



VIII-35 - DESENVOLVIMENTO DE CALCULADORA DE USO DA ÁGUA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Luciano Zanella⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela UNESP - Guaratinguetá. Mestre em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente pela UNICAMP. Mestre e Doutor em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente pela UNICAMP. Pesquisador da Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas da Área de Cidades Infraestrutura e Meio Ambiente do IPT. Professor dos programas de Mestrado em Habitação e em Processos Industriais do IPT.

Wolney Castilho Alves⁽²⁾

Engenheiro Civil e Sanitarista pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo EPUSP; MPhil e PhD pela Heriot-Watt University, Edimburgo, Escócia. Pesquisador da Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas da Área de Cidades Infraestrutura e Meio Ambiente do IPT. Professor dos programas de Mestrado em Habitação e em Processos Industriais do IPT.

Endereço⁽¹⁾: Av. Prof. Almeida Prado, 532, prédio 59 - Cidade Universitária - Butantã – São Paulo - SP - CEP: 05508-901 - Brasil - Tel: +55 (11) 3767-4671 - e-mail: lucianoz@ipt.br.

RESUMO

O consumo de água encanada em ambiente urbano usualmente é realizado de forma automática e frequentemente passa despercebido pela população até que ocorram problemas. A conscientização sobre os hábitos diários que envolvem consumo de água é parte das ações de educação ambiental necessárias à gestão eficiente e sustentável da água em ambiente predial e deve ser aliada à disseminação de práticas de aumento de eficiência de consumo, como o uso de equipamentos economizadores e a substituição de água potável por água de chuva para usos não potáveis.

A "Calculadora da Água" é uma ferramenta online gratuita de educação ambiental que visa simular os hábitos de consumo e sugerir melhorias na eficiência hídrica. Foi desenvolvida tendo por premissas a facilidade de uso para usuários não técnicos, a utilização de dados simplificados para desenvolvimento da simulação, o uso multiplataforma, informações baseadas em informação gráfica com interface amigável, estrutura modular com apresentação de resultados intermediários que orientam melhorias na eficiência de consumo e acesso livre e gratuito.

A calculadora foi desenvolvida de modo a considerar dois tipos de edificação (casas e apartamentos), adaptando a lógica e os valores de referência de consumo para cada tipologia, e inclui os módulos de consumo, onde é possível fazer a simulação do consumo de água em usos domésticos; demanda, onde é possível avaliar o impacto de alguns equipamentos economizadores no consumo simulado, e oferta, onde é possível fazer a estimativa da substituição da água encanada pelo uso de água de chuva para usos não potáveis (aplicável apenas a casas). A ferramenta também compara o consumo simulado com padrões de referência (ONU, média nacional e média do sudeste).

A "Calculadora da Água" apoia a sustentabilidade, alinhada ao ODS 6 da ONU, estimulando a reflexão sobre o consumo de água e promovendo práticas de conservação hídrica de forma acessível e intuitiva.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação de Consumo, Educação Ambiental, Substituição de Fontes, Eficiência Hídrica, Conscientização.

INTRODUÇÃO

A água encanada, facilmente disponível, é um recurso onipresente na vida cotidiana de uma parcela significativa da população que vive em ambiente urbano ao ponto de sua presença e importância não ser mais perceptível pelas pessoas, a não ser no caso da ocorrência de problemas.

A água "aparece" ao abrir a torneira e vai embora pelo ralo como uma função orgânica da edificação. As pessoas dificilmente se atentam a como a água é utilizada, quais são os usos que mais consomem água, quais os



impactos da forma com que usam esse recurso e quais são as oportunidades de gestão do consumo a partir da observação dos hábitos diários. A preocupação básica despertada pelo consumo corriqueiro de água é o valor da conta que deve ser paga ao final do mês.

Focar a atenção para as atividades cotidianas e simular o consumo de água com base nos hábitos dos usuários pode colaborar para que a forma com que a água é utilizada recobre a atenção que merece e sirva como ponto de partida para um processo de educação ambiental que promova o uso consciente e eficiente desse recurso.

Além de trazer luz sobre os hábitos de consumo de água e suas consequências no volume consumido acumulado ao longo do tempo, propõem-se também a disseminação de conceitos que remetam às práticas de aumento de eficiência no uso da água em especial aos equipamentos economizadores e à substituição de fontes pelo uso de água de chuva para usos não potáveis.

Os equipamentos economizadores são facilmente encontrados no mercado, mas sua existência e função não são de amplo conhecimento pela população usuária. Seu uso é uma forma barata de promover a gestão da demanda pela água e a redução do desperdício.

A utilização da água de chuva em substituição à água potável é uma ação de gestão de oferta que visa reduzir a extração e os gastos com tratamento e transporte de água potável substituindo-a pela água acumulada a partir da coleta da chuva em sua área de precipitação. Além de colaborar para a redução do consumo de água tratada, sua utilização em larga escala também pode colaborar para a redução dos picos de escoamento de águas de drenagem.

OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo descrever o processo de desenvolvimento da calculadora da água, uma ferramenta de educação ambiental disponível para acesso *on line* no endereço www.ipt.br/calculadoradeagua, de forma gratuita, que preza pela facilidade de uso e pela simplicidade das informações necessárias. A calculadora versa sobre o uso da água em ambiente residencial urbano e permite, de forma interativa, realizar o cálculo do consumo de água com o detalhamento dos usos, fornece informações sobre aumento na eficiência do uso das águas com a disseminação do conceito de equipamentos redutores de consumo e auxilia no entendimento do conceito de substituição de fontes pela simulação de quanta água potável pode ser substituída por água de chuva em uma edificação.

MÉTODO

O desenvolvimento da ferramenta foi estruturado a partir da análise, conclusões e recomendações do programa de necessidades para o aumento de eficiência no consumo de água em edifícios de gestão municipal, realizado entre os anos de 2015 e 2017 na região sul do Estado de São Paulo (IPT, 2017).

O consumo de água é fortemente impactado pelo comportamento humano o que faz com que ações de educação ambiental sejam tão necessárias quanto ações tecnológicas para a gestão da água em ambiente predial.

A ferramenta teve como meta permitir ao usuário final o entendimento ilustrativo sobre o seu consumo de água e informar, de forma facilitada, estratégias de aumento de eficiência quanto ao uso desse recurso.

Foram adotadas como premissas:

- Priorização na facilidade de uso por público não técnico em detrimento à precisão de cálculo: utilização de formas simplificadas de estimativa dos consumos de água de modo a simplificar a entrada de dados pelos usuários. O aplicativo desenvolvido não teve por objetivo a precisão dos resultados obtidos vistas as incertezas relacionadas aos dados de entrada e às peculiaridades de cada



edificação, o que torna o consumo de água dependente de um conjunto de variáveis de difícil quantificação com precisão;

- Uso multiplataforma: a implantação do algoritmo foi desenvolvida para uso tanto em computadores quanto no ambiente *mobile*, permitindo o uso em celulares e *tablets* como uma forma de facilitar o acesso ao programa;
- Priorização de informação gráfica: são utilizados elementos gráficos que remetam a jogos de simulação. As informações são organizadas em forma gráfica com presença de pouco texto, de fácil e rápida compreensão.
- Estruturação em blocos com resultados intermediários: ao término de cada bloco o usuário é informado sobre o resultado da simulação que oferece elementos de análise que são utilizados automaticamente em blocos subsequentes como forma de orientação quanto às possibilidades de aumento da eficiência de consumo;
- Acesso livre: a solução implantada deve ser disponibilizada para acesso universal, de forma livre, sem necessidade de qualquer tipo de pagamento ou cadastro para que seja usada efetivamente como uma ferramenta de educação ambiental.

O desenvolvimento e a estruturação do algoritmo utilizado consideraram as boas práticas vigentes, informações de catálogos de fabricantes de equipamentos hidráulicos prediais e economizadores, as diretrizes presentes nas normas brasileiras NBR 5626: Instalações prediais de água fria (ABNT, 1998); NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção (ABNT, 2020); NBR 15527: Água de chuva - aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos (ABNT, 2019a), NBR 16782: Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes (ABNT, 2019b), NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações (ABNT, 2019c), IPT (2017) e em Cecin (2012).

RESULTADOS

A estruturação algoritmo foi realizada a partir de uma árvore de possibilidades que considerou a opção de simulação de cálculo para o consumo individual (consumo per capita) ou para o consumo de grupo de pessoas (consumo coletivo da edificação).

Duas tipologias genéricas de edificação foram adotadas: casas e edifícios de apartamento. A depender do tipo de edificação selecionada pelo usuário, lógica e valores de referência diferentes são aplicados ao cálculo. A partir da tipologia selecionada pelo usuário há a utilização de vazões de referência distintas para o cálculo dos volumes consumidos nos pontos de consumo, já que existe a tendência que as pressões de distribuição de água sejam maiores em apartamentos, com o conseqüente maior uso de água para um mesmo tempo de utilização do equipamento. Também são oferecidos ao usuário possibilidades distintas de uso da água entre as tipologias casa e apartamento, já que o ambiente tipo casa apresenta a possibilidade de contabilização dos usos externos à edificação e a utilização de água de chuva como fonte alternativa em substituição à água potável para alguns dos usos onde essa substituição é tecnicamente possível.

A construção do aplicativo foi feita em três blocos, cada um com um objetivo específico:

- Bloco 1 - Consumo – simulador de consumo de água fria a partir dos principais usos domésticos, tempos e frequências de uso;
- Bloco 2 - Demanda – gestão de demanda com foco na redução de consumo de água pela aplicação de equipamentos economizadores aos pontos de uso informados no Bloco 1 e apresentação da nova previsão de consumo;

- Bloco 3 - Oferta – gestão de oferta com foco na utilização da água de chuva como estratégia de substituição de fontes. A aplicação do bloco 3 é realizada somente quando o usuário opta pela simulação no ambiente “casa”.

Os usos de água considerados no cálculo do consumo foram:

- Área externa
 - Rega de jardim,
 - Lavagem:
 - veículos,
 - pátios e pisos externos,
 - calçadas,
 - Enchimento de piscina,
 - Uso de ducha externa;
- Cozinha
 - Preparação de alimentos,
 - Lavagem de louças
 - manual,
 - máquina de lavar louça;
- Área de serviço
 - Lavagem de roupa
 - manual,
 - máquina de lavar roupa de abertura superior,
 - máquina de lavar roupa de abertura frontal,
 - Lavagem de pisos internos;
- Banheiro
 - Banho
 - ducha,
 - chuveiro elétrico,



- banheira,
 - Descarga de bacia sanitária
 - caixa de descarga com acionamento simples,
 - caixa de descarga com acionamento duplo,
 - válvula de descarga,
 - Uso de bidê ou ducha higiênica,
 - Lavagem de mãos,
 - Escovação de dentes,
 - Barbeação.

Os equipamentos economizadores considerados no cálculo foram:

- Arejador;
- Arejador de vazão constante (pulverizador);
- Restritor de vazão;
- Sistema de descarga com acionamento dupla;
- Lavadora pressurizada.

Como forma de comparação didática, foi estipulada a comparação do consumo per capita diário com os seguintes números de referência:

- 110 L/pessoa.dia - recomendação ONU;
- 154 L/pessoa.dia - média de consumo nacional (Brasil, 2020);
- 178 L/pessoa.dia - média de consumo para a região sudeste (Brasil, 2020).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A solução desenvolvida prezou pela facilidade de uso e simplicidade das informações necessárias. As atividades são apresentadas em ambiente amigável e com interface que remete à construção de jogos de simulação existentes no mercado.

O usuário seleciona o tipo de habitação (Figura 1a) e a abrangência (Figura 1b).



Figura 1 – Seleção inicial

O usuário é apresentado ao menu de ambientes (Figura 2a) e deve selecionar o ambiente para o qual deseja preencher os usos. A ordem de seleção é livre. Uma vez escolhido o ambiente, abre-se um menu com os pontos de utilização de água ali disponíveis (Figura 2b). O usuário deve selecionar cada um dos pontos de consumo e inserir ou selecionar as informações solicitadas: tipo de equipamento (Figura 3a) e as informações sobre frequência e tempo de uso (Figura 3b). O consumo para a atividade preenchida é, então, informado (Figura 3c) e o valor contabilizado na barra superior de consumo, utilizada com indicador de referência para o consumo total.

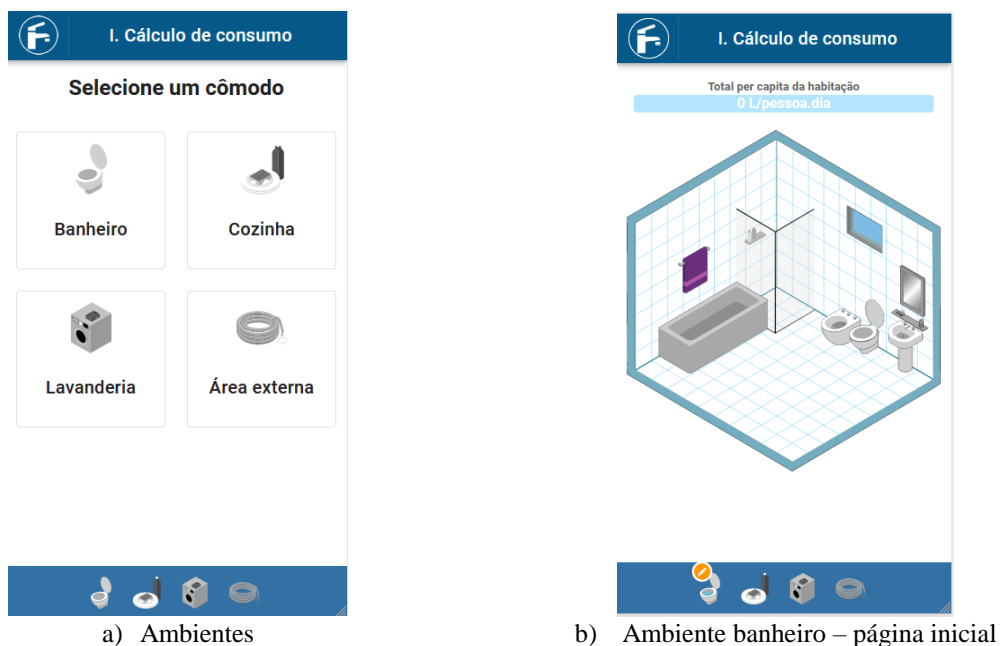


Figura 2 – Seleção de ambientes

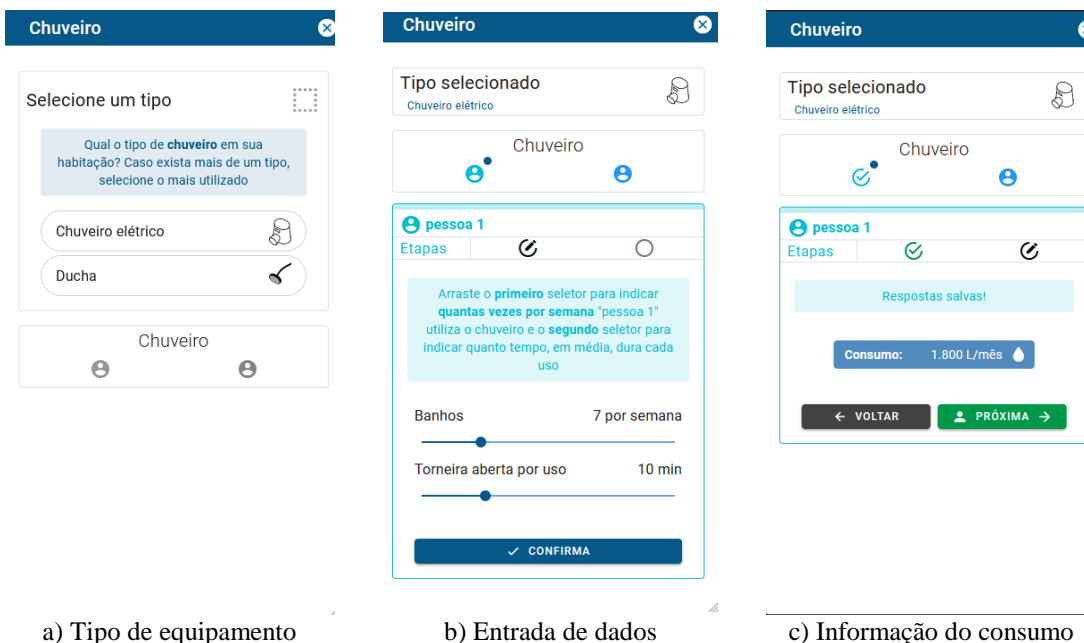


Figura 3 – Sequência de preenchimento para o “chuveiro”

Assim que as informações para todos os ambientes estiverem preenchidas (Figura 4a), o usuário é informado sobre o consumo total. Os resultados podem ser visualizados para a edificação como um todo ou para cada uma das pessoas para as quais o preenchimento foi realizado, a depender da seleção inicial de abrangência. Também existe a possibilidade de visualização detalhada dos resultados por ambiente, por equipamento e atividade. Finalizada a etapa de cálculo de consumo, o usuário é apresentado à possibilidade de prosseguir para a próxima etapa (Figura 4b).



Figura 4 – Finalização da etapa de cálculo de consumo

O segundo módulo do programa permite a avaliação do potencial de redução do consumo pela aplicação de equipamentos economizadores aos pontos de uso da água.

Ao iniciar o segundo módulo, o usuário é novamente apresentado à tela de seleção de ambientes e, uma vez selecionado um dos ambientes, é aberta a tela de seleção de ponto de consumo.

Os pontos onde existe a possibilidade de aplicação de equipamentos economizadores são sinalizados (Figura 5a) e são apresentados os equipamentos economizadores aplicáveis (Figura 5b). Uma vez selecionado o equipamento redutor de consumo desejado, é possível visualizar o consumo de água mensal como calculado originalmente e o valor após a aplicação do equipamento economizador. Ao lado de cada um dos equipamentos economizadores, um ícone na forma de ponto de interrogação dá acesso a informações sobre o equipamento e sobre a redução média de consumo possível com sua utilização.



a) Aplicação de equipamentos economizadores

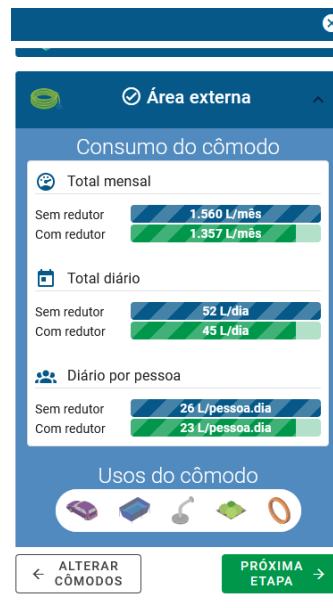
b) Equipamentos aplicáveis e economia

Figura 5 – Aplicação de redutores de consumo - banheiro

A mecânica de preenchimento é a mesma utilizada para todos os demais ambientes. Ao final da etapa é apresentada à compilação de resultados de consumo (Figura 6) onde é possível verificar a redução do consumo total e também detalhada por ambiente e ponto de uso.



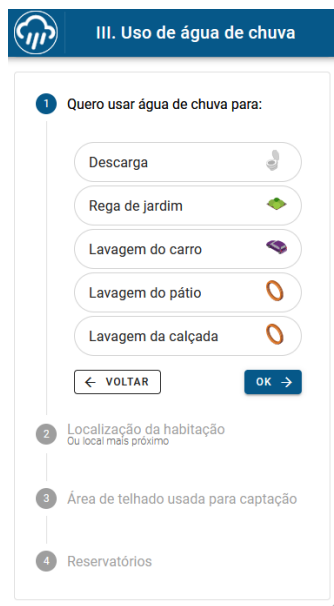
a) Resultado geral



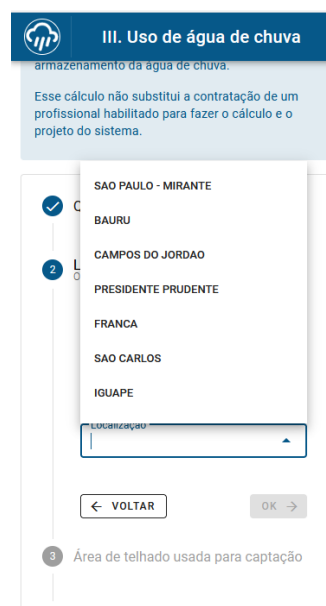
b) Resultado por ambiente – área externa

Figura 6 – Conclusão da etapa II

Para a etapa de uso de água de chuva, disponível somente para a tipologia “casa”, o usuário seleciona para quais usos não potáveis há intensão de substituir a água potável pela água de chuva (Figura 7a), em seguida seleciona a cidade-referência mais próxima do local de instalação do imóvel (Figura 7b).



a) Seleção de usos para água de chuva



b) Seleção da cidade

Figura 7 – Cálculo do uso de água de chuva – oferta e demanda

O cálculo da água de chuva usa a simulação de volumes de reservação frente à oferta e à demanda de água. O usuário informa a área de telhado para captação da chuva (Figura 8a) e seleciona a capacidade de reservação (Figura 8b) indicando os volumes do reservatório inferior e superior. Inseridos os dados (Figura 9a), o programa informa a economia potencial mensal (Figura 9b) para os usos selecionados. A simulação pode ser repetida para quantos conjuntos de dados o usuário desejar para que seja possível encontrar o melhor resultado.



III. Uso de água de chuva

expedita de quanta água poderia economizar com base nos seus usos, na cidade onde mora, na área de telhado que tenha disponível para captação, e na capacidade dos reservatórios destinados ao armazenamento da água de chuva.

Esse cálculo não substitui a contratação de um profissional habilitado para fazer o cálculo e o projeto do sistema.

Quero usar água de chuva para:

Localização da habitação
Ou local mais próximo

3 Área de telhado usada para captação

m2

4 Reservatórios

a) Área de captação

III. Uso de água de chuva

na capacidade dos reservatórios destinados ao armazenamento da água de chuva.

Esse cálculo não substitui a contratação de um profissional habilitado para fazer o cálculo e o projeto do sistema.

Quero usar água de chuva para:

Localização da habitação
Ou local mais próximo

Área de telhado usada para captação

4 Reservatórios

b) Capacidade dos reservatórios

Figura 8 – Cálculo do uso de água de chuva – entrada de dados

III. Uso de água de chuva

1 Quero usar água de chuva para:

2 Localização da habitação
Ou local mais próximo

3 Área de telhado usada para captação

4 Reservatórios

Estrutura de coleta da chuva

Reservatório superior: 500L

Reservatório inferior: 2000L

Área de captação: 100m²

Usos selecionados

Rega de jardim Lavagem de carro

Lavagem de pátio Lavagem de calçada

a) Resumo dos dados de entrada

III. Uso de água de chuva

Detalhamento da economia

Redução mês a mês

Veja abaixo as estimativas de redução no consumo de água, obtidas a partir dos dados fornecidos, para os usos selecionados acima

Jan	59.89 %
Fev	63.88 %
Mar	51.31 %
Abr	20.72 %
Mai	12.14 %
Jun	22.83 %
Jul	11.00 %
Ago	9.83 %
Set	19.86 %
Out	28.35 %
Nov	37.76 %
Dez	56.07 %

Economia no ano

Consumo	14278L
Consumo em água potável	9619L
Consumo em água da chuva	4660L
Percentual suprido pela chuva	32.64%

b) Economia potencial de água

Figura 9 – Cálculo do uso de água de chuva - resultados

Ressalta-se que a estimativa apresentada é um indicativo baseado na simulação e não substitui a contratação de um profissional habilitado para fazer o cálculo e o projeto do sistema de aproveitamento de água de chuva.



CONCLUSÕES

A solução desenvolvida está alinhada aos preceitos de sustentabilidade e à busca pelo aumento de eficiência no uso da água em acordo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável Água Potável e Saneamento (ODS 6) da Agenda 2030 da ONU.

Cumprir o objetivo de chamar a atenção para como a água é utilizada em ambiente residencial e faz com que os usuários prestem atenção na frequência e tempo de uso da água para cada atividade, informações necessárias aos cálculos de consumo.

Além da estimativa do consumo, a ferramenta também possibilita simular a economia possível pela introdução de equipamentos economizadores e pela substituição da água da rede por água de chuva em fins não potáveis.

Sua utilização é bastante simples e intuitiva. Pode ser utilizada por usuários não técnicos e apresenta uma densidade interessante de informações ao usuário que colabora com a observação de possibilidades de ajuste comportamental e utilização de ferramentas tecnológicas disponíveis no mercado para aumento da eficiência no uso da água.

O programa tem por base a conscientização ambiental e não a precisão necessária a um projeto, que deve ser realizado por um profissional habilitado que considere todas as variáveis envolvidas no caso específico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalações prediais de água fria. ABNT, Rio de Janeiro, 1998. 41p.
2. _____. NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção. ABNT, Rio de Janeiro, 2020. 56p.
3. _____. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. ABNT, Rio de Janeiro, 1989. 13p.
4. _____. NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos. ABNT, Rio de Janeiro - RJ, 2019a. 14p.
5. _____. NBR 16782: Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes. ABNT, Rio de Janeiro – RJ, 2019b. 28p.
6. _____. NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. ABNT, Rio de Janeiro, 2019c. 19p.
7. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento -SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p
8. CECIN, J. A. Aproveitamento de água de chuva em escola municipal de ensino básico – Estudo de caso, Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2012, 110p.
9. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Relatório Técnico N° 149 215-205. Desenvolvimento de novas estratégias e mecanismos de conservação de energia elétrica e água em prédios públicos em municípios do Vale do Ribeira. 2017, 157p.