

IV-018 – INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA, EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE RECIFE-PE

Luiz Gustavo Costa Ferreira Nunes⁽¹⁾

Graduando de Engenharia 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).

Simone Rosa da Silva⁽²⁾

Engenharia 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 Adjunto da Universidade de Pernambuco (UPE).

Juliana Karla da Silva⁽³⁾

Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE). Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE). Engenheira de Projetos do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Rio Ipojuca.

Anna Elis Paz Soares⁽⁴⁾

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

Fagner Fontes de França⁽⁵⁾

Graduando de Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE).

Endereço⁽¹⁾: Rua Odilon de Araújo, 197A - Muribara – São Lourenço da Mata - PE - CEP: 54720-250 - Brasil
- Tel: (81) 3412-9522 - e-mail: l.gustavo.nunes@hotmail.com

RESUMO

O consumo de água é definido como a quantidade do insumo propriamente usada para atender as necessidades dos usuários e também aquela que é desperdiçada ou perdida por diversos tipos de vazamentos e pela utilização de forma inadequada. Sendo assim, o presente trabalho visa estabelecer indicadores de uso racional de água adequado para uma escola pública do município de Recife, Pernambuco. Os estudos realizados nessa escola resultaram que até 62% do consumo de água da escola pode ser ocasionada por vazamentos e perdas.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação de água, gestão da demanda hídrica, escolas públicas.

INTRODUÇÃO

Gonçalves (2005) ressalta que o índice de patologias dos sistemas prediais de água é significativo em edificações escolares. Essa realidade é decorrente de várias causas, entre elas a falta de sensibilização dos usuários com relação à conservação do meio ambiente, a não-responsabilidade direta pelo pagamento da conta de água e a inexistência ou ineficiência de um sistema de manutenção. Normalmente, as atividades de manutenção são centralizadas na administração regional, existindo um grande intervalo entre a detecção do vazamento e o conserto propriamente dito.

Na avaliação do potencial de economia de água em uma edificação, devem ser definidos indicadores que contemplem não somente a quantidade de água por agente consumidor em um determinado período (indicador de consumo), mas também, indicadores de uso racional de água.

O presente trabalho contém estudos realizados em uma escola estadual da cidade do Recife, em Pernambuco. Este trabalho faz parte dos projetos, “Programa de conservação de água em escolas públicas” que é uma proposta de contribuição na temática da educação associada à conservação de água, através ações educativas junto aos alunos, professores e funcionários de escolas públicas de Pernambuco, que poderão atuar como multiplicadores deste conhecimento no âmbito doméstico; e “Conservação de água em edificações públicas” que objetiva propor alternativas para atender à demanda de políticas de conservação e uso racional em áreas urbanas, em âmbito nacional, através de medidas viáveis para redução do consumo de água potável em escolas públicas e prédios públicos comerciais da Região Metropolitana do Recife. Ambos desenvolvidos pelo

AquaPOLI – Grupo de Recursos Hídricos da Escola Politécnica de Pernambuco - POLI, na Universidade de Pernambuco.

O trabalho foi executado no ano de 2014, consistindo de diversas etapas. A escola em estudo é uma das três escolas-piloto dos projetos supracitados. Em paralelo com as atividades de pesquisa foram realizadas atividades de extensão que consistiram em palestras para o corpo discente com o tema “Conservação de água”, que contemplavam os seguintes conteúdos: água no planeta, estados físicos da água, ciclo hidrológico, como a água chega até as residências, sistema de abastecimento de água, consumo de água, disponibilidade hídrica, medidas para o uso racional da água. Além dos alunos, os professores também participaram de uma palestra com o objetivo de compreenderem o projeto e propor atividades no âmbito do projeto na sua disciplina, tendo em vista, que “água” é um tema interdisciplinar.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida foi baseada na utilizada por Gonçalves (2005), em tipologias semelhantes em Campinas, estando estruturada da seguinte forma: (a) seleção da escola-piloto; (b) cadastro os pontos de consumo de água da escola-piloto; (c) instalação de hidrômetros nos pontos de consumo de água na escola; (d) monitoramento setorizado do consumo de água; (e) registro de patologias; (f) ação educativa voltada para a comunidade escolar; (g) caracterização de um dia típico de consumo de água; (h) determinação do indicador de consumo e do índice de vazamento e perdas nas escolas; (i) Análise comparativa com indicadores teóricos e de outras localidades que também utilizaram a mesma metodologia descrita.

SELEÇÃO DA ESCOLA

Em Recife, as escolas públicas em sua maioria são de responsabilidade da Secretaria Municipal de Educação e do Governo Estadual, sendo que a primeira aborda em sua maioria o ensino infantil e fundamental I (1º ao 5º ano), enquanto a segunda, o ensino fundamental II (6º ao 9º ano) e o ensino médio.

Como o trabalho objetiva também uma ação educativa, através de monitores, alunos do curso de Engenharia Civil da Universidade de Pernambuco, capacitados pelo AquaPOLI, preferiu-se trabalhar com escolas de responsabilidade do Governo Estadual. A escolha pelas escolas sobre responsabilidade do Governo Estadual foi visando também, uma maior interação entre as instituições estaduais: Universidade de Pernambuco e Secretaria Estadual de Educação.

Através de articulação com a Secretaria de Educação, foram pré-selecionadas sete escolas, que foram todas visitadas pela equipe do AquaPOLI e foram cadastradas. A partir deste cadastro foi escolhida uma escola que se adequasse aos seguintes requisitos: a) consumo mensal de água com desvio padrão da média não superior a 25%, pois, em um desvio padrão elevado pode ser caracterizado como altos índices de perdas; b) fácil acesso e próxima da Escola Politécnica de Pernambuco (POLI) para otimizar a logística; c) receptividade da direção da escola ao projeto.

A Escola escolhida para trabalho possui uma área de 9760 m². Suas instalações hidrossanitárias são compostas de 18 torneiras convencionais e 12 bacias sanitárias, sendo 2 com caixa acoplada e com duplo acionamento, além de 4 chuveiros, dispostos na escola segundo Tabela 1. Seu corpo discente é formado por alunos do ensino fundamental (6º ano ao 9º ano), ensino médio e educação de jovens e adultos, distribuídos nos três turnos. Em 2014, ano de realização da investigação em campo, a unidade possuía 1139 alunos, sendo destes 218 em horário integral, 72 funcionários, entre professores, coordenadores, monitores, vigias, cozinheiras, serviços gerais.

Tabela 1: Pontos de Consumo de Água na escola em estudo

	Descarga	Torneira	Chuveiro
Banheiro administrativo e dos professores	4	4	4
Banheiro dos alunos - masculino	4	1	
Banheiro dos alunos - feminino	4	2	
Laboratório de Física/Química		2	
Sala de Artes		1	
Pátio		1	
Quadra		1	
Bebedouro		1	
Cozinha		5	
Total	12	18	4

Diariamente, são preparados na escola cerca de 4 refeições para todos os alunos e funcionários da instituição, sendo elas: lanche da manhã, almoço, lanche da tarde, jantar. Mesmo os banheiros dos alunos possuindo chuveiros, os mesmos não estão autorizados a tomarem banho na instituição devido ao grande índice de vandalismo registrado pela direção da escola.

Outro fato interessante é que a escola possui diversas grades que impedem a livre circulação dos alunos entre os corredores, assim como 24 câmeras de segurança que monitoram toda a escola, a fim de evitar vandalismo. Além disso, os banheiros são fechados com cadeados, portanto, o aluno que deseja utilizar o banheiro necessita a autorização para passar por no mínimo uma grade e uma porta. Havendo o total controle de quem pegou a chave e quanto tempo está com a mesma, dificultando o uso do banheiro pelos alunos.

INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS, MONITORAMENTO DO CONSUMO E LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS

Em parceria com a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) foi realizada uma visita na escola a fim de levantar todos os pontos de consumo de água e o material necessário para instalação dos hidrômetros. Em seguida, foram elencados os pontos indispensáveis para o monitoramento setorizado, nos quais foram instalados hidrômetros.

Dentre os 34 pontos de consumo de água da escola, o AquaPOLI em parceria com a COMPESA, instalou hidrômetros de vazão nominal de 1,5 m³/h, em 28 pontos de consumo. Semanalmente, foi monitorado o consumo de água de todos os pontos instalados os hidrômetros, assim como, o hidrômetro da concessionária local, a fim de acompanhar e verificar se o consumo monitorado nos pontos de consumo de água estava em concordância com o consumo informado pela concessionária. Podendo detectar assim a ocorrência de perdas invisíveis, como vazamentos e furtos. As visitas ocorreram preferencialmente no mesmo dia da semana a fim de monitorar o consumo de sete dias.

Nestas mesmas visitas, foi realizada a verificação de ocorrência de vazamentos aparentes, e devidamente registrados na caderneta de campo do monitor.

CARACTERIZAÇÃO DE UM DIA TÍPICO DE CONSUMO DE ÁGUA

Para caracterização do dia típico de consumo de água na escola, foram calculados o consumo médio diário que cada equipamento hidrossanitário consumiu. Contudo, como já mostrado anteriormente nem todos os pontos de consumo foram monitorados, com isso para estes pontos de consumo de água não monitorados foi estimado através da média aritmética dos pontos de consumo de água monitorados quanto estes consumiriam de água

por dia. Para isto, foram levados em consideração os seguintes aspectos: o local no qual estavam instalados, usuários que o utilizavam e tipo de equipamento hidrossanitário.

Outro ponto que foi levado em consideração foram os vazamentos com perda de água potável, quando a ocorrência do mesmo, o ponto em questão foi desprezado e substituído pela média aritmética dos pontos de consumo de água que possuísssem a mesma característica (local de instalação, usuário e tipo de equipamento), a fim de evitar que grandes vazamentos influenciem no real consumo de água dos setores. Portanto, a escola foi dividida em 6 setores distintos, sendo eles:

a) *Professores*: corresponde aos pontos de água destinados exclusivamente aos professores, ao setor administrativo da escola e à biblioteca. São eles: os banheiros masculino e feminino dos professores, correspondendo 6 pontos de água, sendo 2 torneiras, 2 descargas com duplo acionamento e 2 chuveiros, tendo dos 6, 5 pontos monitorados.

b) *Funcionários*: corresponde aos pontos de água destinados aos demais funcionários da escola, compreendido desde os seguranças, monitores, zeladores, copeiras, entre outros. Sendo os 2 banheiros dos funcionários, um masculino e o outro feminino, correspondendo a 6 pontos de consumo, sendo 2 torneiras, 2 descargas e 2 chuveiros, com todos os pontos de consumo sendo monitorados. Porém dois deles, uma torneira e uma descarga, apresentaram vazamentos respectivamente nos dias 26/05/2014 e 23/04/2014, por isso foram descartados deste estudo.

c) *Copa*: corresponde aos 5 pontos de consumo de água da copa da escola, apenas quem tem acesso aos mesmos são as copeiras da escola que preparam de três a cinco refeições todos os dias para a comunidade discente e docente da escola. De todos os 5 pontos de consumo, 4 foram monitorados, e o que não foi monitorado não foi considerado pois é uma torneira especial, que está equipada com um filtro de água, utilizada exclusivamente para fazer suco para os alunos, e segundo as funcionárias, mediante entrevista, afirmaram que quase não utilizavam a torneira.

d) *Alunos – Banheiro*: corresponde aos pontos de consumo de uso exclusivo dos alunos, pontos esses que compreendem os dois banheiros da escola para os alunos, que juntos possuem 11 pontos de consumo, sendo 8 descargas e 3 torneiras. Dentre os 11, apenas 7 pontos foram monitorados, porém uma descarga apresentou vazamentos nos dias 23/04/2014 e 26/05/2014, por isso foi descartado deste estudo.

e) *Alunos – Salas*: corresponde aos pontos de consumo de uso em sua maior parte pelos alunos, mas também de uma pequena parcela dos professores que utilizam salas exclusivas que possuem pontos de água para desenvolver atividades específicas, são elas: o Laboratório de Ciências, a Sala de Artes e a Quadra. Possuindo 5 pontos de consumo monitorados.

f) *Área Comum*: corresponde aos pontos de consumo que toda a comunidade escolar tem acesso, compreendendo a apenas os dois pontos de consumo monitorados do Pátio da Escola.

A Figura 1 ilustra a participação de cada setor no consumo de água da escola. É visível que todos os setores de uso exclusivo da comunidade docente e funcionários de uma forma geral da escola são os maiores consumidores de água, fato que parecia improvável tendo em vista que o quantitativo de alunos representam massivamente a maior parcela de consumidores de água da escola.

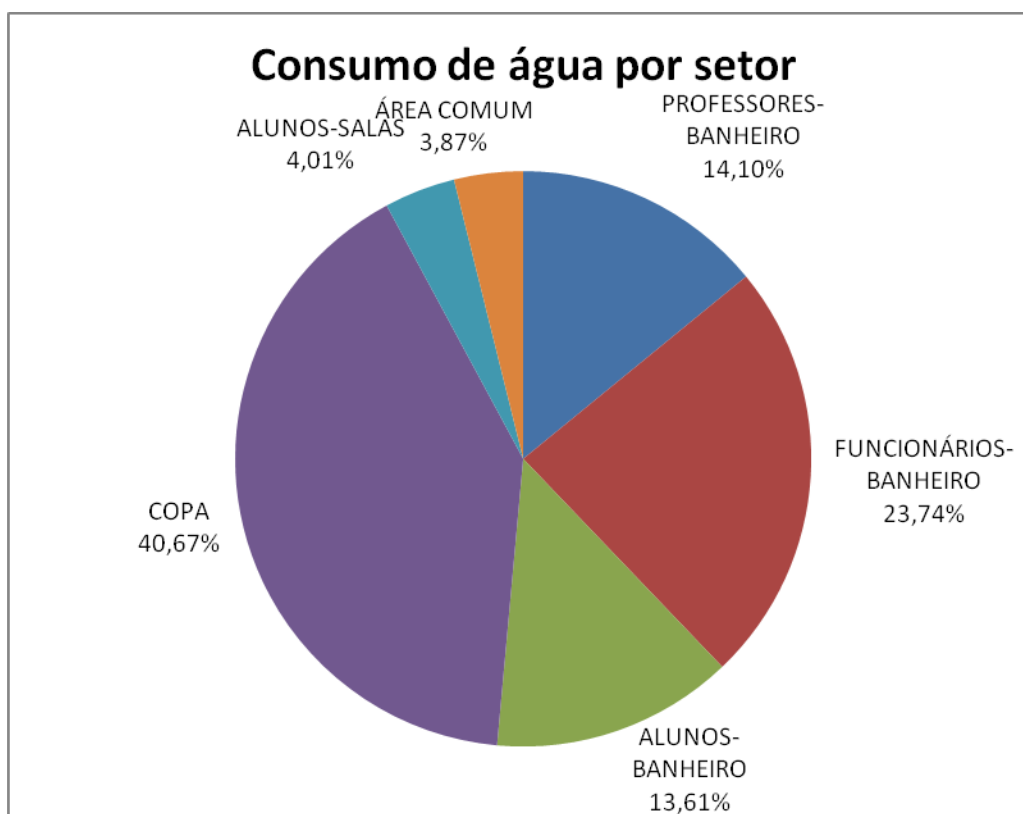


Figura 1: Consumo de água por setor na escola em estudo

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO E DO INDICADOR DE CONSUMO HISTÓRICO

Para determinação do consumo da escola foram desconsiderados os meses atípicos, os meses de férias, correspondendo a janeiro, junho, julho e dezembro, tendo em vista que, a população e os horários de funcionamento do edifício neste período são bem diferentes, descaracterizando assim o consumo de água. O indicador de consumo por sua vez é determinado, segundo Oliveira (1999), por:

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

O consumo mensal foi obtido através das contas emitidas pela concessionária de água local no período estudado. E a quantidade de dias úteis no mês foi escolhido como padrão 22 dias úteis.

Para o número de agentes consumidores (NA) foram adotados apenas os alunos. Contudo, há dois tipos de alunos nas escolas, os que estudam em horário integral em três dias da semana e os que estudam em apenas um turno, denominado para o trabalho como horário parcial.

Na literatura consultada não foi encontrado nenhum registro que trabalhasse com um corpo discente que apresentasse horários diferenciados. Basicamente os alunos de horário integral ficam o dobro do tempo na escola em três dias da semana se comparados aos demais alunos, portanto, para o estudo foi adotado que o aluno que estudar em horário integral contará como 1,6 alunos para o quantitativo do número de agentes consumidores. Conforme equação abaixo.

$$NA = 1,6 \times AI + A \quad \text{equação (2)}$$

A concessionária local informou o consumo mensal de água da escola no ano de 2014, assim, obtemos o indicador de consumo da escola (litros/agente consumidor*dia) de cada mês estudado (Figura 2).

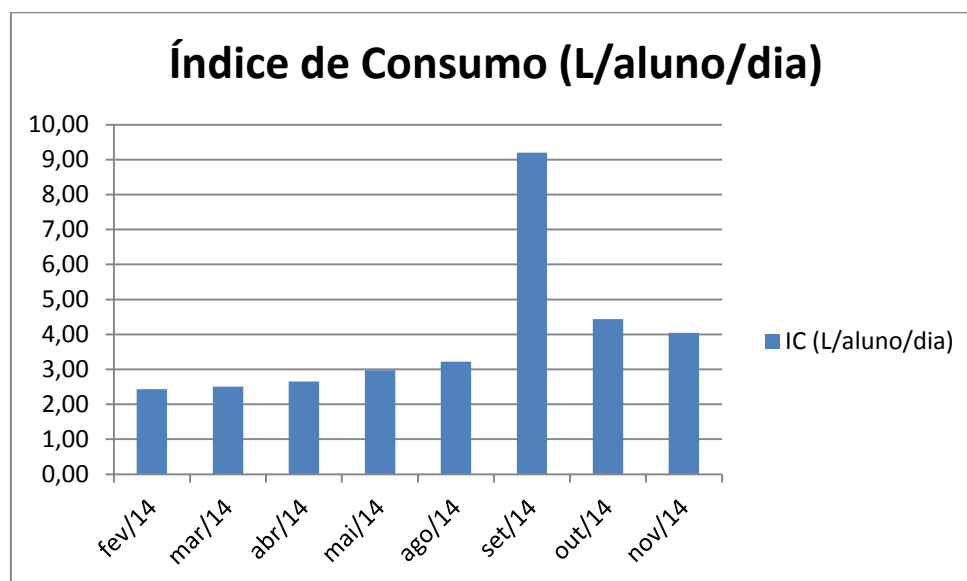


Figura 2: Indicador de consumo de água por mês

Percebe-se através da Figura 2 que o indicador de consumo de água varia consideravelmente durante o ano, variando de 2,43 a 9,20 L/aluno/dia. O primeiro semestre letivo, fevereiro a maio, possuem a menor variação entre os meses, registrando de 2,43 a 2,97 L/aluno/dia. Enquanto no segundo semestre, agosto a novembro, apresentam grande variação no indicador de consumo de água, de 3,22 a 9,20 L/aluno/dia.

O indicador médio de consumo de água no ano da escola, em 2014, é de 3,93 L/aluno/dia, que se comparado com os diversos autores da literatura, esse valor está bem abaixo do esperado.

Segundo Tomaz (2000), o Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre (DMAE) através do Decreto 9369/88 adota 50 L/aluno/dia. Metcalf & Eddy (1999 apud Tomaz, 2000) adotam 57 L/aluno/dia. Por sua vez, Dziegielewski *et al* (1993 apud Tomaz, 2000) adota uma média de 822,50 L/funcionário/dia. Como na escola em estudo possuem 72 funcionários, teríamos 59220 L/dia, considerando 1270 agentes consumidores, teríamos 46,63 L/aluno/dia.

O Referencial Técnico de Certificação AQUA (2007) cita estudos na França e em São Paulo, nos quais foram implantados o PURA, e o consumo de água encontrado foi de 13 L/aluno/dia em escolas da França e um consumo de 10 a 20 L/aluno/dia em São Paulo.

Gonçalves *et al* (2005) encontrou em Campinas para escolas com as mesmas características da escola em estudo, um indicador de consumo de água de 51,1 L/aluno/dia. É importante ressaltar que na escola em estudo os alunos não tomam banho em nenhum momento e possuem uma certa restrição de acesso aos banheiros, além que, o maior consumo da escola se dá na copa, o que pode justificar a grande diferença apresentada entre os valores teóricos de projeto e os valores encontrados por Gonçalves *et al* (2005).

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZAMENTOS E PERDAS

O índice de vazamento objetiva medir quantos aparelhos se encontram com patologias, sendo definido como a razão entre os pontos do sistema com vazamentos e os pontos de utilização do sistema em um dado mês. Definido segundo Gonçalves (2005) por:

$$IV = \frac{\sum P_v}{\sum P_t} \times 100 \quad \text{equação (3)}$$

Vale ressaltar que um mesmo aparelho sanitário pode vir a apresentar vazamentos em mais de um de seus componentes, exemplo: flexível e bica da torneira de um lavatório, entre outros. Porém, para a finalidade deste trabalho, para a determinação do numerador da equação do índice de vazamentos, foi considerado apenas uma vez todo o aparelho sanitário que possuísse vazamento em pelo menos um de seus componentes.

O índice de perdas por vazamento objetiva medir quanto de água foi desperdiçada por vazamentos, ou seja, é o percentual do consumo de água da escola que foi desperdiçado. Definido segundo Gonçalves (2005) por:

$$IP = \frac{V_p}{V_m} \times 100 \quad \text{equação (4)}$$

Para estabelecer o volume perdido por vazamentos (V_p) utilizou-se a diferença entre o consumo do mês com ocorrência de vazamento pela média histórica do consumo do aparelho hidrossanitário nos meses sem vazamento, levando em consideração o setor no qual foi instalado.

Sendo o volume total consumido na edificação, o consumo mensal informado pela concessionária local, conforme descrito anteriormente.

Os índices de vazamentos e perdas são apresentados nas Figuras 3 e 4.

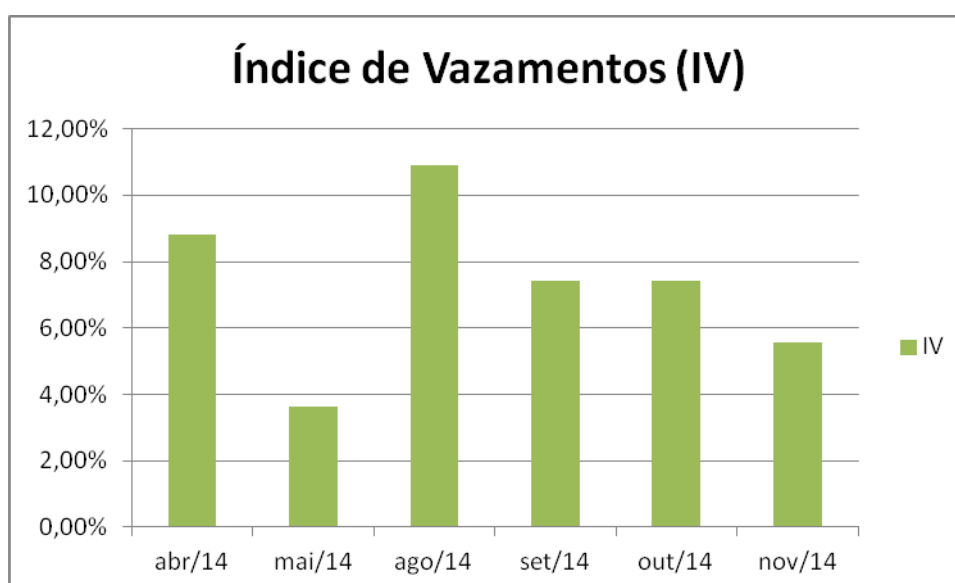


Figura 3: Índice de Vazamentos (IV) da escola em estudo.

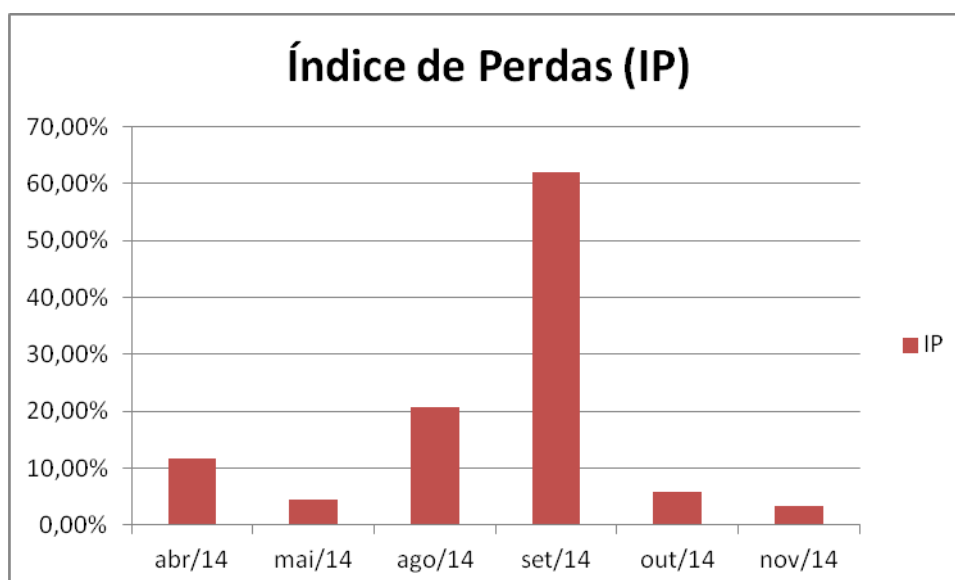


Figura 4: Índice de Perdas da escola em estudo

Como o monitoramento do consumo de água e o levantamento das patologias foram iniciados a partir de abril/2014, ambos só apresentam os dados a partir deste mês. Em ambos os casos, assim como no indicador de consumo de água não apresentam um padrão.

O Índice de Vazamentos (IV) varia entre 3,64% e 10,91%. Possuindo uma média de 7,29%. Enquanto, o Índice de Perdas (IP) varia entre 3,24% e 62,00%, possuindo uma média de 18,00%.

Como o índice de vazamentos representa o quantitativo de pontos de consumo de água que apresentaram vazamento, percebe-se que em todos os meses estudados apresentaram vazamentos, contudo, como cada vazamento pode apresentar um quantitativo diferente de consumo de água por perdas não há uma relação direta entre o índice de vazamentos com o índice de perdas.

O mês de setembro registrou o maior índice de perdas, devido a um vazamento na louça sanitária, ocasionado pela boia reguladora, o que gerou consumo de água de 30 m³ em apenas uma semana. O vazamento foi consertado quase um mês após seu registro. Este vazamento justifica o alto indicador de consumo no mês de setembro (Figura 2).

Gonçalves *et al* (2005) desenvolveu um estudo similar em Campinas e registrou Índice de Vazamentos médio para escolas com características similares a escola em estudo de 63,3%, e Índice de Perdas médio de 74,3%. Este valor pode justificar a grande diferença encontrada entre os indicadores de consumo de água deste trabalho com o de Gonçalves *et al* (2005).

CONCLUSÕES

Compreende-se que não somente as atividades dos usuários, mas também a condição na qual opera o sistema predial de água e de aparelhos sanitários influenciam na forma de uso da água, referindo-se ao volume desperdiçado em vazamentos.

Se considerarmos as dificuldades em universalizar indicadores de consumo de água, tendo em vista que são obtidos através de estudos realizados em âmbito regional, uma das principais preocupações desta pesquisa é a obtenção de resultados consistentes e confiáveis, para que possam ser compatíveis e comparáveis com outros dados disponíveis de outras regiões.

Ademais, a avaliação de maneira sistêmica dos usos da água, visa atingir o menor consumo de água, implicando assim, de maneira direta, em menores impactos ambientais. Além de obter os benefícios econômicos facilmente mensuráveis na redução dos custos com a gestão da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. MELO, N. A.; SALLA, M. R.; OLIVEIRA, F. R. G. de; FRASSON, V. M. Consumo de água e percepção dos usuários sobre o uso racional de água em escolas estaduais do triângulo mineiro. Ciência & Engenharia, jul-dez, 2014.
3. REFERENCIAL técnico de certificação “Edifícios do setor de serviços – PROCESSO AQUA” Escritório e Edifícios escolares. FCAV, out/2007. Versão 0.
4. TOMAZ, P. Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. Navegar Editora, São Paulo, 2000, 250p.
5. YWASHIMA, L. A. Avaliação do uso da água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Capinas. Campinas, SP, 2005.
6. 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.