

Autorização concedida a Biblioteca Central da Universidade de Brasília pelo editor da obra Terra: qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades, a disponibilizar, gratuitamente, para fins acadêmicos e não comerciais (leitura, impressão e/ou download) a partir desta data, o capítulo a seguir especificado:

SANT'ANNA, Rafaella et al. Análise do consumo de água em escola pública do Distrito Federal. In: SEABRA, Giovanni (org.). **Terra**: qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2013. v. 3, p. 1231-1243.

A obra continua protegida por Direito Autoral e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

Giovanni Seabra  
(organizador)

# TERRA

**Qualidade de Vida, Mobilidade  
e Segurança nas Cidades**



ISBN 978-85-237-0630-2





*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*

Reitora

MARGARETH DE FÁTIMA FORMIGA MELO DINIZ

Vice-reitor

EDUARDO RAMALHO RABENHORST

Diretor do Centro de Ciências Exatas e da Natureza

IERECE MARIA DE LUCENA ROSA

Chefe do Departamento de Geociências

ANIERES BARBOSA DA SILVA



EDITORA UNIVERSITÁRIA

Diretor

IZABEL FRANÇA DE LIMA

Vice-diretor

JOSÉ AUGUSTO DOS SANTOS FILHO

Supervisor de Editoração

ALMIR CORREIA DE VASCONCELLOS JUNIOR

Editoração e Capa

CRISTIANE DE MELO NEVES

Giovanni Seabra  
(organizador)

# TERRA

Qualidade de Vida, Mobilidade  
e Segurança nas Cidades

Editora Universitária da UFPB  
João Pessoa, Paraíba  
2013

## COMISSÃO CIENTÍFICA

Prof. Dr. Giovanni Seabra – UFPB

Prof. Dr. Antônio Carlos Brasil Pinto – UFSC

Prof. Dr. Anderson Português – UFU

Prof. Dr. Khosrow Ghavami – UNICAP – RJ

Prof. Dr. José Mateo Rodriguez – Universidad de Habana

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aldemir Barboza – UFPE

Prof. Dr. Geraldo Moura – UFRPE

Prof. Dr. Normando Perazzo Barbosa – UFPB

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Vanice Selva – UFPE

Prof. Dr. Luis Tomás Domingos – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva – UFC

Prof. Dr. Jacques Ribemboim – UFRPE

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edvânia Tôrres Aguiar Gomes – UFPE

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andrea Pacheco Pacifico – UEPPB

Prof. Dr. Fernando Luiz Araújo Sobrinho – UNB

---

T323 Terra: [livro eletrônico]: Qualidade de Vida, Mobilidade e Segurança nas Cidades / Giovanni Seabra (organizador). – João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2013.  
38.053 kb/pdf.

V 3  
1.243 pag

**ISBN 978-85-237-0630-2**

1. Meio Ambiente 2. Biodiversidade. 3. Mudanças Climáticas. 4.

Agroecologia. 5. Recursos Hídricos. 6. Degradação Ambiental. I. Seabra, Giovanni.

UFPB/BC

CDU: 504

---

### Nota:

Este livro é resultado do Fórum Internacional do Meio Ambiente - A Conferência da Terra, uma realização da Universidade Federal da Paraíba e GS Consultoria, cujo tema central - Qualidade de Vida, Mobilidade e Segurança nas Cidades, proporcionou amplo debate durante as conferências, palestras e grupos de trabalhos.

As opiniões externadas nesta obra são de responsabilidade exclusiva dos seus autores.

Todos os direitos desta edição reservados à GS Consultoria Ambiental e Planejamento do Turismo Ltda.

E-mail:gs\_consultoria@yahoo.com.br

## ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLA PÚBLICA DO DISTRITO FEDERAL

Rafaella SANT'ANNA<sup>113</sup>(FAU-UnB) - rafaellavieira@gmail.com

Robson MIRANDA<sup>1</sup> (FAU-UnB) - robsonmr@ymail.com

Larissa CÉSAR<sup>1</sup> (FAU-UnB) - larissa.csar@gmail.com

Daniel SANT'ANA<sup>114</sup> (FAU-UnB) - dsantana@unb.br

### Resumo

O presente estudo trata-se de uma análise do consumo de água em uma escola pública de Brasília-DF. Para tal, uma metodologia de baixo custo foi desenvolvida, baseada em diferentes técnicas de auditoria hidráulica para quantificar os usos-finais do consumo de água em um estudo de caso na Escola Classe 415 Norte. A metodologia desenvolvida se mostrou eficaz pela baixa discrepância entre o resultado do consumo de água estimado e o consumo de água faturado pela companhia de abastecimento de água. O estudo desagrega os resultados de consumo predial e faz uma análise dos usos-finais do consumo adulto e infantil, da cozinha e das torneiras de jardim, apresentando dados primários em diferentes indicadores para aplicação na avaliação do desempenho de diferentes estratégias conservadoras de água em escolas.

Palavras-chave: Auditoria hidráulica, Indicadores de consumo de água, Usos-finais de água, Escola infantil.

### Abstract

This study deals with the analysis of water consumption at a public school in Brasilia-DF. A low cost methodology was developed based on different water auditing techniques to quantify water end-use consumption in a case study at Escola Classe 415 Norte. The methodology developed presented a low discrepancy between the estimated water consumption and the metered water consumption by the water utility company. The article disaggregates water consumption results and analyzes water end-use consumption rates for adults and children, kitchen and external taps, presenting primary data on *per capita* and area indicators for future applications on the performance of different water conservation strategies for schools.

Keywords: Water audit, Parameters for water consumption, Water end-uses, Elementary school.

---

<sup>113</sup> Graduandos em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

<sup>114</sup> Professor Doutor na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

## Introdução

A fim de reduzir a sobrecarga do consumo sobre os recursos hídricos, o uso de medidas conservadoras de água tem sido visto como uma estratégia eficaz para a redução do consumo de água nas grandes cidades. O uso racional da água em edificações é capaz de promover a redução da demanda de água através da conscientização dos usuários, adequação dos processos de consumo, eficiência hidráulica e utilização de equipamentos economizadores de água (ANA *et al.*, 2005). Por outro lado, sistemas de reúso de água utilizam-se de fontes alternativas como águas pluviais, águas cinzas e águas residuárias para reúso em fins não potáveis após seu tratamento (SANT'ANA e AMORIM, 2007).

Para avaliar o desempenho de diferentes estratégias conservadoras de água e identificar soluções viáveis voltadas à redução do consumo de água nas edificações, é fundamental quantificar esse consumo em seus usos-finais, além de compreender como a água está sendo utilizada pelos usuários. Uma série de estudos foram realizados para caracterizar os usos-finais do consumo de água em edificações comerciais, institucionais e públicas (DZIEGIELEWSKI *et al.*, 2000; SURRENDRAN e WHEATLEY, 1998; WAGGETT e AROTSKY, 2006). No que se refere a instituições de ensino, diferentes estudos analisaram o consumo de água em edificações voltadas a diferentes níveis de escolaridade (CHENG e HONG, 2004; FARINA *et al.*, 2011).

No Brasil, Gonçalves *et al.* (2005) apresentam indicadores do consumo predial de água baseado em número de alunos para escolas de educação infantil ao ensino médio em Campinas-SP, através de uma metodologia baseada no uso de equipamentos de monitoramento remoto. Apesar de a metodologia possibilitar a coleta de um grande número de amostragens, o resultado apresentado limita-se a um consumo *per capita*, e não apresenta a desagregação dos usos-finais da água. Utilizando-se de uma metodologia de baixo custo, Fasola *et al.* (2011), estimam os usos-finais do consumo de água em duas escolas de ensino fundamental em Florianópolis-SC por meio de questionários. Em busca de uma resposta coerente, a aplicação desses questionários limitou-se a alunos de uma faixa etária superior a 8 anos, não levando em consideração o consumo de água de crianças com idades inferiores a essa.

Ambos os estudos ressaltam que variáveis climáticas, tipológicas, sociais e econômicas podem afetar a maneira de como a água é usada nas escolas (GONÇALVES *et al.*, 2005; FASOLA *et al.*, 2011). Porém, até onde vai a literatura, nenhum estudo verificou os usos-finais do consumo de água em escolas do Distrito Federal. Com essas questões em mente, o principal objetivo dessa pesquisa foi desenvolver uma metodologia de baixo custo que possa ser aplicada em diferentes tipologias escolares, independente da faixa etária, para uma avaliação qualitativa dos usos-finais do

consumo de água. Para tanto, o presente artigo apresenta a metodologia desenvolvida, testada em um estudo de caso da Escola Classe 415 Norte, Brasília-DF.

#### Escola Classe 415 Norte

As Escolas Classe fazem parte do sistema público de educação elementar de Brasília, concebido por Anísio Teixeira na época da construção da capital. Dele fazem parte o Jardim de Infância, Escola Classe e a Escola Parque. A Escola Classe e o Jardim de Infância oferecem a formação convencional enquanto a Escola Parque complementa o ensino com atividades diversificadas, visando o desenvolvimento artístico, físico e recreativo (TEIXEIRA, 1961). A Escola Classe 415 Norte (EC 415N), se mostra uma exceção ao plano original de Anísio Teixeira, pois compreende alunos do Jardim de Infância e da Escola Classe. A faixa etária dos alunos varia de 4 a 11 anos e compreende da série Pré-Escola - 1 até o 5º ano do Ensino Fundamental.

<b>Série</b>	<b>Faixa Etária</b>	<b>População</b>
<b>Pré-Escola 1</b>	<b>4 a 5 anos</b>	<b>49</b>
<b>Pré-Escola 2</b>	<b>5 a 6 anos</b>	<b>50</b>
<b>1º Ano</b>	<b>6 a 7 anos</b>	<b>49</b>
<b>2º Ano</b>	<b>7 a 8 anos</b>	<b>51</b>
<b>3º Ano</b>	<b>8 a 9 anos</b>	<b>59</b>
<b>4º Ano</b>	<b>9 a 10 anos</b>	<b>54</b>
<b>5º Ano</b>	<b>10 a 11 anos</b>	<b>59</b>

Tabela 4 – Faixa etária de alunos da EC 415N.

A população total da escola consiste em 402 pessoas, composta por 371 alunos, 4 funcionários da limpeza, 3 merendeiras, 14 professores, 4 pedagogos, 4 vigias e 2 porteiros. A escola funciona em dois turnos: matutino e vespertino. A EC 415N apresenta uma área total de 1.800m<sup>2</sup>, sendo 460m<sup>2</sup> de área verde e 1.430m<sup>2</sup> de área construída (figura 1).





Figura 26 – Planta baixa da Escola Classe 415N.

## Metodologia

O entendimento das atividades realizadas no colégio antes da auditoria hidráulica foi fundamental para o desenvolvimento de uma metodologia para a coleta de dados primários referentes ao consumo de água da escola. Em uma pré-visita, foi realizada uma entrevista na qual a diretora da escola forneceu informações referentes à população, dias e horários de funcionamento, horários de limpeza, rega dos jardins e refeições. Foram disponibilizados também, projetos de hidráulica e arquitetura da EC 415N. As plantas de arquitetura foram usadas para extrair as áreas, enquanto as plantas de hidráulica foram utilizadas para verificar os pontos de uso de água, número de aparelhos hidro-sanitários e configuração da rede de água fria, água pluvial e esgoto.

Durante a vistoria hidráulica, verificou-se a vazão de cada aparelho consumidor de água e se havia algum tipo de vazamento neles. Para obter a vazão das torneiras dos lavatórios e bebedouros, mediu-se o tempo gasto para encher um recipiente de um litro, para os chuveiros e as torneiras de jardim foi utilizado um recipiente de cinco litros devido à grande pressão de alimentação da água. Já as descargas sanitárias tiveram o seu consumo determinado pelo volume da bacia.

Para o levantamento do consumo de água da EC 415N foi obtido o histórico do consumo através de contas de água da companhia de abastecimento referentes aos anos de janeiro de 2007 a dezembro 2011. Pelo histórico do consumo de água da edificação foi possível obter dados referentes ao consumo predial anual e mensal. Houve ainda, a leitura diária do hidrômetro da concessionária, para obter dados de consumo durante a semana. Para isso, foram realizadas

medições do dia 04 ao dia 16 de julho 2012 no período da manhã, antes do início das atividades escolares.

O consumo predial foi desagregado de maneira que pudesse verificar o uso de água para as atividades da escola: consumo adulto e infantil, preparo de alimentos, lavagem de pisos, limpeza e irrigação. Para as atividades relacionadas ao consumo humano foi estabelecido o parâmetro de litro/pessoa/dia (l/p/d), já para as demais atividades foi utilizado o parâmetro de litro/área/dia (l/m<sup>2</sup>/d). Para o cálculo dos parâmetros que envolviam áreas foram utilizados os valores contidos na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** segundo atividade consumidora. A estimativa dos usos-finais do consumo de água na EC 415N foi baseada na frequência, tempo de uso e vazão dos equipamentos hidro sanitários da escola. Para estimar a demanda de água de torneiras (lavatório, cozinha e jardim) verificou sua vazão, o seu tempo e frequência de uso (equação 1). A demanda de água nos vasos sanitários foi estimada a partir da frequência de uso e volume de descarga (equação 2).

$$D_{torn} = q \times t \times F \quad (1)$$

D<sub>torn</sub> = Demanda de água em torneiras (litros/dia)  
q = Vazão da torneira (litros/segundo)  
t = Tempo médio por uso das torneiras (segundo)  
F = Frequência (Numero de usos)

$$D_{san} = q \times F \quad (2)$$

D<sub>san</sub> = Volume de água por uso do sanitário (litros/dia)  
q = Volume de descarga sanitária (litros)  
F = Frequência (Numero de usos)

Para estimar os usos-finais do consumo de água dos adultos, foram utilizados diários de registro posicionados ao lado de cada aparelho hidro sanitário nos banheiros. Os servidores foram orientados a registrar no diário o número de descargas e o tempo de abertura das torneiras, usando um cronômetro posicionado ao lado de cada lavatório, no período de um dia. Em paralelo, foram aplicados questionários a todos os servidores para coletar dados referentes à frequência do uso de lavatório e descarga sanitária. A partir desses dados foi possível traçar uma média do consumo adulto diário baseados nas equações 1 e 2.

Para a estimativa do consumo infantil, observou-se o consumo de água nos bebedouros e nos banheiros, sem interferir na dinâmica corriqueira dos alunos. Por lidar-se com um grande número de crianças utilizando os equipamentos hidro sanitários ao mesmo tempo, foram necessárias duas equipes para coletar dados primários referentes ao consumo infantil: (i) um grupo de 23 pessoas para registrar o uso de água nos banheiros e, (ii) outro grupo composto por 7 pessoas para registro do uso de água nos bebedouros. As atividades de observação foram realizadas em um dia, durante o horário de funcionamento da escola, de 09:00hrs às 17:00hrs.

A coleta de dados do consumo de água nos banheiros envolveu duas pessoas por banheiro, uma para registrar o tempo de abertura das torneiras e outra para registrar a frequência dos usos de água nos lavatórios e vasos sanitários. Para que o registro do consumo de água fosse realizado de maneira não invasiva, os observadores ficaram posicionados do lado de fora do banheiro, próximo à entrada, anotando em planilhas as informações descritas acima.

Para a frequência do uso das torneiras, foi registrado o número de vezes em que os alunos utilizavam o lavatório. Com o auxílio de cronometro, foi possível registrar o tempo de abertura das torneiras. Foi apurado também se o aluno esqueceu a torneira aberta após seu uso, para registro de perdas. O registro do número de descargas ocorreu por meio da escuta do acionamento.

A coleta de dados do consumo de água dos bebedouros foi realizada utilizando o mesmo método de medição dos lavatórios dos banheiros, para o registro da frequência e tempo de uso. A demanda diária de água nos lavatórios foi estimada conforme equação 1.

Constatou-se que era solicitado aos alunos que lavassem as mãos antes das refeições em lavatórios localizados próximos às salas de aula. Foi escolhida uma turma-chave para que fosse observado esse consumo. Com o auxílio de um cronômetro, foi realizada a medição do tempo de lavagem de mãos para cada aluno para estimar a demanda de água nos lavatórios (equação 1).

Para a medição do tempo de abertura das torneiras na cozinha durante o preparo de alimentos e a lavagem de louças, foi posicionada uma câmera filmadora em local estratégico, de forma que não interferisse nas atividades das merendeiras. O ambiente foi filmado, com autorização prévia das funcionárias e da diretora, durante um dia, abrangendo os horários das duas modalidades de refeição: almoço e lanche. Com isso, estimou-se a demanda diária para preparo de alimentos e lavagem de louças, conforme tipo de refeição (equação 1).

A partir de uma entrevista estruturada voltada a usuários-chave, foi possível obter dados referentes à frequência e ao tipo de equipamento utilizado para: (i) lavagem de pisos externos e pátio, (ii) limpeza de salas e banheiros e (iii) irrigação de jardins e hortas. Para estimar esse consumo de água, foi registrado o tempo de abertura das torneiras com auxílio de cronometro (equação 1).

### Indicadores do Consumo de Água

Tendo conhecimento das contas de água da EC 415N, foi possível traçar o perfil de consumo da escola. Essa demonstrou ter um consumo predial médio anual equivalente a 1.694 m<sup>3</sup>/ano, com um consumo per capita de 11 litros/pessoa/dia. Observa-se pela **Erro! Fonte de referência não encontrada.** que, desde 2007, houve uma redução significativa de 31,1% no consumo anual da escola, resultado de um programa de educação ambiental que engloba a conscientização pelo uso racional da água implementado pela diretoria.

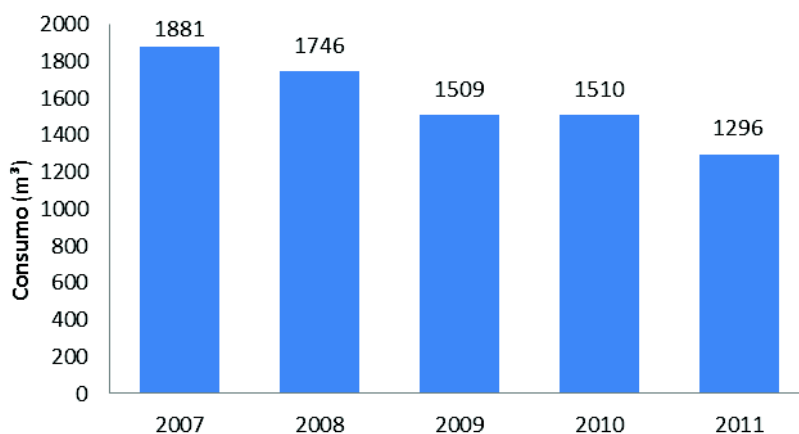


Figura 27 – Consumo anual de 2007 a 2011.

Constatou-se também que o consumo médio de água da EC 415N foi de 140 m<sup>3</sup>/mês com valores variando entre 10m<sup>3</sup>/mês e 329m<sup>3</sup>/mês. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** demonstra o consumo médio mensal dos anos de 2007 a 2011. Podemos observar que, em geral, o consumo tende a crescer ao longo do ano. No início do ano letivo há um maior enfoque no programa de conscientização do uso racional da água, o que ocorre anualmente. Averiguou-se, em entrevista com a diretora, que no decorrer dos meses, a população perde gradativamente sua atenção nas atitudes voltadas à redução do consumo de água, podendo explicar essa tendência crescente do consumo mensal. O baixo consumo no mês de fevereiro pode se justificar pelo feriado de carnaval que reduz o número de pessoas na escola. A queda no consumo no mês de dezembro pode ser explicada por haver duas semanas a menos de aula que no restante dos meses letivos. Nos períodos de férias o consumo é maior do que o esperado, isso se dá pelo fato de sempre haver obras de manutenção na edificação nos meses de janeiro e julho.

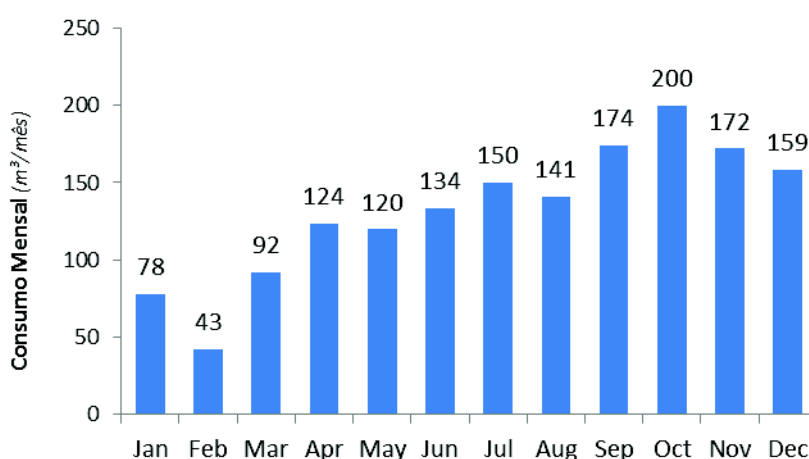


Figura 28 – Consumo mensal médio.

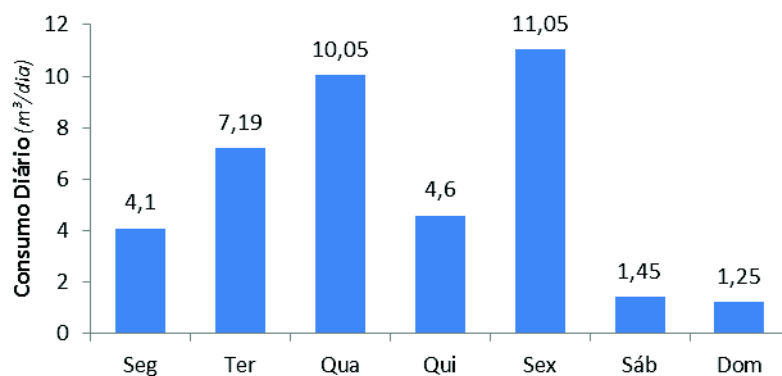


Figura 29 – Consumo diário.

Pela medição diária do hidrômetro observou-se um consumo menor nos finais de semana devido à diminuição do número de pessoas na escola (Erro! Fonte de referência não encontrada.). O padrão do consumo de água encontrado foi maior nas quartas e sextas-feiras, e menor nas segundas e quintas.

#### Usos-Finais do Consumo de Água

Resultados da auditoria do consumo de água na EC 415N demonstram um consumo diário estimado de 4,48 m³/dia (Tabela 5). Os valores estimados dos usos-finais do consumo de água apresentaram uma discrepância equivalente a 0,9% acima da média de consumo diário obtido através das contas de água, indicando uma boa representatividade dos dados. Como podemos observar na Figura 30, o maior consumo de água na escola foi nos bebedouros (1.069 litros/dia), seguido das torneiras da cozinha (1.008 litros/dia) e das descargas sanitárias (969 litros/dia). Em geral, o uso de água nos lavatórios representa 20% do consumo total, sendo que, 505 litros/dia correspondem ao uso nas torneiras nos lavatórios dos banheiros e 396 litros/dia, ao uso nas torneiras das salas de aula. Doze por cento do consumo foi destinado ao uso nas torneiras de jardim (533 litros/dia). Foi estimado uma perda equivalente a 0,15 litros/dia em vazamentos.



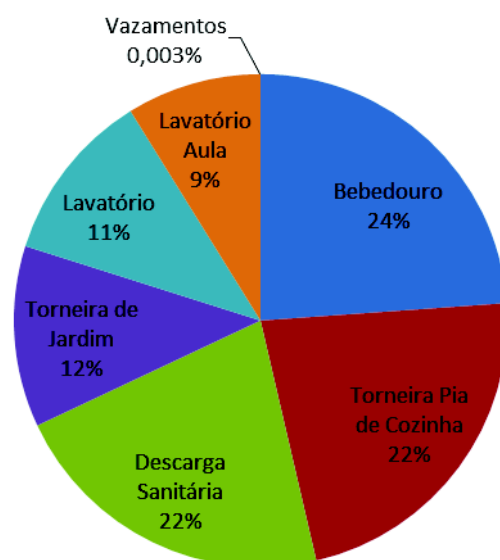


Figura 30 – Usos-finais do consumo de água na Escola Classe 415 Norte.

Usos-Finais	Consumo (litros/dia)
Descarga Sanitária	969,00
Lavatório	505,17
Bebedouro	1069,20
Lavatório Aula	395,73
Torneira Pia de Cozinha	1008,0
Torneira de Jardim	532,54
Vazamentos	0,15
<b>Total</b>	<b>4.480</b>

Tabela 5 – Usos-finais estimados do consumo de água.

Como podemos observar na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o consumo infantil foi maior nas torneiras dos bebedouros, representando 36% do total estimado de 8 litros/pessoa/dia (l/p/d). Com base nos dados coletados, constatou-se que apenas 1 em cada 5 alunos da escola davam descarga após uso do vaso sanitário e 1 em cada 2 alunos lavam as mãos após uso do banheiro. Um em cada cinco alunos deixava a torneira do lavatório parcialmente ou totalmente aberta, gerando desperdício. Percebeu-se ainda que as torneiras dos bebedouros eram utilizadas tanto para beber água quanto para lavar mãos e rosto e, em geral, somente metade dos alunos tinha o hábito de lavar as mãos nos lavatórios dos banheiros. O bebedouro composto por calha metálica e torneiras convencionais se mostrou inadequado para a sua função, pois se constatou que 1 em cada 4 alunos deixavam a torneira parcialmente ou totalmente aberta após o uso, além da alta vazão característica desse tipo de equipamento, o que resultou em um alto índice de desperdício.

Usos-Finais	q	t (seg)	F(u/d)	D(l/p/d)
<b>Consumo Infantil</b>				
Torneiras Banheiros (12)	0,15 l/s	12	183	1,55
Descargas Sanitárias (14)	6 l/desc.	---	69	2,48
Torneiras Bebedouros (3)	0,4 l/s	18	297	2,88
Torneira Salas de Aula (7)	0,13 l/s	8	371	1,07
<b>Consumo Adulto</b>				
Torneiras Banheiros (3)	0,11 l/s	18	168	2,64
Descargas Sanitárias (3)	6 l/desc.	---	120	8,36
<b>Cozinha</b>				
Torneira de Cozinha (3)	0,13	8.525	3	2,72

Em parênteses, o número de aparelhos hidro-sanitários.  
l/s - litros por segundo; l/desc.- litros por descarga; u/d - numero de usos por dia;  
l/p/d - litros por pessoa por dia.

Tabela 3 – Usos-finais de água *per capita*.

Constatou-se que o consumo adulto foi de 11 l/p/d, sendo que o maior consumo foi nas descargas sanitárias. Na cozinha, observou-se um maior consumo diário total de água no preparo de alimentos e lavagem de louças dos lanches (411 litros/dia/refeição), atendendo, em média, a 185 alunos por turno. Enquanto o almoço atende somente a duas turmas (em média 60 alunos), resultando em um consumo inferior equivalente a 185 litros/dia/refeição. O consumo per capita para os lanches é de 1 litro/pessoa/refeição, enquanto o almoço apresentou um consumo inferior equivalente a 3 litros/pessoa/refeição. Um alto tempo de uso das torneiras da cozinha foi constatado e foi observado nas filmagens, que em muitos momentos, as torneiras permaneciam abertas mesmo quando não estava sendo utilizadas.

Usos-Finais	q(l/s)	t(s)	F(v/s)	D(l/m <sup>2</sup> /d)
<b>Limpeza dos Banheiros</b>				
Torneiras Lavatórios (12)	0,15	694	40	11,60
<b>Lavagem de Pisos</b>				
Torneira de Jardim Interno (1)	0,42	630	10	1,25
<b>Limpeza das Salas</b>				
Torneira de Jardim Interno (1)	0,42	262	1	0,04
<b>Irrigação</b>				
Torneira de Jardim Externo (2)	0,31	4200	5*	3,34

Em parênteses, o número de aparelhos hidro-sanitários.  
l/s - litros por segundo; v/s - numero de vezes por semana.  
\* Apenas em período de seca (abril a setembro).

Tabela 6 – Parâmetros de consumo por área: limpeza, lavagem e irrigação

Para a limpeza dos banheiros, as funcionárias utilizavam as torneiras dos lavatórios para lavar os pisos e os aparelhos hidro-sanitários. Essa atividade ocorre duas vezes ao dia resultando em um consumo diário de 106 l/d. Observou-se que a lavagem do pátio foi realizada utilizando uma mangueira sem esguicho e rodo para retirada da água. O excedente dessa água era utilizado para a limpeza dos pisos externos com auxílio do rodo. Esse processo teve um consumo de 529 litros por

dia. Já para as salas, as funcionárias enchiam na torneira do jardim interno, um balde de 10 litros para limpeza semanal de cada ambiente, resultando em um consumo total de 110 litros por semana.

A auditoria hidráulica na EC 415 N ocorreu durante o período de seca, o que possibilitou a observação do uso da água das torneiras externas. A irrigação dos jardins ocorria uma vez ao dia antes do início das aulas utilizando uma mangueira sem esguicho. Durante esse processo, também era molhada a areia do playground, em busca de uma melhoria da qualidade do ar. Para essas atividades foi estimado um consumo diário total de 1.302 litros durante a seca. Foi constatado que essas atividades não ocorrem durante a estação chuvosa.

Em geral os vazamentos são consertados na medida em que são detectados. Por isso a escola apresentou um baixo índice de perdas (0,15 l/dia). Muitos dos vazamentos ocorrem pelo fato dos aparelhos hidráulicos apresentarem desgaste pelo tempo de uso. Além disso, se mostram ultrapassados e de baixa eficiência.

## Conclusão

O presente estudo fez uma análise do consumo de água em uma escola pública de Brasília-DF. Para isso, uma metodologia baseada em técnicas de auditoria hidráulica foi desenvolvida com o objetivo de traçar o perfil dos usos-finais do consumo de água em escolas infantis. Resultados de um estudo de caso na Escola Classe 415 Norte indicaram um consumo *per capita* adulto equivalente a 11 litros/pessoa/dia, e um consumo infantil de 8 litros/pessoa/dia. Observou-se que apenas 1 em cada 5 alunos da escola davam descarga após uso do vaso sanitário e que nem todas as crianças lavavam as mãos após uso do vaso sanitário, resultando em um consumo reduzido.

O alto consumo em bebedouros se deve principalmente pelo tipo de equipamento instalado. Os bebedouros em calha metálica com torneiras convencionais se mostraram ineficientes à sua função. Observou-se também que além da alta vazão das torneiras, aproximadamente 18% das crianças não as fechavam totalmente, gerando desperdício de água. Uma possível solução para a redução desse consumo seria a substituição desse equipamento por bebedouros de pressão.

O segundo maior consumo encontrado foi nas torneiras da cozinha. Resultados indicaram que o seu uso é constante, tendo em si, com um alto de tempo de abertura das torneiras. Pela técnica desenvolvida, foi possível observar os padrões de uso da água nas torneiras de cozinha sem interferir na dinâmica de trabalho das funcionárias, através de gravações por câmera filmadora posicionada em local estratégico. Constatou-se que em muitos momentos, as torneiras permaneciam abertas mesmo quando não estavam sendo usadas, o que sugere a necessidade de um programa educativo voltado à conscientização do uso racional de água para as merendeiras, ou até mesmo a instalação de torneiras com acionamento automático por sensor com redutores de vazão.

O alto consumo em descargas sanitárias se deu principalmente em função do uso adulto, pois se observou que muitas das crianças não davam descarga após o uso do vaso sanitário. Contatou-se que as válvulas convencionais existentes na EC 415N apresentam vazamentos e exigem manutenção constante, devido ao esgotamento da vida útil desses equipamentos.

O sistema hidráulico da EC 415N encontra-se datado e apresenta sinais de desgastes, o que exige constantes reparos e consertos de vazamentos. Nesse caso, se houver a troca desses equipamentos desgastados por produtos economizadores de água, além dos benefícios ambientais, benefícios econômicos poderão ser obtidos para a escola.

Em suma, o presente artigo apresenta dados primários dos usos-finais do consumo de água em uma escola pública do Distrito Federal, o que possibilita a avaliação de diferentes estratégias conservadoras de água e identificar soluções viáveis voltadas à promoção de economias e benefícios econômicos e ambientais. Apesar de sua amostragem limitada, a metodologia desenvolvida permite a continuação do estudo através da coleta de dados em outras escolas do Distrito Federal e demais estados brasileiros.

## Referências

ANA; FIESP; SINDUSCON-SP. *Conservação e reúso da água em edificações*. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.

CHENG, C. L.; HONG, Y. T. Evaluating water utilization in primary schools. *Building and Environment*, v.39, n.7, p.837–845. 2004.

DZIEGIELEWSKI, B. *et al. Commercial and institutional end uses of water*. Denver: AWWA Research Foundation, 2000. 264p.

FARINA, M.; MAGLIONICO, M.; POLLASTRI, M.; STOJKOV, I. Water consumption in public schools. *Procedia Engineering*, v.21, p.929-938. 2011.

FASOLA, G. B.; GHISI, E. MARINOSKI, A. K.; BORINELLI, J. B. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. *Ambiente Construído*, v.11, n.4, p.65-78. 2011.

GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O.; AMORIM, S. V.; PEDROSO, L. P. Indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio. *Ambiente Construído*, v. 5, n.3, p.35-48. 2005.

SANT'ANA, D.; AMORIM, C. N. D. Reúso de água em edificações: premissas e perspectivas para o contexto brasileiro. *Sistemas Prediais*, São Paulo, v.2, n.1, Setembro, p.32-37. 2007.

SURRENDRAN, S.; WHEATLEY, A.D. Grey-water reclamation for non-potable re-use. *Water and Environment Journal*, v. 12, n.6, p.406-413. 1998.

TEIXEIRA, A. Plano de construções escolares de Brasília. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. Rio de Janeiro, v.35, n.81. 1961. p.195-199.

WAGGETT, R.; AROTSKY, C. *Water key performance indicators and benchmarks for offices and hotels*. London: CIRIA, 2006. 56p.