

## Chuveiro ecológico: uma alternativa para economia de água nos litorais

Este trabalho apresenta o projeto de uma tecnologia comumente denominada por Chuveiro Ecológico. O chuveiro foi projetado para instalação na areia da praia dos litorais, onde, através do acionamento manual de um êmbolo, a água do lençol freático é captada e bombeada para uso dos banhistas. No chuveiro há um compartimento de cloro para desinfecção da água, que se mostrou eficiente na avaliação da qualidade da água de 7 chuveiros instalados ao longo do litoral do Paraná, sendo 4 deles no município de Matinhos e 3 em Pontal do Paraná. Os parâmetros de qualidade da água avaliados neste trabalho foram pH, turbidez, cloro, coliformes totais e Escherichia coli. As análises foram realizadas durante o verão 2017-2018. O projeto do chuveiro apresentado neste trabalho bombeia 1,96 L de água do lençol freático a cada acionamento completo do êmbolo. Com um sensor de fluxo de água instalado em um dos chuveiros, registrou-se o volume de 722 L de água bombeada em uma tarde de uso, mostrando a importância dessa tecnologia para a redução do consumo de água dos sistemas de abastecimento público dos litorais, que frequentemente atingem a sua capacidade máxima de abastecimento em períodos de alta temporada devido ao aumento do número de pessoas que os frequentam.

**Palavras-chave:** Chuveiro ecológico; Consumo de água; Litoral; Lençol freático.

## Ecological shower: an alternative for save water in coastal regions

This work presents the project of a technology commonly called Ecological Shower. The shower was designed to be installed on the sand of the coastal beach, where, through the manual activation of a lever, the water from the water table is captured and pumped for bathers to use. In the shower there is a chlorine compartment for water disinfection, which proved to be efficient in assessing the water quality of 7 showers installed along the coast of Paraná, 4 of them in the municipality of Matinhos and 3 in Pontal do Paraná. The water quality parameters evaluated in this work were pH, turbidity, chlorine, total coliforms and Escherichia coli. The analyzes were carried out during the summer 2017-2018. The shower design presented in this work pumps 1.96 L of water from the water table to each complete actuation of the plunger. With a water flow sensor installed in one of the showers, the volume of 722 L of water pumped in one afternoon of use was recorded, showing the importance of this technology for reducing water consumption in the public supply network of the coastlines, which generally reaches its maximum limit in high season periods due to the increase in the number of people who attend them.


**Keywords:** Ecological shower; Water consumption; Coast; Water table.


Topic: Engenharia Ambiental


Received: 14/04/2021


Approved: 15/05/2021


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


**Luiz Ricardo Adriano Ferreira**   
Universidade Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0567204930357917>  
<http://orcid.org/0000-0003-2539-2277>  
[luizferreiraas@gmail.com](mailto:luizferreiraas@gmail.com)

**Eduarda Miranda Pereira**   
Universidade Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7557793283211226>  
<http://orcid.org/0000-0002-6632-4177>  
[mirandap.eduarda@gmail.com](mailto:mirandap.eduarda@gmail.com)

**Fernando Augusto Silveira Armani**   
Universidade Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4870174841725558>  
<http://orcid.org/0000-0001-9942-0555>  
[fernando.armani@ufpr.br](mailto:fernando.armani@ufpr.br)

**Suelen Ramos Chagas**   
Universidade Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8492287646899103>  
<http://orcid.org/0000-0002-0343-0423>  
[suelenrchas@gmail.com](mailto:suelenrchas@gmail.com)

**Rodrigo Gimenes Silva**   
Universidade Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5606234563102588>  
<http://orcid.org/0000-0003-4987-684X>  
[rodrigogs@gmail.com](mailto:rodrigogs@gmail.com)

**Amanara Potykytã**   
Universidade Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0854347964899619>  
<http://orcid.org/0000-0001-5054-6771>  
[amanara@ufpr.br](mailto:amanara@ufpr.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0030

### Referencing this:

Ferreira, L. R. A.; Pereira, E. M.; Armani, F. A. S.; Chagas, S. R.; Silva, R. G.; Potykytã, A.. Chuveiro ecológico: uma alternativa para economia de água nos litorais. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.5, p.369-377, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0030>

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o uso de água no verão é sempre mais intenso devido às altas temperaturas desta estação. Nos litorais, o consumo de água é ainda maior no verão porque o número de pessoas que os frequentam aumenta consideravelmente. No litoral do Paraná, por exemplo, a população dos três municípios mais frequentados por turistas (Matinhos, Guaratuba e Pontal do Paraná) é de aproximadamente 98 mil habitantes (IBGE, 2018), mas somente no Réveillon 2018/2019 registrou-se 1,7 milhões de pessoas frequentando essas cidades (BEM PARANÁ, 2019). Nesses períodos, a demanda por água é geralmente superior à capacidade do sistema de abastecimento público, ocasionando episódios de falta de água à população.

Atualmente existem diversas tecnologias para diminuir o consumo de água e tem havido um trabalho do poder público para conscientizar a população para a redução de seu consumo. As águas do aquífero freático podem ser utilizadas como uma alternativa ao uso de água de abastecimento público, sendo também uma opção para atenuar alguns problemas relacionados à drenagem urbana, que são comuns de regiões litorâneas (TASCA et al., 2017, YANG et al., 2019).

Uma vez que o processo de clarificação, tal como é denominado nas estações de tratamento água, é realizado naturalmente pelo solo durante a infiltração e percolação de águas pluviais no solo (VERAS et al., 2008), as águas dos aquíferos geralmente apresentam bons índices de qualidade, sendo muitas vezes apropriadas para o consumo humano após apenas a sua desinfecção (ZOBY, 2008; MATTOS, 2017; ANA, 2018). Por exemplo, Paim et al. (2018) avaliaram a qualidade da água de poços freáticos utilizados para abastecimento público na cidade de Osório, Estado do Rio Grande do Sul, e constataram que 70% desses poços possuíam a qualidade exigida pelos padrões brasileiros de potabilidade para *Escherichia coli* e coliformes totais.

Uma tecnologia que tem sido usada nos litorais do Brasil durante o verão é um chuveiro instalado nas praias, comumente chamado por chuveiro ecológico. O chuveiro ecológico é um dispositivo que capta a água do lençol freático através do bombeamento manual, que é realizado por pessoas para se refrescar, remover a areia do corpo e para vários outros usos, exceto para beber. Embora este instrumento seja uma alternativa para economizar água da rede pública de abastecimento, não é possível garantir que a qualidade da água do lençol freático seja adequada para banho. Este é um problema, especialmente em regiões onde os rios estão poluídos, como nas cidades de Matinhos e Pontal do Paraná, localizadas no litoral do Estado do Paraná, Brasil (ARMANI et al., 2018). Este trabalho apresenta um projeto do chuveiro ecológico utilizado nessas cidades e uma avaliação da qualidade da água bombeada por chuveiros instalados ao longo das praias de ambas as cidades no verão de 2018.

## METODOLOGIA

O projeto apresentado neste trabalho foi baseado no conceito de “Inovação Incremental” descrito por Freeman (1982), aplicado a um modelo do chuveiro instalado nas praias do litoral paranaense, pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), durante o verão de 2018 (Figura 1). Neste projeto

introduziu-se modificações na estrutura do chuveiro para bombear mais água (1,96 L em vez de 1,4 L), melhorar a eficiência do filtro de retenção de areia com o uso de manta geotêxtil bidim e promover a desinfecção da água. Tendo em vista que a água bombeada pelo chuveiro é extraída do lençol e retornada pontualmente ou localmente, considerou-se que aumentar o volume de água bombeada não implica em desperdício, mas em um maior conforto ao usuário.



**Figura 1:** Chuveiro ecológico instalado na praia de Pontal do Paraná durante o verão de 2018.

Na Tabela 1 estão os itens utilizados para a confecção dos componentes principais do chuveiro ecológico: Componente 1 - Êmbolo; Componente 2 - Filtro; Componente 3 - Bomba; Componente 4 - Chuveiro.

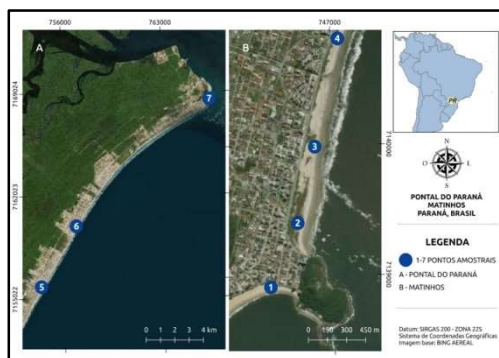
**Tabela 1:** Itens utilizados para a construção do chuveiro ecológico, as suas quantidades e comprimentos. DN - Diâmetro Nominal e un - unidades.

Item	Descrição	Quantidade/Comprimento
1	Ducha fria	1 un
2	Torneira	1 un
3	Conexão tee com rosca DN25 e tampa	1 un
4	Ponteira	1 un
5	Disco de borracha	1 un
6	Conexão tee com rosca DN25	1 un
7	Válvula de retenção	2 un
8	Conexão tee DN25	5 un
9	Cap DN50	1 un
10	Cap DN25	1 un
11	Redução 50-25mm	1 un
12	Curva DN25	1 un
13	Redução DN40/DN25	1 un
14	Cap DN40	1 un
15	Tubulação de PVC de DN25	5,3 m
16	Tubulação de PVC de DN50	1 m

O chuveiro ecológico é um equipamento que utiliza o policloreto de vinila (PVC) como material condutor da água. O PVC é um material com ampla aplicação, e tem se destacado como uma alternativa ecológica e resistente, pois é reciclável e suporta diversas intempéries como sol, vento, chuva e maresia (RODOLFO et al., 2006). De acordo com o Instituto Brasileiro do PVC, a durabilidade média desse material é de 60 anos (RODOLFO et al., 2006), mas a exposição do polímero PVC ao calor e à radiação ultravioleta ou à radiação gama, pode, dependendo da intensidade e tempo de exposição, causar um processo denominado desidrocloração, resultando em um rápido processo de degradação, geralmente revelado pela mudança de coloração (JUNIOR et al., 2007). Para evitar a degradação do PVC por essas radiações, atualmente há disponível no mercado tintas que possuem acabamento em poliuretano acrílico com excelente aderência

ao PVC e resistente a temperaturas de até 60°C (REALFIX, 2020). Assim, o material condutor de água fica protegido da exposição aos raios ultravioleta (UV) e conseqüentemente dos impactos que podem causar em relação à resistência estrutural do chuveiro.

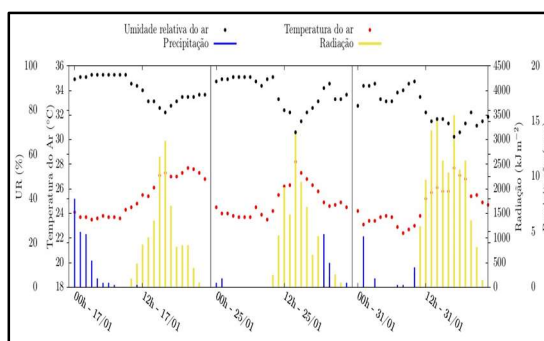
Sete chuveiros foram confeccionados para avaliação do uso por banhistas e da capacidade de desinfecção da água do lençol freático no ano de 2018. A Figura 2 exibe um mapa que indica a localização dos chuveiros nessas cidades. Na cidade de Matinhos, os pontos 1, 2 e 3 estão localizados no balneário Caiobá e o ponto 4 está localizado no balneário Praia Brava. Em Pontal do Paraná, o ponto 5 está situado no balneário Praia de Leste, o ponto 6 no balneário Ipanema e o ponto 7 no balneário Pontal do Sul.



**Figura 2:** Locais de instalação dos chuveiros em Matinhos e em Pontal do Paraná no ano de 2018.

No chuveiro 1 foi instalado um sensor medidor de vazão da marca *Sea* modelo YF-S201, acoplado a um microcontrolador *Arduino* para a leitura e gravação das medições. O sensor contabilizou o volume de água que passou pelo chuveiro no dia 31/01/2018, das 10h40min às 18h30min. Nesse período, o primeiro autor deste trabalho permaneceu no local do chuveiro para avaliar o público usuário e garantir o funcionamento do dispositivo de registro de volume.

Em Matinhos, as coletas de amostras de água dos chuveiros (Pontos 1 a 4) foram realizadas no dia 17 de janeiro de 2018. Já em Pontal do Paraná as coletas foram nos dias 25 (Ponto 6) e 31 (Pontos 5 e 7) de janeiro de 2018. Os três dias estavam ensolarados, com menos nebulosidade no dia 31 de janeiro, mas em todos eles choveu em algum horário do dia (Figura 3). A temperatura do ar oscilou entre 22,4 e 28,2 graus Celsius e a umidade relativa do ar entre 68 e 96% (INMET, 2020). Segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928), o clima em ambos os municípios é caracterizado como subtropical úmido (Cfa), com altas temperaturas e chuvas abundantes distribuídas ao longo do ano.



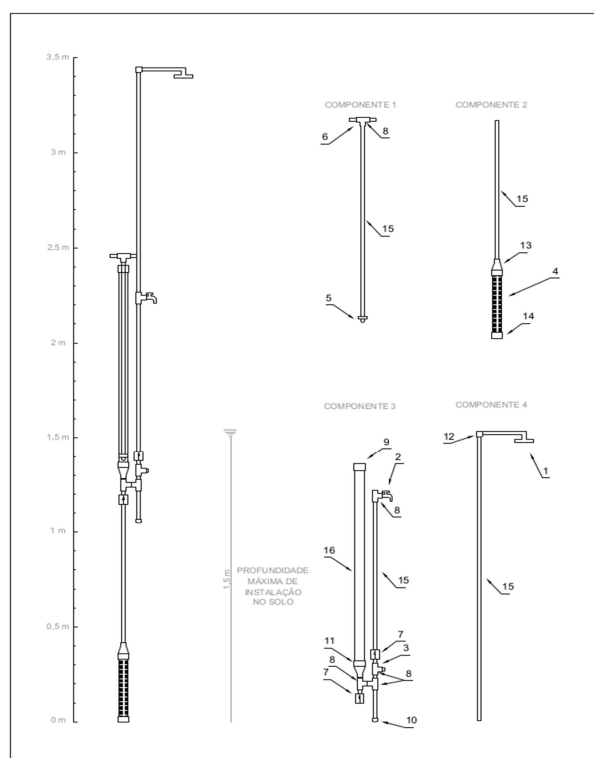
**Figura 3:** Condições do tempo nos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná nos dias das coletas de amostras (17, 25 e 31 de janeiro 2018). **Fonte:** INMET (2020).

As amostras de água dos chuveiros foram coletadas em frascos de 250mL previamente esterilizados e acondicionadas em *coolers* a uma temperatura constante de 4° C para análise laboratorial. As análises dos parâmetros de qualidade da água pH, turbidez, cloro total e *E. coli* foram realizadas em laboratório. Apenas as coletas e análises de *E. coli* foram realizadas em triplicata. Mediu-se o pH e a turbidez da água através de um pHmetro e um turbidímetro de bancada, respectivamente. Os resultados de cloro foram obtidos pelo método colorimétrico, com disco colorimétrico de *Policontrol*®. Já a presença/ausência de *Escherichia coli* foi detectada pelo método enzimático com o substrato *Readycult Coliform*®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O chuveiro bombeia a água do lençol freático em resposta ao acionamento manual do êmbolo (componente 1). A cada compressão e decompressão do êmbolo, a água é sugada do solo para o interior do chuveiro, passando pelo filtro (componente 2), que tem a função de impedir a entrada de areia no chuveiro. Na sequência, a água passa pela bomba (componente 3), depois para o chuveiro (componente 4) e em seguida para a atmosfera em direção ao usuário.

Os componentes do chuveiro estão destacados na Figura 4, que exhibe o desenho de um chuveiro projetado para ficar no mínimo 2,0 metros acima da superfície. Os itens enumerados estão descritos na Tabela 1.



**Figura 4:** Componentes do projeto do chuveiro ecológico.

Com relação ao êmbolo, componente 1 do chuveiro, foi confeccionado com três tubos de 25mm e uma conexão tee com rosca, Figura 4. Na extremidade do tubo de maior comprimento (item 5) foi conectado um disco de borracha com o mesmo diâmetro interno da tubulação de 60 mm de diâmetro da bomba, cuja função é gerar pressão a cada acionamento do êmbolo.

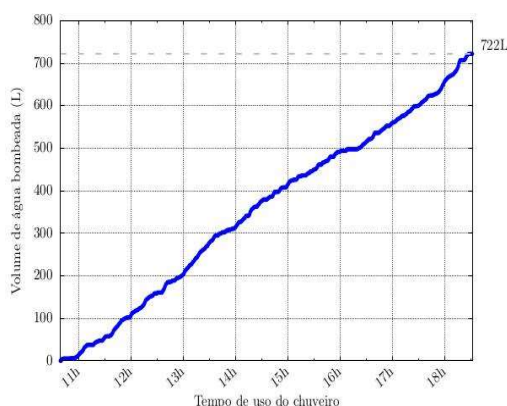
A ponteira, presente no componente 2 do chuveiro, foi confeccionada com dois tubos: um tubo

com 40mm de diâmetro revestido com uma manta bidim foi inserido dentro de um tubo com 50mm de diâmetro. Ambos os tubos têm ranhuras em sua superfície, as quais devem estar alinhadas para que possibilitem a entrada de água do aquífero. Uma das extremidades da ponteira foi isolada com um Cap de mesmo diâmetro do tubo menor (40mm) e na outra extremidade um redutor de diâmetro (item 13) foi instalado para conectar a ponteira a um tubo de 25mm de diâmetro conforme apresentado na Figura 4.

Na bomba, componente 3, as válvulas de retenção (item 7) são instaladas para permitir apenas o fluxo ascendente da água. O item 2 da bomba é uma torneira conectada a uma conexão tee com 20 mm de diâmetro. Mais abaixo, ainda na bomba, há uma outra conexão tee (item 8), utilizada para alojar uma pastilha de cloro, que tem a função de desinfectar a água bombeada. Embora a água do aquífero livre seja clarificada pelo solo e, subsequentemente desinfetada no compartimento de cloro, a água do chuveiro deve ser utilizada apenas para fins não potáveis. O chuveiro deve ser montado como apresentado na Figura 4 e sua instalação deve ser realizada na areia da praia em uma profundidade que pode variar entre 1,1 m e 1,5 m, dependendo da disponibilidade de água do lençol freático. Recomenda-se instalar o chuveiro distante o suficiente da água do mar para que se evite o bombeamento de água salgada.

O chuveiro apresentado neste trabalho fornece 1,96 L de água por bombeamento completo. Para bombear mais água é necessário aumentar o diâmetro do tubo compartimento do êmbolo na bomba (item 16 na Figura 4). No entanto, a força necessária para bombear a água aumenta com o seu volume. Durante o período de operação do chuveiro com o dispositivo de registro de volume de água, crianças, adultos e idosos conseguiram exercer a força necessária para utilizar o chuveiro, que é de aproximadamente 2,55 kgf (força necessária para elevar o volume de água contido no item 16 e no componente filtro).

Chuveiros semelhantes são instalados nas praias do litoral do Paraná em todos os verões desde 2014. Segundo a SANEPAR (2014), geralmente 60 chuveiros são instalados nas praias das cidades de Guaratuba, Matinhos e Pontal do Paraná. Estima-se que os chuveiros foram utilizados por 175 mil pessoas durante o verão de 2019. A Figura 5 exibe os dados do volume de água bombeada pelo chuveiro durante aproximadamente 6 horas de uso pelos banhistas.



**Figura 5:** Volume de água acumulada, que foi bombeada pelo chuveiro no dia 31/01/2018.

Nota-se na Figura 5 que no período em que se registrou o volume de água bombeada pelo chuveiro, este foi utilizado constantemente. No período analisado registrou-se o volume de 722 L de água bombeada do lençol freático. Supondo que, o mesmo volume de água seja captado pelos outros seis

chuveiros, aproximadamente 5000 L de água seriam economizados da rede pública de abastecimento de água em apenas um dia de uso dos chuveiros. Os sete chuveiros foram instalados na praia com pastilha de cloro. No início não se constatou coliformes totais e *Escherichia coli*, mas após aproximadamente 8 horas de uso dos chuveiros, as pastilhas de cloro foram consumidas e as amostras de água apresentaram os resultados das análises que estão dispostos na Tabela 2. Portanto, a água do aquífero no litoral apresenta o grupo de bactérias coliformes e a bactéria *E. coli*.

**Tabela 2:** Resultados da análise da qualidade da água da amostra bombeada pelo chuveiro.

Pontos Amostrais	pH	Turbidez (NTU)	Cloro Laboratório (mg/L)	Coliformes Totais	<i>Escherichia coli</i>
1	7,9	0,32	0	presente	presente
2	8,2	5,37	0	presente	presente
3	8,4	18,01	0	presente	presente
4	8,1	5,64	0	presente	ausente
5	7,3	2,48	1,8	ausente	ausente
6	8,3	5,49	0	presente	presente
7	7,3	9,01	4	ausente	ausente

Nota-se na Tabela 2 que em todos os chuveiros analisados, os resultados de pH eram levemente alcalinos, com valores dentro do intervalo recomendado para o sistema de distribuição de água de abastecimento público (Portaria de Consolidação nº 5/2017). Trata-se de um resultado esperado, pois diversos autores já constataram que águas subterrâneas tendem a ser alcalinas (GONÇALVES et al., 2018, MORAL et al., 2008). Quanto à turbidez da água, esta apresentou variação entre 0,32 e 18,01 NTU. Na Resolução CONAMA N°357/2005, o valor de turbidez para águas superficiais de classe 1 é de até 40 NTU. Nessa classe é permitida, entre outros usos, a recreação de contato primário. A concentração de cloro variou entre os chuveiros devido ao desgaste desigual das pastilhas de cloro: os chuveiros que foram mais utilizados apresentaram concentração de cloro menor em relação aos menos utilizados. Pode-se observar que nas águas subterrâneas do litoral do Paraná há presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. No entanto, observou-se que o compartimento com cloro promove a desinfecção da água, pois somente nos chuveiros que não continham cloro detectou-se presença de *E. coli* e coliformes totais.

A *E. coli* pode indicar a presença de organismos patogênicos na água, pois essas bactérias habitam o intestino de animais homeotérmicos e são inseridas no meio ambiente através das fezes dos mesmos (CUNHA et al., 2004). Por isso, essa bactéria é utilizada como indicador de balneabilidade das praias. No litoral do Paraná, Andraus (2006) monitorou a qualidade das águas e das areias, úmida e seca, das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba. Ela constatou a presença da bactéria *E. coli* em suas amostras e maior contaminação na areia seca. Essa contaminação pode ser oriunda de diversas fontes: tanto pela contaminação direta por animais quanto pela água dos rios e canais que deságuam na praia e contaminam o mar e os sedimentos. Conforme apresentado em Armani et. al. (2018), os rios urbanos das cidades de Matinhos e Pontal do Paraná estão contaminados. Portanto, a pastilha de cloro deve estar sempre presente no chuveiro, a fim de se desinfetar a água bombeada do lençol freático.

## CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta o projeto de um chuveiro que tem sido utilizado nas praias do litoral do Brasil para recreação dos turistas. O chuveiro foi denominado chuveiro ecológico, pois utiliza a água do lençol freático e seu acionamento é exclusivamente manual, dispensando o uso de energia elétrica.

O projeto do chuveiro apresentado neste trabalho bombeia 1,96 L de água do lençol freático a cada acionamento completo do êmbolo. Em apenas uma tarde de uso por banhistas do litoral do Paraná, registrou-se o bombeamento de 722 L de água em um só chuveiro. Também ficou evidente a importância da correta utilização da pastilha de cloro e a necessidade de reposição quando essas forem consumidas, pois nos chuveiros em que estavam ausentes, foi constatada a presença de bactérias coliformes totais e *E. coli* na água, o que não ocorreu nos chuveiros onde continham as pastilhas. A duração da pastilha de cloro foi de aproximadamente 8 horas, mas ressalta-se que essa duração varia de acordo com o uso do chuveiro e com o volume de água que passa pelo mesmo.

O chuveiro pode ser fabricado e instalado a baixo custo com a utilização do material PVC. Além disso, as tubulações de PVC utilizadas no chuveiro tendem a preservar suas propriedades físicas e químicas pelo período de vida útil do material se sua superfície for pintada ou envernizada com substâncias protetoras de radiação. Em relação ao seu funcionamento, constatou-se que essa tecnologia requer manutenção constante e a necessidade da presença de uma pastilha de cloro para garantia da desinfecção da água captada pelo chuveiro. Portanto, o chuveiro pode ser um importante instrumento de redução de consumo de água do sistema público de abastecimento nos litorais, principalmente nos períodos de alta temporada.

## REFERÊNCIAS

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018:** informe anual. Brasília: ANA, 2018.

ANDRAUS, S.. **Aspectos microbiológicos da qualidade sanitária das águas do mar e areias das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba-PR.** Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

ARMANI, F. A. S.; FERREIRA, L. R. A.; OLIVEIRA, F. M. M.; GOETZE, P. F. B.; SILVA, C. A.. Qualidade das águas dos rios urbanos das cidades de Matinhos - PR e Pontal do Paraná - PR. **Revista Técnico-científica do CREA - PR**, n. 14, 2018.

BEM PARANÁ: **Réveillon reuniu 1,7 milhão de pessoas no Litoral do Paraná. PM divulga balanço de ocorrências.** Bem Paraná, 2019.

BRASIL. **Portaria nº 5, de 28 de setembro de 2017.** Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: DOU, 2017.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005.** Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília: DOU, 2005.

CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.; BRASIL JR., A. C. P.; DANIEL, L. A.; SCHULZ, H. E.. Qualidade microbiológica da água de rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo Amazonas: o caso

do Amapá. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.9, n.4, p.322-328, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522004000400009>

FREEMAN, C.. **The Economics of Industrial Innovation.** London: Frances Pinter, 1982.

GONÇALVES, M. V. P.; CRUZ, M. J. M.; ALENCAR, C. M. M.; SANTOS, R. A.; RAMOS JUNIOR, A. B. D. S.. Geoquímica e qualidade da água subterrânea no município de Serra do Ramalho, Bahia (BR). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n.1, p.159-172, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018167893>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2018.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática,** Paranaguá, PR, Brasil.

JUNIOR, A.; MEI, L.. Mecanismos de Degradação e Estabilização Térmica do PVC. **SciELO**, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282007000300018>

KÖPPEN, W.; GEIGER, R.. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.



MATTOS, J. B.; CRUZ, M. J. M.; PAULA, F. C. F.; SALES, E. F.. Tipologia hidrogeoquímica e qualidade das águas subterrâneas na área Urbana do município de Lençóis, Bahia, Nordeste do Brasil. **Águas Subterrâneas**, v.31, n.3, p. 281-295, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.14295/ras.v31i3.28852>

MORAL, F.; CRUZ-SANJULIÁN, J. J.; OLÍAS, M.. Geochemical evolution of groundwater in the carbonate aquifers of Sierra de Segura (Betic Cordillera, southern Spain). **Journal of hydrology**, v.360, n.4, p.281-296, 2008.

DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.07.012>

PAIM, R. A.; REGINATO, P. A. R.; MICHALSKI, E. Z.; LANZER, R. M.; DUTRA, T. O.. Análise hidroquímica e da aplicação de diferentes métodos de avaliação da qualidade da água subterrânea em aquíferos costeiros em Osório-RS. **Águas Subterrâneas**, v.32, n.3, p.337-345, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.14295/ras.v32i3.29155>

TASCA, F. A.; FINOTTI, A.; POMPÊO, C. A.; GOERL, R. F.. O papel da drenagem urbana na prevenção de desastres hidrológicos na bacia hidrográfica do rio Itajaí Açu. **Revista brasileira de cartografia**, v.69, n.1, 2017.

VERAS, L. R. V.; BERNARDO, L.. Tratamento de água de abastecimento por meio da tecnologia de filtração em

múltiplas etapas-FIME. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.13, n.1, p.109-116, 2008. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S1413-41522008000100014>

VIEIRA, A. P. S. D.; JUNIOR, M. C.; MALUTTA, S.. Cálculo do coeficiente do dia de maior consumo k1 do sistema de abastecimento de água em Pontal do Paraná-PR. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE, 49. **Anais**. Cuiabá, 2019.

QGIS. **A Free and Open Source Geographic Information System**, 2009.

REALFIX INC. **Boletim técnico (57, E001)**. Esmalte para PVC: acabamento Acrílico Alifático. Curitiba: Realfix, 2020.

RODOLFO JR, A.; NUNES, L. R.; ORMANJI, W.. Tecnologia do PVC. **Proeditores/Braskem, São Paulo**, v.2, p.447, 2006.

YANG, Q.; SCANLON, B. R.. How much water can be captured from flood flows to store in depleted aquifers for mitigating floods and droughts? A case study from Texas, US. **Environmental Research Letters**, v.14, n.5, 2019.

ZOBY, J. L. G.. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. **Águas Subterrâneas**, 2008.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.