

I – 1008 – ANÁLISE DE PERDAS DE ÁGUA EM ETA ATRAVÉS DE PLANILHA ELETRÔNICA DE BALANÇO HÍDRICO

Isabel Cristina Lima Freitas⁽¹⁾

Tecnóloga em Processos Químicos. Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental (IFCE).

Maria Verônica Lopes Rocha⁽²⁾

Tecnóloga em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (CENTEC). Especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos (IFCE).

Ana Beatriz Mendonça Sousa⁽³⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista (UNIFANOR).

Juliana de Amorim Pires Campos⁽⁴⁾

Engenharia Ambiental e Sanitária (UNIFOR)

Endereço⁽¹⁾: Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. Rua Av. Dr. Lauro Vieira Chaves, 1030 – Vila União CEP: 60.422-901 | Fortaleza – CE – Brasil – Tel: (85) 31011875 – e-mail: isabel.freitas@cagece.com.br

RESUMO

O acesso à água potável e o saneamento básico são fundamentais para a saúde da população e o desenvolvimento sustentável. No entanto, existe o desafio de suprir a necessidade de água diante do aumento da demanda com a escassez dos recursos hídricos, que apresentam baixa qualidade da água bruta, dificultando o processo de tratamento para atingir os padrões de potabilidade exigidos. No Brasil, a lei 14.026/20 foi aprovada com o objetivo de estruturar um ambiente de segurança jurídica, competitividade e sustentabilidade para atrair novos investimentos para a universalização e qualificação da prestação de serviços de saneamento básico. Uma das principais metas estabelecidas é a redução de perdas e melhoria dos processos de tratamento. Conforme o diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto divulgados pelo Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2018), o Brasil possui uma média de 38,5% de perdas na distribuição, sendo o Norte e Nordeste responsáveis pelos maiores percentuais. Em relação às perdas na produção nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), não há muitas informações, especialmente em relação aos valores recomendados para os processos de tratamento, como lavagem de filtros e decantadores, levando em consideração as particularidades de cada sistema. Isso mostra a necessidade de estudar e implementar ferramentas que permitam o melhor gerenciamento dos volumes de água dentro das ETAs, gerem indicadores de desempenho, subsidiem o planejamento e avaliem a confiabilidade das informações. Dessa forma, este trabalho desenvolveu uma planilha eletrônica para realizar a avaliação do balanço hídrico das ETA's. A planilha de balanço hídrico proposta pode ajudar a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) a gerenciar melhor os volumes de água nas ETAs e a reduzir as perdas na produção e distribuição de água.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Água, Balanço Hídrico, Perdas de Água.

INTRODUÇÃO

A importância da água para a vida na Terra demanda de todos um olhar responsável para o cuidado com seu uso e conservação da qualidade e quantidade necessárias para manutenção das condições de desenvolvimento e sustentabilidade no planeta. O acesso à água potável de qualidade para todos deve ser garantido e esses recursos devem ser gerenciados de maneira inteligente para o desenvolvimento sustentável (Unesco, 2020).

O tratamento da água e elaboração de medidas que garantam acesso à água potável e tudo que implica o saneamento básico, configuram-se fundamentais para a saúde da população e o desenvolvimento sustentável. Contudo, existe o desafio de suprir a necessidade de água diante de um cenário de aumento da demanda com escassez dos recursos hídricos que apresentam baixa qualidade da água bruta, dificultando o atingimento dos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria de Consolidação nº05/2017 MS no processo de tratamento.

Um dos assuntos mais discutidos em fóruns e conferências ambientais do mundo, principalmente pela Organização das Nações Unidas (ONU), é a problemática da escassez hídrica. Diante disso, a água passou a

ser o bem mais precioso, principalmente em regiões de clima árido e semiárido, que deve ser cuidada para evitar a falta para o abastecimento das cidades e, com isso, tornou-se um desafio para as companhias de saneamento evitar quaisquer perdas na produção ou distribuição de água.

Especialmente no Brasil, com a tentativa de oferecer dignidade a todos brasileiros, o marco legal do saneamento aprovado pela lei 14.026/20 tem como objetivo estruturar um ambiente de segurança jurídica, competitividade e sustentabilidade a fim de atrair novos investimentos para a universalização e qualificar a prestação de serviço no setor. Uma das principais metas estabelecida é a redução de perdas e melhoria dos processos de tratamento sendo assim um dos motivos importantes para a idealização desse artigo.

Conforme o diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto divulgadas pelo Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2018) o Brasil possui uma média de 38,5% de perdas na distribuição, sendo o Norte e Nordeste responsáveis pelos maiores percentuais, com 55,5% e 46% respectivamente.

O estado do Ceará, em 2020 apresentou uma perda de 42,97% em sua produção, ou seja, a cada 100 litros produzidos, 42 litros não chegam à população (G1, 2021). Ao se tratar de perdas na produção em Estações de Tratamento de Água não se tem muitas informações, principalmente no que se refere a valores recomendados quanto aos processos inerentes ao tratamento, tais como lavagem de filtros e decantadores, tendo em vista as particularidades de cada sistema. Isso mostra a necessidade de estudar e implementar ferramentas que proporcionem o melhor gerenciamento dos volumes de água dentro das estações de tratamento, que possibilitem gerar indicadores de desempenho, subsidiar o planejamento e avaliar a confiabilidade das informações.

Assim, o presente trabalho propõe uma planilha de balanço hídrico que possibilite facilitar a gestão no processo de tomada de decisão sobre as inconsistências de volumes nas estações de tratamento de água (ETAs).

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise de volumes proposta para as Estações de Tratamento de Água é segmentada três etapas de Avaliação de Consistência, são elas:

- Avaliação entre Volume Bruto e Volume Produzido
- Avaliação entre Volume Produzido e Volume Produzido para Comercialização
- Avaliação entre Volume Produzido para Comercialização e Volume Distribuído

Cálculo do Balanço Hídrico

O balanço hídrico dos sistemas deve ser realizado considerando as entradas e saídas de cada avaliação de consistência e o erro associado de medição de $\pm 2,00\%$. Conforme equações abaixo:

$$\text{Balanço Hídrico do SAA} = \text{Volume Entrada} - \text{Volume de Saída} + \text{Perdas Autorizadas}$$

- Valores dos Volumes de Entrada

$$\text{Valor Máximo Permitido Entrada} = \text{Volumes de Saída} * 1,02 + \text{Perdas Autorizadas}$$

$$\text{Valor Mínimo Permitido Saída} = \text{Volumes de Saída} * 0,98 + \text{Perdas Autorizadas}$$

- Valores dos Volumes de Saída

$$\text{Valor Máximo Permitido Saída} = \text{Volumes de Entrada} * 1,02 - \text{Perdas Autorizadas}$$

$$\text{Valor Mínimo Permitido Saída} = \text{Volumes de Entrada} * 0,98 - \text{Perdas Autorizadas}$$

Status da Avaliação de Consistência de Volumes

Durante a avaliação da consistência de Volumes, os dados precisam obedecer às seguintes condições:

- Volume Mín. Permitido Entrada < Volume Entrada < Volume Máx. Permitido Entrada

- Volume Mín. Permitido Saída < Volume Saída < Volume Máx. Permitido Saída

O status da Avaliação de Consistência é atribuído de acordo com as condições acima.

- Dados Consistentes: quando os dados seguem as condições obrigatórias simultaneamente.
- Dados Inconsistentes: quando os dados não seguem alguma das condições obrigatórias.
- Corrigir: Sempre que o Volume de Saída > Volume de Entrada.

Abaixo seguem as descrições dos volumes que precisam ser considerados em cada uma das avaliações de consistência

Avaliação da Consistência Volume Bruto – Volume Produzido

A diferença entre o volume bruto e produzido deve ser sempre o somatório de drenagem e descarga das unidades operacionais da ETA.

Avaliação da Consistência Volume Produzido – Volume Produzido para Comercialização

A diferença entre o Volume Produzido e Volume Produzido para Comercialização deve ser sempre o somatório de Serviços Gerais, Descarga de Reservatórios e Lavagens das unidades operacionais da ETA.

Avaliação da Consistência Volume Produzido para Comercialização – Volume Distribuído

A diferença entre o VPC e o Volume Distribuído deve ser sempre referente ao somatório dos volumes Tratado Importado e Tratado Exportado.

RESULTADOS

As tabelas a seguir representam as abas da planilha de balanço hídrico com a avaliação de inconsistências de volumes entre o volume bruto e volume produzido, volume produzido e volume produzido para comercialização e entre volume produzido para comercialização e volume distribuído, a fim de identificar as possíveis inconsistências de volumes nas estações de tratamento, possibilitando a reanálise, justificativas ou correção de informações quando necessário.

Vol. Bruto – Vol. Produzido										
Competência	SAA	Volume Bruto	Valor Máximo Admissível	Valor Mínimo Admissível	Volume Produzido	Valor Máximo Admissível	Valor Mínimo Admissível	Vol. Bruto – Vol. Produzido	Drenagem + Descarga	Situação
10/2022	SAA 01	2.189,20	2.232,98	2.145,42	2.189,20	2.232,98	2.145,42	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 02	14.546,00	14.836,92	14.255,08	14.546,00	14.836,92	14.255,08	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 03	28.204,00	28.768,08	27.639,92	28.204,00	28.768,08	27.639,92	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 04	3.891,00	3.968,82	3.813,18	3.891,00	3.968,82	3.813,18	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 05	22.720,00	22.177,28	21.314,84	21.560,86	22.989,20	22.080,40	1.159,14	185,20	DADOS INCONSISTENTES
10/2022	SAA 06	4.800,00	4.896,00	4.704,00	4.800,00	4.896,00	4.704,00	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 07	45.382,72	41.784,30	40.181,01	40.082,10	45.389,82	43.574,51	5.300,62	900,56	DADOS INCONSISTENTES
10/2022	SAA 08	40.537,79	38.716,68	37.246,08	36.764,78	40.131,95	38.510,43	3.773,01	1.216,60	DADOS INCONSISTENTES
10/2022	SAA 09	84.034,13	85.662,82	82.405,44	81.434,72	83.115,40	79.754,04	2.599,41	2.599,41	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 10	985.598,00	955.532,74	918.096,00	935.918,60	1.004.414,19	964.990,27	49.679,40	895,77	DADOS INCONSISTENTES
10/2022	SAA 11	26.484,00	25.496,92	24.499,90	24.925,72	26.940,99	25.881,63	1.558,28	72,69	DADOS INCONSISTENTES
10/2022	SAA 12	161.366,51	153.793,58	147.852,92	148.516,61	162.287,20	155.832,54	12.849,90	2.306,64	DADOS INCONSISTENTES

Vol. Produzido – VPC										
Competência	SAA	Volume Produzido	Valor Máximo Admissível	Valor Mínimo Admissível	VPC	Valor Máximo Admissível	Valor Mínimo Admissível	Vol. Produzido – VPC	Vol. de Lavagem + Serviços Gerais	Situação
10/2022	SAA 01	2.189,20	2.232,98	2.145,42	2.189,20	2.232,98	2.145,42	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 02	14.546,00	14.836,92	14.255,08	14.546,00	14.836,92	14.255,08	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 03	28.204,00	28.768,08	27.639,92	28.204,00	28.768,08	27.639,92	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 04	3.891,00	3.968,82	3.813,18	3.891,00	3.968,82	3.813,18	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 05	21.560,86	21.982,47	21.139,25	21.080,46	21.511,68	20.649,24	480,40	480,40	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 06	4.800,00	4.895,98	4.704,02	4.799,00	4.895,00	4.703,00	1,00	1,00	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 07	40.082,10	40.846,00	39.318,20	38.195,10	38.996,74	37.393,46	1.887,00	1.887,00	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 08	36.764,78	37.444,23	36.085,33	33.972,65	34.707,95	33.237,35	2.792,13	2.792,13	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 09	81.434,72	82.953,94	79.915,50	75.961,10	77.589,79	74.332,41	5.473,62	5.473,62	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 10	935.918,60	954.464,08	917.373,12	927.274,19	945.992,56	908.555,82	8.644,41	8.644,41	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 11	24.925,72	25.400,00	24.451,44	23.714,00	24.212,51	23.215,49	1.211,72	1.211,72	DADOS CONSISTENTE
10/2022	SAA 12	148.516,61	151.391,54	145.641,68	143.746,51	146.716,84	140.776,18	4.770,10	4.770,10	DADOS CONSISTENTE

VPC - VDIS											
Competência	SAA	VPC	Valor Máximo Admissível	Valor Mínimo Admissível	VDIS	Valor Máximo Admissível	Valor Mínimo Admissível	VPC - VDIS	Somatório Tratado Exportado	Somatório Tratado Importado	Situação
10/2022	SAA 01	2.189,20	2.232,98	2.145,42	2.189,20	2.232,98	2.145,42	0,00	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 02	14.526,00	20.809,00	20.009,00	20.000,00	14.407,52	13.826,48	-5.474,00	409,00	0,00	CORRIGIR
10/2022	SAA 03	28.204,00	28.768,08	27.639,92	28.204,00	28.768,08	27.639,92	0,00	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 04	3.891,00	3.968,82	3.813,18	3.891,00	3.968,82	3.813,18	0,00	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 05	21.080,46	21.406,15	20.586,69	20.986,42	21.502,07	20.688,85	94,04	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 06	4.799,00	4.894,98	4.703,02	4.799,00	4.894,98	4.703,02	0,00	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 07	38.195,10	39.128,16	37.262,04	46.653,10	47.417,00	45.889,20	-8.458,00	0,00	8.458,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 08	33.972,65	34.508,46	33.436,84	26.790,63	27.470,08	26.111,18	7.182,02	7.182,02	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 09	75.961,10	75.518,03	72.612,57	72.636,30	76.051,32	73.012,88	3.324,80	1.429,00	0,00	DADOS INCONSISTENTES
10/2022	SAA 10	927.274,19	797.504,85	766.346,55	778.957,70	942.851,67	905.760,71	148.316,49	2.988,00	0,00	DADOS INCONSISTENTES
10/2022	SAA 11	23.714,00	23.993,46	23.052,54	23.523,00	24.188,28	23.239,72	191,00	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES
10/2022	SAA 12	143.746,51	146.843,06	140.123,72	142.983,39	146.621,44	140.871,58	763,12	0,00	0,00	DADOS CONSISTENTES

No presente trabalho obteve-se a amostragem de dados reais, referentes às perdas ocorrentes dentro das estações de tratamento de água e que ultrapassam os volumes utilizados para lavagem, drenagem e descarga dos filtros, decantadores e floculadores, configurando assim uma perda que não é inerente ao tratamento e que antes era invisível.

Esta verificação foi realizada em três abas, volume bruto menos volume produzido (VOL.BRUTO – VOL. PRODUZIDO), volume produzido menos volume produzido para comercialização (VOL. PRODUZIDO - VPC) e volume produzido para comercialização menos volume distribuído (VPC – VDIS). No cálculo de diminuição, os volumes de referência são acrescidos em 2% para mais e para menos para obtenção do erro aceitável.

Na aba VOL.BRUTO – VOL. PRODUZIDO, a planilha calculou a diferença entre os dois volumes, que mesmo considerando a margem de erro, é esperado que os resultados encontrem-se próximo ao volume que é utilizado nos processos de drenagens e descargas de filtros, decantadores e floculadores. Já na aba VOL. PRODUZIDO – VPC, espera-se que a diferença entre os dois volumes com a margem de erro, esteja próximo dos volumes de lavagem de filtros, decantadores e floculadores somado ao volume utilizado para os serviços de manutenção dos sistemas (serviços gerais). E na aba (VPC – VDIS), no cálculo da diferença entre os dois volumes, pressupõe-se que os resultados encontrem-se próximos aos volumes exportados do sistema (volume de abastecimento de caminhão-pipa e outros).

Com base nos resultados obtidos, a planilha de balanço hídrico demonstra a situação dos dados que podem ser: “Dados consistentes”, “Dados Inconsistentes” ou “Corrigir”.

Na situação “Dados consistentes” demonstra que a água perdida entre os volumes de referência, representa o que é gasto no processo de tratamento da etapa correspondente. E portanto, não há inconsistências ou perdas no sistema.

Para a situação “Dados inconsistentes” na planilha, demonstra existência de incoerências ou perdas que não fazem parte do processo e que os dados iniciais precisam ser verificados, assim como as condições estruturais das ETAs.

Porém, quando o somatório dos volumes de saída é superior aos volumes de entrada da ETA, a planilha apresenta a situação “Corrigir”, demandando a verificação e correção dos dados de volumes tendo em vista incongruência nas informações.

CONCLUSÕES

Nos sistemas de abastecimento de água, onde ocorre o processo de tratamento visando adequar a água bruta de mananciais aos padrões de potabilidade exigidos, possuem diversas etapas que ocasionam inevitavelmente perdas hídricas com o intuito de cumprir suas atividades.

Os volumes gastos no processo de tratamento são essenciais para atingir a qualidade exigida para a distribuição, variando entre sistemas e situação meteorológica durante o ano. Contudo, são indispensáveis as ações de verificação e manutenção rotineiramente nos sistemas, a fim de evitar perdas através de vazamentos em registros de vedação, atualizações das estimativas de vazão de filtros, decantadores, floculadores, além da calibração de equipamentos de medição dentro das ETAs.

Após alimentar todos os volumes das ETAs na Planilha de balanço hídrico obteve-se os cálculos das diferenças de volumes entre as etapas de tratamento, permitindo assim, visualizar onde ocorrem inconsistências, configurando-se uma ferramenta facilitadora para a gestão dos dados a fim de desencadear ações de combate as perdas dentro das ETAs.

Conclui-se que a planilha de balanço hídrico nas ETAs contribui para visualização das perdas de água antes não vistas, influenciando na redução de inconsistências de volumes, nas ações mitigadoras para o uso racional dos recursos hídricos e na redução de custos com água bruta.

Recomenda-se ainda, a definição de indicador para identificação e quantificação das perdas que não são inerentes ao processo de tratamento de água nas estações, a fim de subsidiar a gestão nas tomadas de decisões referentes a resolução da problemática e na otimização do uso da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de Água. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. ANEXO XX da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde de 03 de outubro de 2017. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Origem: PRT MS/GM 2914/2011). Diário Oficial da República da União, Poder Executivo: Brasília, DF, 2017.
3. UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - Sustentabilidade da água doce. Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/water-resources-brazil>. Acesso em: 08 nov. 2022.
4. No texto: Unesco, 2020.
5. G1. CEARÁ perde 42% de toda a água distribuída, aponta estudo. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2021/06/22/ceara-perde-42percent-de-toda-a-agua-distribuida-aponta-estudo.ghtml>. Acesso em: 08 nov. 2022.
6. SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. 2018. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf. Acesso em: 08 nov. 2022.