	1	-
EMEI 158	1321	660	6	J
EMEI/FUMEC 157	173,4	241,7	2	J
EMEF 61	2993	1589	4	J
EMEF 71	231	1989	7	J
EMEF/SUPLETIVO 70	5478	1816	10	J
EMEF/SUPLETIVO 59	2682	1740	7	J

<sup>1</sup> Inclui passarelas, quadras, etc...

**Tabela 5: Caracterização das escolas investigadas – parte 2.**

Escola	Pop. Total	Nº de alunos em PI	Nº de alunos em PP	Nº de func.
CEMEI 31	113	85	0	28
CEMEI 44	134	106	0	28
CEMEI/EMEI 119	523	48	440	35
CEMEI/EMEI/FUMEC 7	671	96	523	52
EMEI 22	75	0	64	11
EMEI 118	57	0	50	7
EMEI 158	180	0	165	15
EMEI/FUMEC 157	119	0	112	7
EMEF 61	371	0	346	9
EMEF 71	614	0	581	13
EMEF/SUPLETIVO 70	958	0	906	17
EMEF/SUPLETIVO 59	645	0	582	9

LEGENDA: Pop – população PI – período integral PP – período parcial func – funcionários prof – professores

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apresentação de um procedimento para a realização de levantamentos em campo e organização dos dados para as análises para o diagnóstico do consumo de água em escolas se destina a possibilitar que os dados obtidos em diferentes locais e tipologias de edifícios sejam comparáveis entre si.

A partir disso, resguardadas as particularidades locais, os dados apresentados no item 6 podem servir da referência para edificações similares. Vale ressaltar que nas unidades investigadas no estudo piloto apresentado não foi efetuada qualquer ação no sentido de reduzir o consumo de água, cujo potencial pode ser avaliado por meio dos índices apresentados.

O desenvolvimento de levantamentos em campo em vários locais do país, similares ao apresentado, pode contribuir para a melhoria da qualidade dos sistemas prediais de água em escolas.

Ressalta-se, por fim que, conforme apresentado por diferentes autores, o IC deve ser empregado para uma primeira avaliação do consumo, devendo-se identificar, para uma análise mais detalhada, outras variáveis que influenciam o consumo, tais como a temperatura, a área construída, entre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. S. M. **Avaliação Durante Operação dos Sistemas Hidráulico e Sanitários em Edifícios Escolares**. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Campinas, São Paulo, 2004 (Dissertação de Mestrado).

AYRES ASSOCIATES. **The Impact of Water Conserving Plumbing Fixtures on Institutional and Multi-Family Water Use**. Tampa, Florida, EUA, 1993 (Report prepared for: The City of Tampa Water Department Water Conservation Section).

BARRETO, D.; CHICCHI, C. A. **Programa de Economia de Água em Escolas: Desenvolvimento e Implantação da Metodologia e no Setor de Abastecimento de Água na Cidade de Santo André – SP**. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, 2001.

- BERENHAUSER, J.C.B.; PULICI, C. **Previsão de Consumo de Água por Tipo de Ocupação do Imóvel**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12. Balneário Camboriú, Santa Catarina, 1983. 34 p.
- BLEASE, K. **Institutional, Commercial and Industrial Water Audits – The Need for Methods and Results**. Conserv90. 1990.
- CHENG, C.L.; HONG, Y.T. **Research of Design Principle on Water Utilization of Primary School – Case Study in Taipei City**. CIB W62 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 2002. Iasi, Romênia, 2002.
- CHENG, C.L.; HONG, Y.T. Evaluating Water Utilization in Primary Schools. **Building and Environment**. Vol. 39 – nº 7, p. 837-845. Taipei, Taiwan. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 16 jan 2006.
- Departamento Municipal de Água e Esgoto do Porto Alegre – DMAE**. Decreto 9369/88. Adota valores mínimos em litros por dia. Porto Alegre, 1988.
- GANESAN, C.T. **Wastewater Management of Buildings in Botswana**. In: CIB W62 - International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 1998. Roterdã, Holanda. 1998.
- GONÇALVES, O.M. *et al.* **Indicadores de Uso Racional da Água para Escolas de Ensino Fundamental e Médio com Ênfase em Índices de Consumo**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 35-48, jul./set. 2005. Disponível em: [www.antac.org.br/ambienteconstruido](http://www.antac.org.br/ambienteconstruido) (acesso em 10 mar 2006).
- MACINTYRE, A.J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 3º ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996. 739 p.
- MELO, V.O.; NETTO, J.M.A. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias**. 1º ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1988. 185 p.
- OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Edifício**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). São Paulo, São Paulo, 1999 (Tese de Doutorado).
- SABESP. **Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br>. Acesso em 20 mar 2003.
- SÃO PAULO**. Decreto nº 45.805, de 15 de maio de 2001. Institui o programa estadual do uso racional da água potável e das providências correlatas. São Paulo, 16p.
- SAUTCHUK, C. *et al.* **Conservação e Reúso da Água em Edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br>. Acesso em: jun 2006.
- Pró-Água**. Manual de Manutenção de Sistemas Prediais de Água Fria. 1ª. Edição. Fevereiro de 2002..37p.
- STYLES, M. KEATHING, T. **Water Efficient School: Chesswood Middle School Project**. Worthing: Southern Water, October 2000. 12p. (Final Project Report).
- TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água – Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os Serviços Públicos**. 1º ed. São Paulo: Navegar Editora, 2000. 250 p.
- YWASHIMA, L.A. **Avaliação do Uso de Água em Edifícios Escolares Públicos e Análise de Viabilidade Econômica da Instalação de Tecnologias Economizadoras nos Pontos de Consumo**. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Campinas, São Paulo, 2005 (Dissertação de Mestrado).
- YWASHIMA, L. A.; *et al.* **Método para avaliação da percepção dos usuários para o uso racional da água em escolas**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 11. Florianópolis, 2006. 10p. CD-ROM.
- WERNECK, G.A.M. **Sistemas de Utilização da Água de Chuva nas Edificações: O Estudo de Caso da Aplicação em Escola de Barra do Piraí, RJ**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006 (Dissertação de Mestrado).