

IV-072 - PROJETO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES

Roberto Santos de Oliveira⁽¹⁾

Gestor de Recursos Humanos pela UNESA. Técnico de Eletrônica e Informática pelo CEFET-RJ. Coordenador de QSMSRS no Centro de Ciências da Saúde – CCS/UFRJ.

Julio Cesar Oliveira Antunes⁽²⁾

Engenheiro Civil/Cartografia pela UERJ. Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UERJ. Mestre em Ciências em Recursos Hídricos pela UERJ. Professor do Departamento de Meio Ambiente do CEFET/RJ. Gerente da Gerência Guandu-Lameirão da CEDAE-RJ. Representante da CEDAE e Diretor no Comitê de Bacia Hidrográfica do Guandu-RJ.

Lucas Olive Pinho Silva Gomes⁽³⁾

Mestre em Defesa e Segurança Civil pela UFF. Gestor Ambiental pelo CEFET/RJ. Coordenador de Biossegurança no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho no Centro de Ciências da Saúde – CCS/UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Av. Carlos Chagas Filho - Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, CEP: 21941-590 – Tel.: (21) 985448008, (21) 39386490 - e-mail: roberto@ccsdecania.ufrj.br

RESUMO

A água destilada é um insumo extremamente importante para a produção de medicamentos na farmácia do Centro de Ciências da Saúde (CCS) na Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, bem como em seus laboratórios de pesquisa, haja vista a utilização de cem destiladores que estão instalados no prédio do CCS. No entanto, para suprir a demanda de água destilada esses equipamentos descartam uma grande quantidade de água que é utilizada na troca de calor. Com os dados da eficiência de cada destilador, calculou-se um desperdício potencial de 1.000.000 de litros de água por mês. Porém, uma análise físico-química e biológica da água utilizada por esses equipamentos constatou sua potabilidade de acordo com o Anexo XX da portaria de consolidação Nº 05 de out/2017. Essa forma utilizada ocorre há cerca de 50 anos, desde a instalação do primeiro destilador em um laboratório de pesquisa no CCS. Todavia, no atual século XXI, quando há escassez de água potável em diversos lugares no planeta, esse esbanjamento não poderia ser mais tolerado.

Sendo assim, o presente trabalho relata o esforço para conter esse “desperdício”, diminuir o consumo de água e o custo por esse consumo no prédio do CCS, que possui 120 mil m².

Os resultados comprovam o grande valor ambiental do projeto por reaproveitar a água descartada por destiladores, sua simplicidade e capacidade de ser replicado em outras universidades, além do retorno econômico.

PALAVRAS-CHAVE: Destilador, Reuso de água, Água potável, Desperdício de água, Eficiência hídrica.

INTRODUÇÃO

O “Projeto de Eficiência Hídrica: Reutilização de Água Descartada por Destiladores” foi idealizado a partir das observações do desperdício da água ocorrido no processo de destilação nos laboratórios de pesquisa do Centro de Ciências da Saúde - CCS da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Tendo como objetivos eliminar esse “desperdício”, diminuir o consumo de água e o custo por esse consumo, o projeto foi escrito, baseado em estudos preliminares sobre a eficiência dos destiladores e uma projeção do custo da perda de água, sendo, então, submetido em 2014, ao “Concurso Soluções Sustentáveis” do Fundo Verde da UFRJ. Este fundo tem por objetivo a elaboração de projetos de infraestrutura sustentável nos setores de geração e racionalização do uso de energia e de mobilidade urbana para a UFRJ. Devido a ser um projeto de grande valor ambiental e inovador, foi um dos vencedores na categoria de eficiência hídrica, recebendo R\$ 500.000,00 para a sua execução.

Ademais, o projeto mostra-se alinhado ao objetivo 6.4 dos 17 ODS (Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável) que constam na Agenda 2030 da ONU, ou seja, “até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para

enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água”.

Vale ressaltar que o projeto foi elaborado e executado durante a crise hídrica que causou a escassez de água na região sudeste desse país entre os anos de 2014 e 2017.

Portanto, o presente trabalho objetiva apresentar a metodologia desenvolvida para implementação do sistema de reaproveitamento de água, seus resultados e ações que possibilitaram a realização do projeto.

A **Figura 1** mostra um desenho esquemático clássico de um destilador, onde pode-se constatar que a água de entrada (fornecida pela CEDAE/RJ), que serve como trocadora de calor, é, invariavelmente, lançada no esgoto.

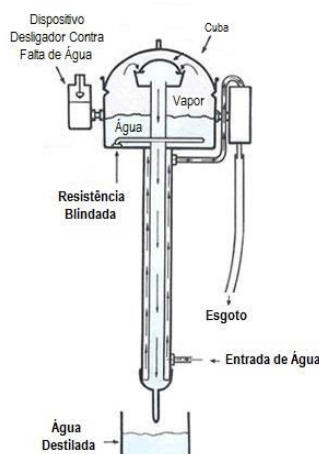


Figura 01 – destilador

OBJETIVOS

O objetivo principal do projeto é eliminar o desperdício da água descartada por destiladores no processo de obtenção de água destilada para a utilização em pesquisas e elaboração de medicamentos nos laboratórios localizados no prédio do Centro de Ciências da Saúde da UFRJ, quantificando e reutilizando a água desperdiçada de forma inteligente por meio de um sistema replicável em situações semelhantes.

Os objetivos secundários são diminuir o consumo de água e seu custo, mostrando que os órgãos públicos podem e devem melhorar a gestão dos recursos financeiros e naturais através de projetos inovadores e adoção de práticas de sustentabilidade em consonância com a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) do Ministério do Meio Ambiente.

METODOLOGIA

A execução do projeto teve início em março de 2015 com uma equipe de cinco integrantes: um Gestor Público, um Gestor Ambiental, um Eng.º Eletricista, um aluno de Engenharia Ambiental da UFRJ, uma aluna de Gestão Ambiental do CEFET/RJ e um Engenheiro Civil e professor do Departamento de Meio Ambiente do CEFET/RJ como orientador. Sendo assim, para efeito de um estudo de viabilidade preliminar foi necessário mapear e conhecer a quantidade e a localização dos destiladores espalhados nos diversos laboratórios em três pavimentos numa área de 120 mil m² construídos. Além disso, era importante conhecer a eficiência de cada destilador, ou seja, quantos litros de água são utilizados para se obter 1 litro de água destilada. A partir desse dado, multiplicando pelo tempo estimado de uso, saber-se-ia o desperdício mensal de cada equipamento. Consequentemente, foi montada uma planilha com essas informações. Logo, foram contabilizados 100 destiladores com um potencial de desperdício de 1.000.000 de litros de água/mês.

Seguindo a metodologia definida no início do projeto, o próximo passo foi idealizar e montar um protótipo para a captação e reutilização da água descartada pelos destiladores. Para tanto, algumas perguntas precisavam de respostas, tais como: Qual a qualidade da água coletada? Qual a temperatura na qual a água sai do destilador? Qual a melhor utilização para o tipo e a quantidade de água que seria coletada? Como fazer a coleta sem interferir nas atividades dos laboratórios? Como quantificar a água reutilizada? Esses questionamentos e seus desdobramentos embasaram a construção de um protótipo com uma solução simples, eficaz, eficiente, inédita e ousada.

Portanto, o sistema idealizado funciona da seguinte forma: a água descartada é levada a um pequeno reservatório de 50 litros (Unidade Autônoma de Captação e Bombeamento – UACB – **Figura 02**) e, posteriormente, bombeada por uma minibomba pressurizadora (120W, 127V, 1.800l/h), que é acionada por uma eletroboia, para um reservatório de maior capacidade, externo ao prédio. Consequentemente, bombas centrífugas de maior potência, controladas por meio de um sistema elétrico robusto, bombeiam a água armazenada nos reservatórios externos para o sistema de abastecimento. A **Figura 03** ilustra o funcionamento do sistema, que é automático e sem contato humano em quaisquer de suas partes.



Figura 02 – protótipo da UACB instalado

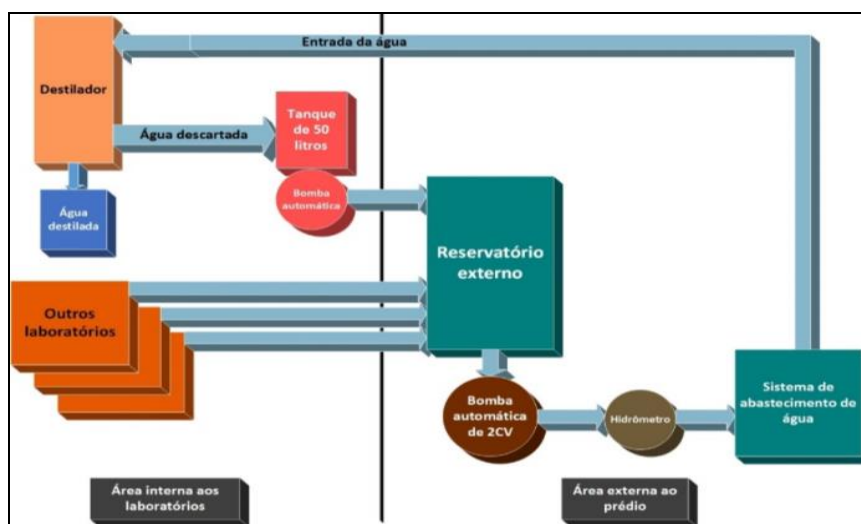


Figura 03 – esquema do sistema de captação e reutilização da água descartada pelos destiladores

Por conseguinte, o protótipo mostrou que o sistema é eficiente, pois ficou ativo durante 21 meses, captando e reutilizando a água de apenas três destiladores, recuperando **560.310 litros de água** (**Figura 04**) e trazendo uma economia de R\$11.576,00.

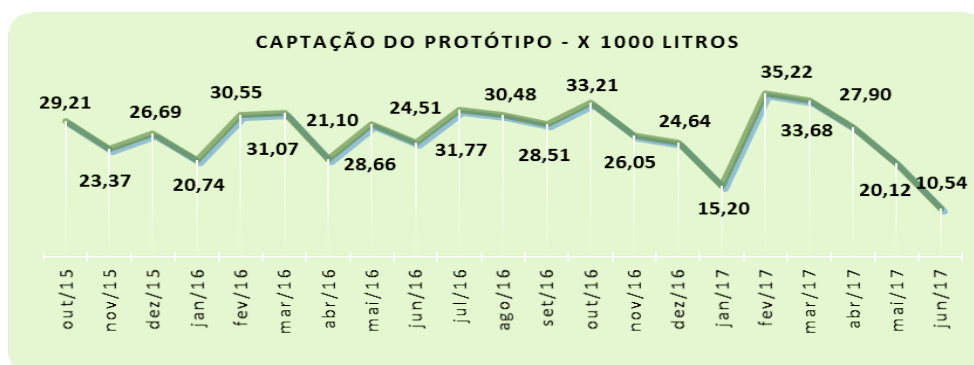


Figura 04 – Captação do protótipo

Em seguida, o sistema foi ampliando para a captação da água de 39 destiladores, por meio da construção de 30 UACB. Infelizmente, os recursos financeiros não foram suficientes para se aproveitar a água de todos os destiladores, pois, foi necessário priorizar a malha de captação com 1,5km de tubulação instalada, os reservatórios externos de 30.000 litros e o sistema elétrico que controla as duas bombas centrífugas de 5CV, responsáveis pela reentrada da água no sistema de abastecimento do prédio, além da obra civil para receber os reservatórios e manter o local seguro.

As UACB foram reprojatadas e construídas em alumínio e compensado naval, além de receberem um termômetro para que o operador do destilador regule a temperatura de saída da água, a qual deverá ser mantida no máximo em 40°C, por meio do registro de entrada, ofertando mais ou menos água ao equipamento. Esse fator pode ser considerado uma inovação, pois, nenhum dos destiladores possui esse controle. Esse procedimento melhora a eficiência do destilador por favorecer o processo de troca de calor e aumenta a vida útil da resistência elétrica. Para que os laboratórios parceiros pudessem contatar os responsáveis e saberem como operar a UACB, foi desenvolvido um Procedimento Operacional Padrão em forma de adesivo e aplicado no equipamento.

A malha de canos de captação começa na saída da bomba da UACB e foi calculada da seguinte forma: tubos de 25mm *aquaterm* saem da UACB, os quais desembocam em tubos de 32mm ao longo das paredes externas do prédio que se conectam a tubulação de 50mm, a qual leva a água até os dois reservatórios externos de 15.000 litros cada. Estes são completamente independentes, pois, havendo a necessidade de manutenção o sistema de reaproveitamento da água não precisa ser interrompido.

A tubulação de reentrada com 60mm começa na saída dos reservatórios e passa por uma lateral do prédio de 100m atingindo a rede de abastecimento em 11 pontos de conexões ao longo de 200m no subsolo do CCS. A tubulação e as bombas foram calculadas levando em consideração os 30mca de pressão do sistema de abastecimento e os 10mca de perdas de cargas, sendo assim, quando as bombas centrífugas de 5CV são acionadas entregam 13.500 litros/h sob uma pressão de 40mca. Destaca-se que em cada uma das seções da tubulação de abastecimento, onde há uma conexão de entrada, foram instalados manômetros para o monitoramento da pressão do sistema, antes inexistentes. Com isso, a equipe conseguiu verificar a pressão da rede quando as bombas são acionadas, além de o setor de manutenção do prédio poder monitorar o sistema de abastecimento com maior precisão. Dessa forma, a obra foi concluída em agosto de 2017. Ao final do primeiro mês de operação houve o primeiro registro da quantidade de água captada e reutilizada pelo sistema, na casa de 286.000 litros.

Após a conclusão das obras principais, a equipe se dedicou a colocar o sistema de telemetria para funcionar. Por conseguinte, durante os meses de setembro de 2017 a janeiro de 2018 a equipe trabalhou na instalação do módulo DMI Mini TCR A663/CA-mA 88ES, desenvolvido pela empresa nacional ISSO, no sistema de alimentação elétrica e controle das bombas de 5CV. Foram acoplados ao equipamento três sensores que verificam as fases de alimentação das bombas, o transmissor de pressão, que verifica a pressão do sistema na saída das bombas e o hidrômetro, o qual gera um pulso a cada 10 litros de água entregues pelas bombas. Por meio da interface web, pode-se monitorar o sistema de reaproveitamento da água descartada por destiladores. Este é o link de acesso à interface web: <https://datalog.issodns.com/?sid=EHVM0LF24FAV&> (**Figura 05**).

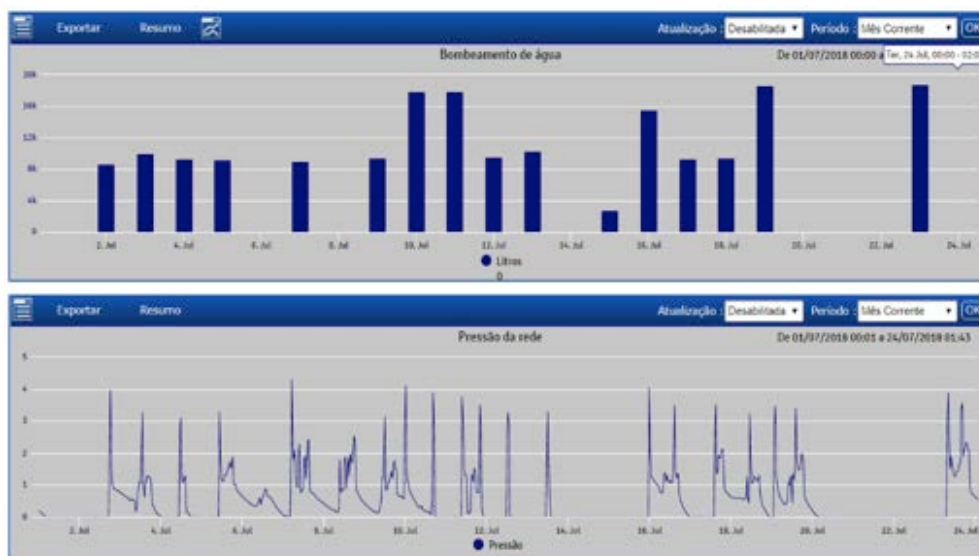


Figura 05 – Tela da interface web

RESULTADOS OBTIDOS

Com a instalação das 30 UACB, a captação aumentou consideravelmente. As Figuras 06 e 07, abaixo, mostram a captação por mês e o retorno econômico por mês até outubro de 2018. Pode ser constatado que houve uma captação total de 4.175.000 de litros de água. Somadas a do protótipo, o projeto reutilizou 4.735.310 litros de água, obtendo um retorno econômico no valor de R\$ 94.426,50.

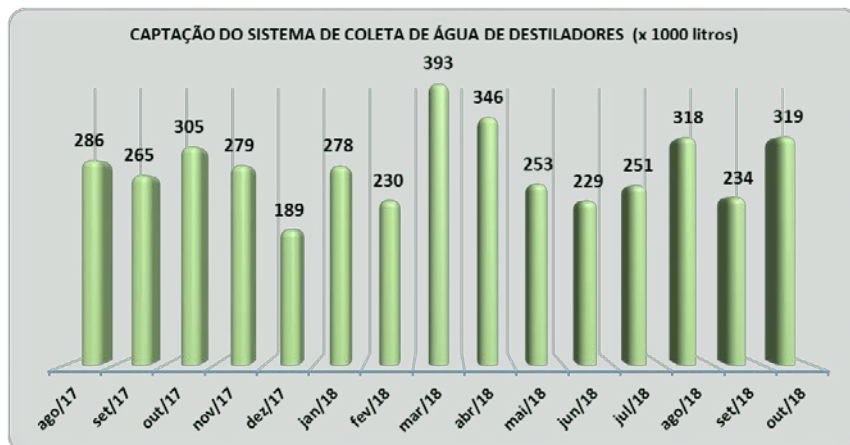


Figura 06 - Captação do sistema de coleta de água de destiladores

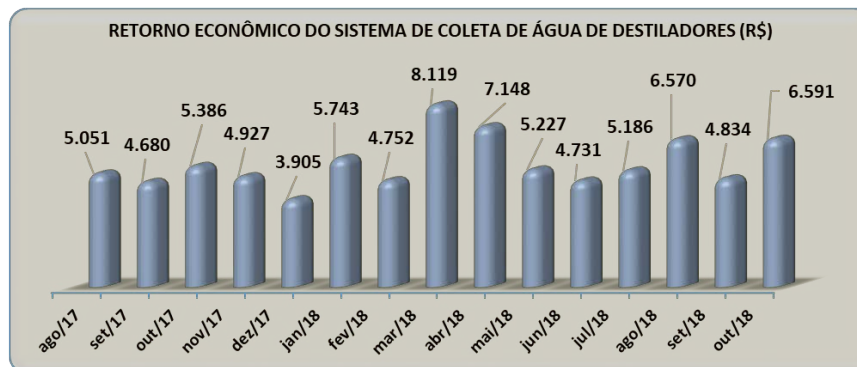


Figura 07 - Retorno econômico do sistema de coleta de água de destiladores

Outro resultado a ser destacado diz respeito a comparação da análise da qualidade da água captada com a água do sistema de abastecimento do CCS. A primeira análise foi feita em setembro de 2015 pelo Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF) e comparou a concentração de Cloro Livre Residual entre a água de abastecimento do CCS (amostra P) com a água na saída do destilador (amostra D) por meio do método iodométrico (**Figura 08**). Em agosto de 2017 outra análise foi feita no Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) no Laboratório de Química Analítica Quantitativa. As amostras foram coletadas de acordo com a NBR 9898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores). As análises foram feitas em triplicata. As três amostras de água de abastecimento foram obtidas em uma torneira do Laboratório de Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias (Bloco G, subsolo, prédio do CCS). As três amostras de água de reuso foram obtidas dos reservatórios do Sistema de Reuso após 21 meses de operação. Todos os resultados comprovaram a potabilidade da água coletada, segundo o Anexo XX da portaria de consolidação Nº 05 de out/2017 (**Tabela 01**).

mgCl ₂ /L amostra P = 2,13 ppm
mgCl ₂ /L amostra D = 2,079 ppm
Faixa de Cloro Residual Livre preconizado pela Portaria MS 2.914: de 0,2 a 2,0 ppm.

Figura 08 – Resultado da comparação do Cloro Residual Livre

Tabela 01 – Resultado da análise da qualidade da água captada

Parâmetro	V.M.P (MS 2914)	Resultado H ₂ O abastecimento	Resultado H ₂ O reuso
Ferro	0,3 mg/L	0,36 mg/L	0,28 mg/L
Dureza Total	500 mg/L	21,4 mg/L	21,1 mg/L
Cloro Livre	5,0 mg/L	4,8 mg/L	4,6 mg/L
Sólidos Dissolvidos Totais	1000 mg/L	74,2 mg/L	63,8 mg/L
Coliformes Totais	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL

Considerando apenas o período no qual o projeto operou por completo, captando a água dos 39 destiladores, a média de reaproveitamento mensal representa em entorno de 2,5% do total de água consumido pelo CCS. O consumo de energia para operar o projeto é, em média, 84KWh por mês, o que significa menos de 0,001% do total consumido pelo centro (1.200.000 KWh/mês).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados comprovam que os cem destiladores instalados nos laboratórios de pesquisa no prédio do CCS descartam uma grande quantidade de água e esse desperdício vem ocorrendo desde a instalação do primeiro destilador há pelo menos 50 anos. Embora todos soubessem desse fato, nada de concreto foi feito para se resolver o problema. No entanto, esse projeto tornou-se inovador e sem paralelo em sua escala de atuação ao captar e reaproveitar a água descartada de uma forma inteligente e diminuindo os custos para os cofres públicos.

Além disso, as análises provaram a potabilidade da água coletada. Portanto, não há somente água sendo desperdiçada, mas água potável, que representa 0,003% da água doce disponível no planeta. Consequentemente, o resultado do projeto estabelece um novo paradigma na utilização de água para a produção de água destilada nos laboratórios de pesquisa e produção de medicamentos, que deveria levar a uma maior reflexão e discussão no âmbito da comunidade universitária e da administração pública.

CONCLUSÕES – RECOMENDAÇÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O projeto é inovador por ter idealizado a Unidade Autônoma de Captação de Bombeamento – UACB, que executa a sua função silenciosamente e de forma quase invisível às atividades dos laboratórios, a um custo baixo. Além disso, o projeto foi construído em uma escala jamais vista, sendo assim, não há precedentes na literatura que registrem a captação e a utilização de água potável na qualidade, na forma e na quantidade alcançadas pelo projeto.

Ao comprovar a potabilidade da água, o projeto foi ousado em utilizar a água captada em um sistema fechado, completamente inédito.

O projeto se tornou extremamente importante para o CCS/UFRJ por mostrar que o desperdício de água pode ser combatido com ações que levam a sustentabilidade, diminuindo o impacto do desenvolvimento humano no meio ambiente. Além disso, por sua baixa complexidade, o projeto pode ser replicado em outras universidades que utilizam destiladores em seus laboratórios de pesquisa.

Outrossim, a UFRJ e outras universidades deveriam considerar a construção de salas de água, onde os destiladores ficariam concentrados. Essa medida diminuiria em muito o custo do projeto, visto que uma UACB pode captar a água de quatro destiladores.

Sendo assim, é recomendável que a União, não somente invista recursos para o término da captação dos sessenta destiladores que ficaram fora dessa primeira etapa do projeto, como também, possa incentivar que outras universidades adotem essa solução para cessar o desperdício de água potável por meio de destiladores, visto que o investimento tem retorno certo.

Ademais, sugere-se que haja uma revisão do Anexo XX da portaria de consolidação Nº 05 de out/2017, pois, esse tipo de água não se encaixa em nenhuma das definições de reuso potável, porque não foi encontrada degradação da qualidade da água coletada em nenhum ponto do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Lei 6.938/81-Brasília. Disponível no site: http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsulegis_03.pdf, Acesso em 30/set/2018.
2. CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357/2005.
3. FIESP, Conservação e reuso de águas em edificações (2005). <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/conservacao-e-reuso-de-aguas-em-edificacoes-2005/>. Acesso em 30/mar/2019.
4. FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. Curso de direito ambiental brasileiro. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
5. http://historiadaagua.ana.gov.br/livro_historia_agua.pdf, acesso em 22/set/2018.
6. <https://site-antigo.socioambiental.org/esp/agua/pgn/>, acesso em 22/set/2018.
7. <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p>, acesso em 30/03/2019.
8. ILHA, M. S. O.; OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M.: Sistemas de medição individualizada de água: como determinar as vazões de projeto para a especificação dos hidrômetros? - Scielo.br - 2010
9. JACOB, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Disponível no site: <http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>, acesso em 01/out/2018.
10. LENZA, Pedro. Direito Constitucional Esquematizado. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
11. MS, Ministério da Saúde. Anexo XX da portaria de consolidação Nº 05 de out/2017.