

Geama

Revista GEAMA – Ciências Ambientais e Biotecnologia
Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology
ISSN: 2447-0740

5

2

Série histórica das perdas nos sistemas de abastecimento de água dos municípios do Sertão pernambucano

Historical analysis of losses in the water supply systems of the Sertão municipalities of Pernambuco

Caroline Cordeiro Costa e Silva¹, Bianca Mirela Silva do Nascimento¹, Rodrigo Cândido Passos Silva², Valmir Cristiano Marques de Arruda¹, Rosângela Gomes Tavares¹

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Recife, Brasil

² Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Civil, Recife, Brasil

Todos autores contribuíram de forma igualitária

Contato: rosangelagtavares@gmail.com

Palavras-Chave

gestão de recursos hídricos
abastecimento de água
perdas de água
sertão

RESUMO

As perdas de água é um dos temas de interesse da gestão sustentável de recursos hídricos. Desta forma, o presente artigo faz uma avaliação temporal (2008 a 2017) das perdas do sistema de abastecimento de água dos municípios da mesorregião do Sertão de Pernambuco. Para tanto, foram utilizados os Índices de Micromedição (IM), de Perdas no Faturamento (IPF) e de Perdas de Água (IPA) com base nos meses representativos de inverno (junho) e verão (dezembro). Os dados foram fornecidos pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa). Os resultados apontaram um aumento do IM e uma redução do IPF e do IPA ao longo do período estudado. Ademais, notouse que no verão o IPA foi superior no verão (28,35%) do que no inverno (27,60%), fato preocupante devido às longas estiagens características destas áreas, ao baixo volume útil dos mananciais e ao elevado consumo de água pela população devido ao calor. Embora as perdas de água no Sertão tenham sido inferior à realidade de alguns municípios brasileiros, a continuidade de medidas gerenciais, como investimentos e monitoramento da rede de abastecimento, é crucial para reduzir progressivamente as perdas de água e aumentar o desempenho do sistema de abastecimento.

Key-word

management of water
resources
water supply
losses
sertão

ABSTRACTS

Water losses are one of the topics of interest for the sustainable management of water resources. In this way, the present article makes a temporal evaluation (2008 to 2017) of the losses of the water supply system of the municipalities of the Sertão de Pernambuco mesoregion. For this, the Micromediation (IM), Loss in Billing (IPF) and Water Loss (IPA) Indices were used based on the representative months of winter (June) and summer (December). The data were provided by Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa). The results showed an increase in MI and a reduction of IPF and IPA over the study period. In addition, it was noted that the percentages of water losses were higher in the summer (IPA = 28.35%) than in the winter (IPA = 27.60%), a cause of concern due to the long droughts characteristic of these areas, the low volume water consumption by the population due to the heat. Although water losses in the Sertão have been lower than the reality of some Brazilian municipalities, the continuity of management measures, such as investments and monitoring of the supply network, is crucial to progressively reduce water losses and increase the performance of the supply system.

Informações do artigo

Recebido: 29 abril, 2019

Aceito: 22 julho, 2019

Publicado: 30 agosto, 2019

Introdução

A sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água é um dos temas que permeiam a agenda dos eventos internacionais acerca da gestão de recursos hídricos (SAMIR et al., 2017). Dentre as várias temáticas abordadas, a perda de água é tida como um dos principais assuntos de interesse tanto para os pesquisadores da área quanto para os gestores municipais, sobretudo por retratar a qualidade do serviço prestado (ANUNCIACÃO, 2017).

Diante do cenário de escassez de água vivenciado por muitos municípios (ZYOUND et al., 2016), dos elevados níveis de poluição dos mananciais (ANDRADE SOBRINHO; BORJA, 2016) e da crescente demanda de recursos hídricos pela população (VAN DEN BERG, 2015; KUSTERKO et al., 2018), é imperativo abordar sobre o tema em questão, principalmente em localidades com pouca disponibilidade deste recurso, como é o caso das áreas semiáridas.

As perdas podem ocorrer em todas as etapas do sistema de abastecimento de água, desde a captação até a distribuição, entretanto a magnitude dessas perdas depende de cada unidade (SILVA; PÁDUA; BORGES, 2016). Estas são classificadas em perda real e aparente (AL-WASHALI et al., 2018). A primeira, também chamada de física, se refere à quantidade de água que vaza das tubulações das redes de abastecimento, oriundas de vazamentos, quebras de tubulações conhecidas, dentre outras (DUTRA; OLIVEIRA, 2017). Já a segunda, também chamada de comercial, refere-se ao consumo de água sem medição efetiva, ou seja, aquela que chega ao consumidor sem ser registrada na conta. Os principais casos das perdas aparentes são: imprecisão do medidor do cliente; consumo não autorizado, como furto, *bypass* do medidor, conexões ilegais, uso indevido de hidrantes; erro de leitura do medidor, dentre outros (RIOS et al., 2014).

Segundo Azevedo e Saurin (2018), todos os sistemas de abastecimento de água possuem perdas, sobretudo por carecer de manutenção periódicas. Sendo assim, os índices de perdas variam por municípios, a depender de fatores socioeconômicos, legal, operacional e técnico do próprio sistema. Por isto, é comum o estabelecimento de níveis mínimos de aceitação para os quais as concessionárias devem adequar-se (OCIEPA-KUBICKA; WILCZAK, 2017).

Os países subdesenvolvidos e em desenvolvimento são os que apresentam os maiores percentuais de perdas de água, com valores superiores a 50%, como relata os estudos realizados por XIN et al. (2014) e por Kadu e Dighade (2015). No Brasil, este índice vem crescendo nos últimos anos, sendo de 36,9% em 2012, 37% em 2013, 36,7% em 2014 e 38,5% em 2016 (SNIS, 2016), valores superiores à média dos países desenvolvidos (20%).

As perdas de água no território nacional são heterogêneas, sendo maiores nas Regiões Norte (47,3%) e Nordeste (46,3%). Para Cambrinha e Fontana (2015) este cenário é preocupante, sobretudo para os municípios nordestinos, devido às características geográficas e climáticas (áreas semiáridas) nos quais estão submetidos.

Dentre os estados da Região Nordeste, Pernambuco se destaca por apresentar um dos mais elevados percentuais, com valor em torno de 53% (SNIS, 2016). Já na Região Metropolitana de Recife (RMR) este valor foi de 56% em 2017 (CUNHA et al., 2019).

Diante disto, é fundamental o diagnóstico das perdas nos sistemas de abastecimento de água, sobretudo para propor soluções adequadas e eficientes que diminuam esta problemática e aumente o desempenho operacional do sistema. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo avaliar os dados históricos de perdas nas redes de distribuição de água potável dos municípios do Sertão de Pernambuco.

Material e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi realizado nos municípios do Sertão de Pernambuco (Quadro 1), os quais estão localizados no Nordeste do Brasil (Figura 1).

Esta mesorregião possui população residente estimada para 2018 de 1.067.365 habitantes (IBGE, 2018), sendo a população abastecida em 2017 de 778.894 habitantes (COMPESA, 2017).

Também possui área de 37.894,13 km², Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) médio de 0,60, Produto Interno Bruto (PIB) médio municipal de R\$ 215.361.709,00 e renda média municipal de R\$ 754.302.230,00 (IBGE, 2018).

Quadro 1. Municípios do Sertão pernambuco agrupados em microrregiões

Microrregiões	Municípios
Araripina	Araripina; Bodocó; Exu; Granito; Ipubi, Moreilândia; Ouricuri; Santa Cruz; Santa Filomena e Trindade.
Salgueiro	Cedro; Mirandiba; Parnamirim; Salgueiro; São José do Belmonte; Serrita e Verdejante.
Pajeú	Afogados da Ingazeira; Brejinho; Calumbi; Carnaíba; Flores; Igaraci; Ingazeira; Itapetim; Quixaba; Santa Cruz da Baixa Verde; Santa Terezinha ; São José do Egito; Serra Talhada; Solidão; Tabira; Triunfo e Tuparetama.
Sertão do Moxotó	Arcoverde; Betânia; Custódia; Ibirimir; Inajá; Manari e Sertânia.

Fonte: IBGE (2018)

Figura 1. Localização dos municípios do Sertão de Pernambuco



Fonte: IBGE (2018)

O Sertão apresenta baixos índices pluviométricos durante o ano, quando comparado com outras mesorregiões de Pernambuco, variando de 400 a 500 mm nos meses mais chuvosos e de 0 a 10 mm nos meses mais secos. Assim, as secas são muito severas e frequentes, sendo um fator limitador do desenvolvimento econômico e social da região (CAMBRAINHA; FONTANA, 2015).

A Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) é a concessionária que gerencia a prestação do abastecimento de água em Pernambuco, sendo a Diretoria Regional do Interior (DRI) responsável pelo atendimento do serviço nos municípios do Sertão (Figura 2).

Figura 2. Diretorias responsáveis pelo abastecimento em Pernambuco



Fonte: Compesa (2017)

Definição dos indicadores

A série histórica das perdas nos sistemas de abastecimento de água dos municípios do Sertão foi realizada em um período de 10 anos (2008 a 2017), com base nos dados dos meses de junho e dezembro, por serem os meses representantes das duas principais estações do ano nesta mesorregião: inverno e verão, respectivamente. Estas informações foram fornecidas pela Compesa, por meio de relatórios mensais do Sistema de Informações Operacionais (SIP) conforme o tempo do estudo.

Os municípios de Inajá e de Santa Terezinha foram retirados da pesquisa, por não serem abastecidos pela Compesa e devido à indisponibilidade de informações no período do estudo, respectivamente.

Os indicadores (Quadro 2) utilizados no estudo foram: Índice de Micromedição (IM), Índice de Perdas no Faturamento (IPF) e o Índice de Perdas de Água (IPA), conforme proposto por Biasutti e Coelho (2019) e validado por Pertel, Azevedo e Volschann Júnior (2016), por Andrade Sobrinho e Borja (2016) e por Santos e Montenegro (2014).

Quadro 2. Indicadores de perdas de água

ID	Definição	UN	Fórmula
IPA	Perda de água produzida que não chega ao consumidor final	%	$IPA = \frac{VD - [CM + (CE \times K)]}{VD} \times 100$
IPF	Perda de água consumida que não é contabilizada pela prestadora do serviço.	%	$IPF = \frac{VD - VF}{VD} \times 100$
IM	Água contabilizada nos medidores de vazão, para consumo da população	%	$IM = \frac{CM}{CT} \times 100$

Legenda: ID – Indicador, UN – Unidade, VD – Volume distribuído (m³), CM – Consumo medido (m³), CE – Consumo estimado (m³), K – Coeficiente de correção de volume consumido estimado (1,8), VF – Volume faturado (m³), CT – Consumo total (m³).

Estes são alguns dos indicadores utilizados pela Compesa para o monitoramento do serviço prestado. É importante ressaltar que as fórmulas utilizadas seguem a base de cálculo utilizada pela Compesa (2017).

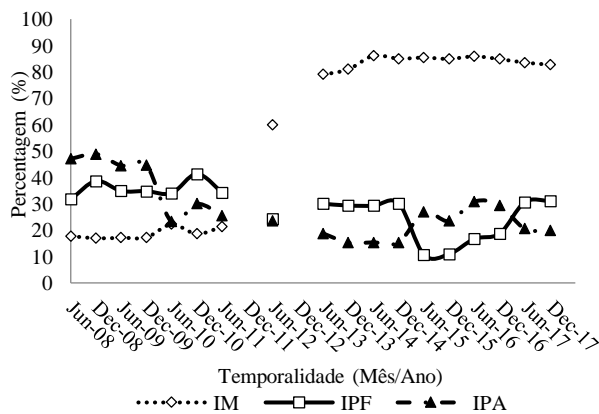
Cada indicador foi obtido com base na média aritmética dos municípios abrangidos pela mesorregião, considerando o período de realização da pesquisa e contemplando todas as gerências responsáveis pelo abastecimento em cada município. O mês de dezembro nos anos de 2011 e 2012 não foi analisado, uma vez que os dados não foram disponibilizados nos relatórios avaliados.

Resultados e Discussões

Os dados operacionais de perdas nos sistemas de abastecimento de água dos municípios do Sertão de Pernambuco, referentes aos anos de 2008 a 2017, estão apresentados na Figura 3.

Verificou-se neste período um aumento do número de residências atendidas por este serviço (IM), sendo os valores mínimo (dezembro de 2008), médio e máximo (junho de 2014) de 16,91%, 57,18% e 86,10% respectivamente. Ademais, notou-se uma tendência na diminuição da perda de água faturada (IPF) ao longo dos anos, saindo de 38,63% em dezembro de 2008 para 31,07% em dezembro de 2017, sendo o valor médio de 28,40%. Da mesma forma que ocorreu com o IPF, observou-se uma redução da perda de água (IPA) nos meses de dezembro de 2008 (19,96%) a dezembro de 2017, com média em torno de 28%.

Figura 3. Série histórica (2008 – 2017) das perdas nos sistemas de abastecimento de água dos municípios do Sertão de Pernambuco.



O IM teve um crescimento significativo a partir de junho de 2011 (21,36%), seguindo neste ritmo em junho de 2012 (59,91%) e junho de 2013 (78,98%). De acordo com a Compesa, neste período foram realizados vários investimentos para a expansão do sistema e da cobertura de atendimento do serviço nesta mesorregião, fato que pode justificar esta expansão. Andrade Sobrinho e Borja (2016), ao estudarem os sistemas de abastecimento de água da Região Metropolitana de Salvador, operados pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa), notaram um aumento do IM de 87,3 para 94,8% de 2008 a 2011.

Quanto ao IPF, notou-se que no ano de 2015 foram registrados os menores percentuais do período estudado, tanto nos meses de junho (10,68%) quanto de dezembro (10,93%). Este cenário também foi observado nos estudos de Andrade Sobrinho e Borja (2016) que estudaram as perdas da rede de distribuição de água da Embasa de 2000 a 2011.

Os autores verificaram uma redução do IPF de 9,8%, correspondente a 38,2% em 2000 a 29,4% em 2011. Este valor foi influenciado pelo consumo de água pela população, o qual foi menor do que o valor mínimo de 10 m³ característico da região.

Vale ressaltar que o IPF é um indicador que fornece informações indiretas da perda de água aparente do sistema de abastecimento humano, pois relaciona o volume efetivamente consumido pelo usuário ao que não foi medido ou contabilizado, o que, conseqüentemente, implica em perda de faturamento ao prestador de serviço. Desta forma, altos percentuais de IPF apontam desvio de água não faturada pela população que podem ser por meio de erros de medição (hidrômetros inoperantes, com submedição, erros de leitura, fraudes, equívocos na calibração dos hidrômetros), ligações clandestinas, *by-pass* irregulares nos ramais das ligações, falhas no cadastro comercial, entre outras (DUTRA; OLIVEIRA, 2017).

O IPA teve um comportamento decrescente de dezembro de 2008 (48,86%) até dezembro de 2014 (15,35%). No entanto, a partir deste mês, observou-se um acentuado crescimento de junho de 2015 (26,85%) até junho de 2016 (30,86%), voltando a decrescer, chegando a 19,96% em dezembro de 2017. Andrade Sobrinho e Borja (2016) verificaram uma redução do IPA em torno de 32% de 2000 a 2011 nos sistemas da Embasa. Cambraíha e Fontana (2015), notaram altos índices de perdas de água na rede de abastecimento de áreas semiáridas de estados nordestinos como Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Dentre os motivos elencados que justificam este fato, destacam-se os investimentos direcionados para o aumento do volume de água coletada e da extensão da rede. Para os autores, a perda de água nesta região deveria ser mínima, sobretudo devido às características geográficas e climáticas, que proporcionam áreas semiáridas em vários municípios nordestinos.

Analisando a série de perdas de água em relação aos meses representativos das estações do ano, verificou-se que nos meses de dezembro (verão) os valores médios do IM (58,89%), do IPF (29,36%) e do IPA (28,35%) foram superiores aos meses de junho (inverno) para todos os índices estudados: IM (55,81%), IPF (27,62%) e IPA (27,60%). Este cenário é preocupante, haja vista que os meses mais quentes do ano são caracterizados por longas estiagens, decorrentes da falta de chuvas na região; pelo baixo volume útil dos mananciais, devido à dificuldade de reposição de água, sobretudo em áreas semiáridas como é o caso dos municípios do Sertão de Pernambuco; e pelo aumento do consumo de água pela população. Fato que pode ser observado ao analisarmos as médias do volume de água distribuída neste período, que foi superior nos meses de dezembro (78.605,74 m³) quando comparada com junho (75.422,00 m³), e do volume de água distribuída por economia (volume de água ofertado por residência), sendo inferior em dezembro (29,77 m³/economia) quando comparado ao mês de junho (31,98 m³/economia), como ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da série histórica (2008 – 2017) dos indicadores de perdas de água dos municípios do Sertão de Pernambuco.

Mês	IM	IPF	IPA	VD	VDE
Junho	55,81	27,62	27,60	75.422,04	31,98
Dezembro	58,89	29,36	28,35	78.605,74	29,77

Legenda: IM – Índice de micromedição (%), IPF – Índice de perdas no faturamento (%), IPA – Índice de perdas de água (%), VD – Volume de água distribuída (m³), VDE – Volume de água distribuída por economia (m³/economia).

Conclusão

O estudo das perdas nos sistemas de abastecimento de água dos municípios do Sertão apontou um padrão crescente do IM e decrescente do IPF e do IPA ao longo dos anos de 2008 a 2011. Também foi constatado que os percentuais de perdas de água foram maiores no verão (IPA médio de 28,35%) do que no inverno (IPA médio de 27,60%), cenário preocupante, sobretudo por estas áreas serem caracterizadas pelo longo período de estiagem, pelo baixo volume útil dos mananciais e pelo aumento consumo de água pela população, devido ao forte calor. Além disso, observa-se que mesmo ocorrendo o crescimento do IM a partir de junho/2012, as perdas (IPF e IPA) mantiveram-se abaixo de 30%.

Diante disto, medidas gerenciais devem ser tomadas de modo que reduzam progressivamente as perdas de águas nesta mesorregião. Desta forma, o contínuo monitoramento e investimento da rede de abastecimento podem ser algumas das múltiplas soluções aplicadas neste contexto, de forma que aumente o desempenho do sistema de abastecimento e a oferta de água à população que vive no Sertão de Pernambuco.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Compesa por liberar os dados para que a pesquisa fosse realizada.

Referências

- AL-WASHALI, T.M.; SHARMA, S.K.; KENNEDY, M.D. Alternative Method for Nonrevenue Water Component Assessment. **J. Water Resour. Plann. Manage.**, v.144, n. 5, 2018.
- ANDRADE SOBRINHO, R.; BORJA, P. C. Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. **Eng Sanit Ambient.**, v.21, n.4, 2016, 783-795.
- ANUNCIAÇÃO, T. S. Proposição de critérios para a hierarquização de softwares utilizados na avaliação de perdas e indicadores de desempenho em sistemas de abastecimento de água. **Revista DAE**, v. 65, n. 208, 2017, 83-87.
- AZEVEDO, B. B.; SAURIN, T. A. Losses in Water Distribution Systems: A Complexity Theory Perspective. **Water Resour Manage.**, v. 32, 2018, 2919–2936.
- BIASUTTI, S.; COELHO, E.R.C. Normatização de indicadores de perdas de água: a experiência de agências reguladoras no Brasil. **Revista DAE**, v. 67, n. 215, 2019, 17-24.
- CAMBRAINHA, G. M. G.; FONTANA, M. E. Análise da aplicação de investimentos em perdas de água no nordeste brasileiro. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, 2015, p.983-994.

- COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA). **Relatórios do Sistema de Informações Operacionais – 2008 a 2017**.
- COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA). **Relatórios do Sistema de Informações Operacionais - 2017**. 2017.
- CUNHA, C. M. T.; SOUZA, G. J.; SILVA, R. C. P.; TAVARES, R. G.; ARRUDA, V. C. M. Análise das perdas nos sistemas de abastecimento de água da Região Metropolitana de Recife. **Geama**, v. 4, n. 8, 2018, 4 - 8.
- DUTRA, R. H. A.; OLIVEIRA, A. L. Utilização de válvulas redutoras de pressão no controle de perdas em redes de abastecimento de água. **Revista DAE**, v. 65, n. 208, 2017, 122-134.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Informações socioeconômicas de Pernambuco**. IBGE Cidades. 2018. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>>. Acesso em: 14 fev. 2019.
- KADU, M. S.; DIGHADE, R. R. **Infrastructure leakage index and challenges in water loss management in developing countries**. In World environmental and water resources congress 2015: Floods, droughts, and ecosystems - Proceedings of the 2015 world environmental and water resources congress. 2015, 1322–1331.
- KUSTERKO, S.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; CHAVES, L. C. Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista. **Eng Sanit Ambient.**, v.23, n.3, 2018, p. 615-626.
- OCIEPA-KUBICKA, A.; WILCZAK, K. Water Loss Reduction as the Basis of Good Water Supply Companies Management. **E3S Web of Conferences**, v. 19, 2017, 1-5.
- PERTEL, M.; AZEVEDO, J.P.S.; VOLSCHAN JÚNIOR, I. Uso de indicadores de perdas de água para seleção de um benchmarking entre as companhias estaduais de serviço de distribuição de água no Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 21, n. 1, 2016, 159-168.
- RÍOS, J.C.; SANTOS-TELLEZ, R.U.; RODRÍGUEZ, P.H.; LEYVA, E.A.; MARTÍNEZ, V.N. Methodology for the identification of apparent losses in water distribution networks. **Procedia Engineering**, v. 70, 2014, 238–247
- SAMIR, N.; KANSOH, R.; ELBARKI, W.; FLEIFLE, A. Pressure control for minimizing leakage in water distribution systems. **Alexandria Engineering Journal**, v. 56, 2017, p. 601–612
- SANTOS, D.D.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Avaliação da metodologia para controle de perdas de água em rede de distribuição no Recife-PE. **Revista DAE**, n. 197, 2014.
- SILVA, C.M.; PÁDUA, V.L.; BORGES, J.M. Contribution to the study of measures for the reduction of apparent water loss in urban areas. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 3, 2016. 249-268.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico de água e esgoto 2016**. Disponível em:< <http://www.snis.gov.br/coleta-dados-snis-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 14 fev. 2019.
- VAN DEN BERG, C. Drivers of non-revenue water: A cross-national analysis. **Utilities Policy**, v. 36, 2015, 71–78.
- XIN, K.; LI, F.; TAO, T.; XIANG, N.; YIN, Z. Water losses investigation and evaluation in water distribution system—the case of SA city in China. **Urban Water Journal**, v. 12, 2014, 430–439.
- ZYOD, S.H.; KAUFMANN, L. G.; SHAHEEN, H.; SAMHAN, S.; FUCHS-HANUSCH, D. Framework for water loss management in developing countries under fuzzy environment: Integration of Fuzzy AHP with Fuzzy TOPSIS. **Expert Systems With Applications**, v. 61, 2016, p. 86–105.