

XI-042 - GESTÃO DAS PERDAS DE ÁGUA NO AGRESTE PERNAMBUCANO: UMA ALTERNATIVA AO AUMENTO DA OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS

Saulo de Tarso Marques Bezerra⁽¹⁾

Professor do curso de Engenharia Civil e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental - PPGECAAM do Centro Acadêmico do Agreste - CAA da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Possui graduação em Engenharia Civil, mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, e doutorado em Engenharia Mecânica, ênfase em Automação. Atualmente é coordenador do Laboratório de Hidráulica Experimental e Recursos Hídricos - LAHER e vice-coordenador do Núcleo de Tecnologia do CAA.

José Germano da Silva Neto

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente é Bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

Luindson Flavio Santos Ferreira

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente é Bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco - FACEPE.

Lais Regis Salvino

Graduada em Física e Mestre em Engenharia Mecânica, na área de Dinâmica e Controle. Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - PPGEM da Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

Endereço⁽¹⁾: Rodovia BR 104, Km 59 - Nova Caruaru - CEP: 55002-970 - Caruaru - PE - Brasil - E-mail: s.bezerra@hotmail.com.

RESUMO

A avaliação dos sistemas de abastecimento de água, através de indicadores de desempenho, se apresenta como uma das melhores alternativas para o acompanhamento dos serviços prestados no setor de saneamento, pois fornecem subsídios para a classificação e a tomada de decisão dos gestores. Objetivou-se, nesse estudo, discutir a sustentabilidade da gestão da água em municípios do Agreste Pernambucano, entendendo que a gestão eficiente dos serviços implica conciliar a expansão da oferta dos sistemas com a melhora da qualidade dos serviços. A pesquisa foi desenvolvida, em suma, em duas fases. A primeira etapa foi a coleta de informações sobre o projeto básico do Sistema Adutor do Agreste e no banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), enquanto a segunda etapa consistiu na avaliação das perdas de água e das demandas dos municípios do Agreste Pernambucano que serão atendidos pelo sistema. Os resultados da pesquisa apontaram um volume de perda de água recuperável que representa mais de 46% da vazão que será fornecida pelo Sistema Adutor do Agreste. Ademais, os resultados mostraram a necessidade urgente de ações voltadas para o controle de perdas de água na região.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos hídricos, Perdas de água, Indicadores de desempenho, SNIS.

INTRODUÇÃO

A progressiva deterioração dos recursos hídricos e o agravamento dos conflitos entre os diversos usuários impulsionam discussões sobre a situação atual e o futuro da água em todo o Mundo. No setor de saneamento brasileiro, o desperdício de água começa pela contaminação dos mananciais urbanos e prossegue pelos vazamentos nas adutoras, reservatórios e redes de distribuição. Os índices de perda de água brasileiros são superiores ao dobro dos índices internacionalmente aceitos pela comunidade científica.

Na busca de uma gestão eficiente do abastecimento de água, os técnicos têm desenvolvido metodologias e mecanismos para quantificar e qualificar os sistemas. Desde a década de 1990, observam-se enormes avanços na sistematização de bases de dados e referenciais de desempenho dos serviços de saneamento, tanto no Brasil como no exterior. No Brasil, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) foi criado em 1995, no âmbito do Programa de Modernização do Setor Saneamento. Na estrutura atual do Governo Federal, o SNIS é gerenciado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, sendo o maior sistema de informações sobre a prestação de serviços de saneamento do Brasil.

Segundo o SNIS (2014), o índice de perdas na distribuição dos sistemas de abastecimento de água brasileiros em 2012 foi de 36,9%, resultado 1,9 ponto percentual inferior ao de 2011 (queda de quase 5%), melhorando a tendência verificada no ano passado, quando o índice se manteve igual ao de 2010. Das vinte e oito prestadoras de serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário com abrangência regional, apenas duas prestadoras apresentaram índice de perda inferior a 25%, CAESB/DF e COPANOR/MG. Estima-se que o país perde mais de oito bilhões de reais por ano por falta de investimentos em manutenção, fiscalização e atualização das redes.

A universalização do acesso à água em condições de potabilidade, com implantação e manutenção de uma infraestrutura capaz de atender de maneira adequada e otimizada a demanda dos grandes urbanos é o grande desafio dos prestadores de serviço público de abastecimento de água para as próximas décadas. Em contraste com os altos índices de perdas, o nordeste brasileiro possui apenas 3% de água doce do Brasil, sendo a situação ainda mais crítica no estado de Pernambuco, onde existem aproximadamente 1.320 m³ de água por ano para cada habitante (BARTH, 2002), quando a recomendação da Organização das Nações Unidas (ONU) é de 2.500 m³. Destarte, observa-se que o controle das perdas nos sistemas de abastecimento de água, somado a projetos apropriados e ao uso racional da água pela população, são instrumentos fundamentais para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Diversos trabalhos têm apresentado estudos voltados para o uso de indicadores de desempenho na avaliação dos sistemas de abastecimento de água, principalmente como o uso dos indicadores proposto pela IWA e pelo SNIS (MARTINS, 2009; FERREIRA, 2010; BOAVENTURA, 2013; VILANOVA *et al.*, 2015). A avaliação de desempenho em organizações permite medir as metas e os objetivos da prestação de serviços. De fato, é uma prática bastante comum no setor de saneamento e se apresenta como a melhor alternativa para acompanhamento dos serviços prestados, com aplicações diretas para os gestores, as agências reguladoras, os investidores, os usuários, a sociedade e os próprios prestadores de serviços (BEZERRA e CHEUNG, 2013). Quando avaliado o desempenho dos prestadores, pode-se considerar, no caso do abastecimento de água, a capacidade do prestador de atuar no sentido da promoção do uso racional da água e da preservação dos recursos hídricos.

É reconhecido que uma gestão visando o controle e a redução de perdas permite postergar investimentos em ampliação dos sistemas de produção e o melhor equacionamento dos investimentos para a universalização do acesso aos serviços (BRITTO, 2011). Dentre os novos referenciais, a perspectiva de aumento continuado da oferta de água, que orienta a gestão “tradicional” dos serviços de abastecimento, vem sendo substituída por uma perspectiva de gestão eficiente, que proporciona um aumento virtual da disponibilidade de água. As companhias de saneamento tem a responsabilidade pelo uso racional da água, ações e políticas devem ser postas em prática para a diminuição das perdas e desperdícios. Ao diminuir as perdas de água, a concessionária reduz o volume captado e, conseqüentemente, os mananciais são preservados.

Esta pesquisa se situa na interface entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de serviços de abastecimento de água, discutindo a sustentabilidade dos sistemas localizados no Agreste Pernambucano. Entende-se que a gestão sustentável dos serviços implica conciliar perspectivas que recentemente eram vistas como contrapostas: melhorar a qualidade dos serviços e universalizar o acesso à água em quantidade e qualidade para os diferentes usos, além de conservar os recursos hídricos.

Partindo da revisão da noção de sustentabilidade e da aplicação dessa noção à gestão dos serviços de abastecimento de água, a presente pesquisa discutiu os índices de perdas, além de determinar quanto do aumento da oferta que será proporcionado pela Adutora do Agreste poderia ser absorvido pela gestão das perdas de água. A Adutora do Agreste tem investimento previsto de R\$ 2,3 bilhões e será a maior obra hídrica da história da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). A previsão é que o sistema beneficie mais de dois milhões de pernambucanos em 68 municípios. O projeto propõe garantia hídrica à região até 2037, além de impulsionar o desenvolvimento do Agreste Pernambucano.

A pesquisa objetivou discutir a sustentabilidade da gestão da água em municípios do Agreste Pernambucano, entendendo que a gestão eficiente dos serviços implica conciliar a expansão da oferta dos sistemas com a melhora da qualidade dos serviços, o que implicará na conservação dos recursos hídricos. Durante o desenvolvimento do projeto, os objetivos específicos foram:

- Avaliar o Projeto Básico e os Estudos Complementares do Sistema Adutor do Agreste.
- Levantar dados sobre o aumento da oferta de água que será proporcionado pelo empreendimento da Adutora do Agreste em cada município beneficiado.
- Avaliar os dados no Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento sobre as perdas de água nos municípios que serão atendidos pela adutora, e, com estes dados, estimar o volume de água perdido na região.
- Comparar o volume que será disponibilizado pela adutora com o potencial de redução do volume perdido, verificando quanto a gestão de perdas poderia influenciar no volume de água requerido dos mananciais.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida, em suma, em duas etapas. A primeira fase será a coleta de informações sobre o projeto básico do Sistema Adutor do Agreste e no banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), enquanto a segunda etapa consistirá na avaliação das perdas de água e das demandas dos municípios do Agreste Pernambucano que serão atendidos pelo sistema.

O Sistema Adutor do Agreste localiza-se na Mesorregião do Agreste Pernambucano, situada entre a Mesorregião da Mata e do Sertão Pernambucano. Este sistema é um empreendimento de infraestrutura hídrica constituído por um sistema produtor de água alimentado pelo Ramal do Agreste. O Ramal do Agreste deriva do Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

O Sistema Adutor do Agreste captará água do Reservatório de Ipojuca - Arcoverde/PE, a partir do qual tem início um complexo de tubulações com mais de mil quilômetros de extensão que atenderá a Região do Agreste do estado de Pernambuco e beneficiará 68 sedes municipais, 80 distritos urbanos e comunidades rurais situadas dentro da faixa de 2,5 km de cada lado da adutora (Figura 1). O eixo principal do sistema adutor se dará ao longo da Rodovia Federal BR-232, com uma extensão aproximadamente de 125 km.

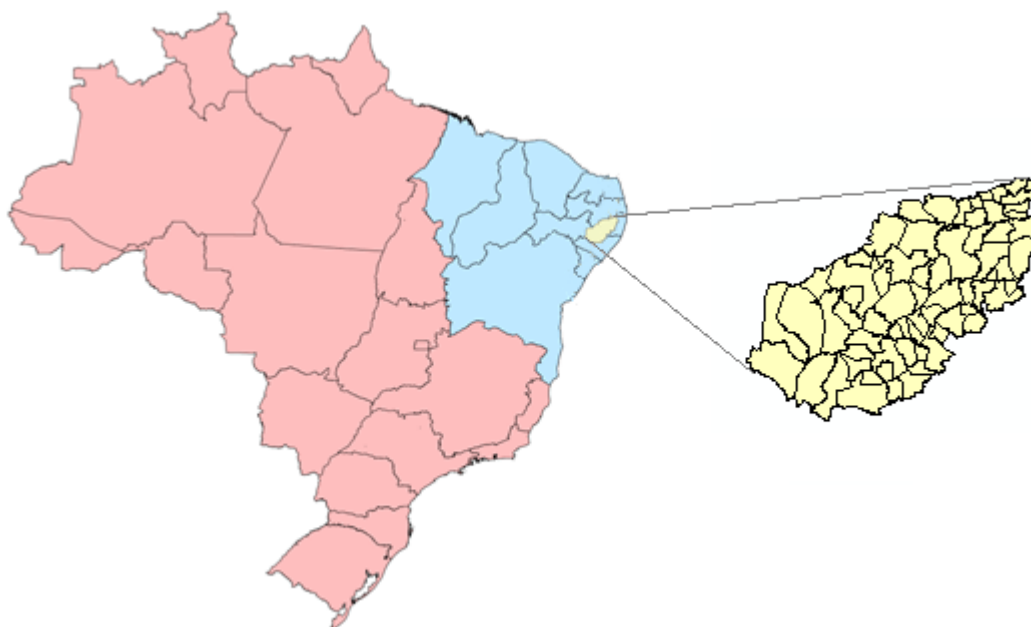


Figura1: Região atendida pelo Sistema Adutor do Agreste.

De acordo com os dados do projeto, é estimado que na fase final do empreendimento (ano horizonte de projeto: 2037), a adutora forneça uma vazão média de 4 m³/s, disponibilizando água para o consumo de quase dois milhões de pessoas. A Primeira etapa do Projeto contempla 13 municípios: Águas Belas, Alagoinha, Arcoverde, Belo Jardim, Buíque, Itaíba, Iati, Pedra, Pesqueira, Poção, Sanharó, Tupanatinga e Venturosa, atendendo uma população de quase quatrocentos mil habitantes (COMPESA, 2012).

De acordo com o Projeto Básico, o Sistema Adutor do Agreste é composto pelas seguintes unidades:

- Captação - a captação de água está localizada no Reservatório de Ipojuca por meio de uma torre de tomada.
- Adutoras de Água Bruta (Figura 2) - composta por dois trechos em aço com diâmetro de 1.800 mm. O Trecho 1 inicia na captação do sistema e segue até a Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB), enquanto o Trecho 2 vai da EEAB até a Estação de Tratamento de Água (ETA) do sistema.
- Estação Elevatória de Água Bruta do tipo semienterrada com estrutura em concreto armado. O sistema de bombeamento é composto por 05 conjuntos motor-bomba (03 em operação e 02 de reserva), que juntos possuem uma potência instalada de 13,5 MW.

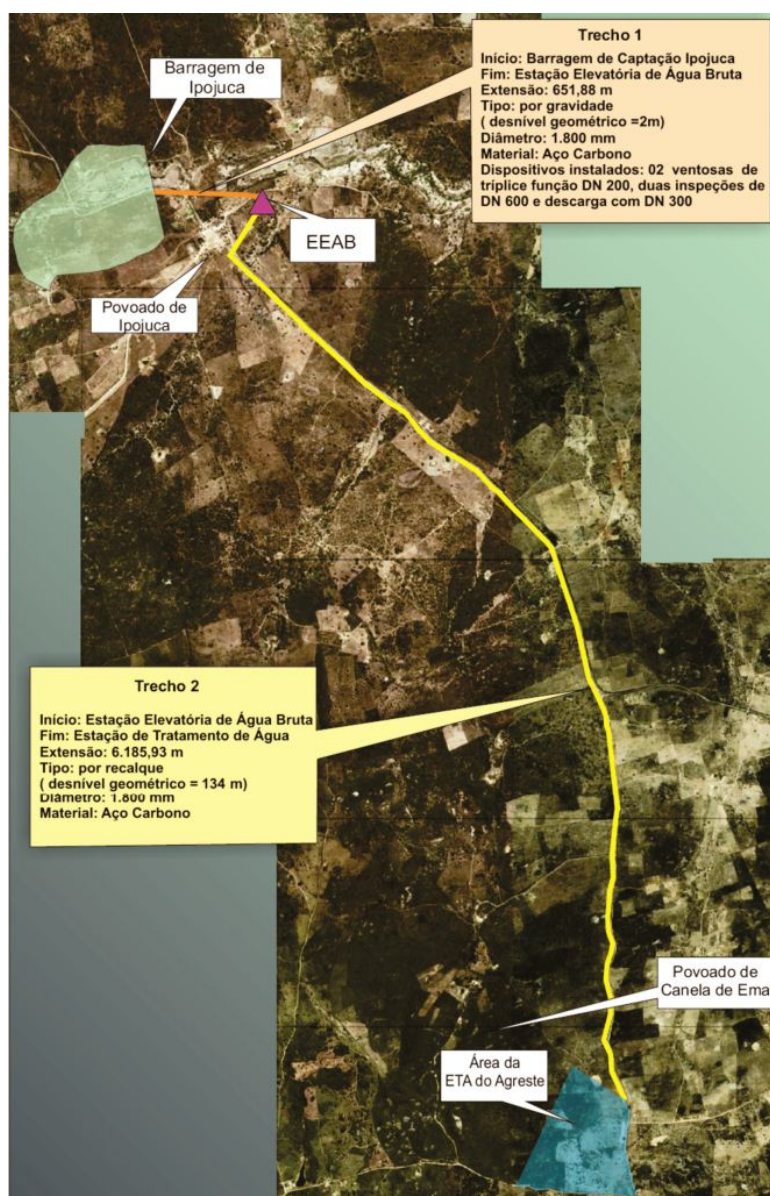


Figura 2: Localização e características da Adutora de Água Bruta (COMPESA, 2012).

- Reservatório de Água Bruta - localizado antes da Estação de Tratamento, será executado em terra, com capacidade de armazenar 70.000 m³. Este foi projetado com um volume suficiente para que a ETA opere continuamente, mesmo com a paralisação da EEAB no horário de ponta elétrico.
- Estação de Tratamento de Água - projetada para 4,0 m³/s, foi idealizada de forma modulada para admitir que sua construção seja em etapas, conforme o aumento da demanda de água.
- Adutora de Água Tratada - possui uma extensão de 1.030 km e tem origem no Reservatório de Distribuição junto à ETA. O eixo principal de adução de água está localizado ao longo da BR-232, com

extensão aproximada de 125 km, passando pelas cidades Arcoverde, Pesqueira, Sanharó, Belo Jardim, São Caetano, Caruaru, Bezerros e Gravatá. A partir do eixo principal derivam oito eixos de adução, de modo a atender os demais municípios que integram o projeto.

- Estações Elevatórias de Água Tratada - no total de três, são elas: Estação Elevatória de Buíque, Estação Elevatória de Poção e a Estação Elevatória de Iati. A Estação Elevatória de Buíque localiza-se na estrada vicinal PE-260 e terá a função de elevar a carga hidráulica da adutora e transpor uma serra. A elevatória será constituída de 03 (02+01) conjuntos motor-bomba, cujas principais características são: vazão total de 325,51 L/s, altura manométrica de 225 mca e potência de 1.000 kW. A Elevatória de Poção localiza-se na rodovia PE-197, entre as localidades de Gravatá dos Gomes e Azevém, e terá a função de elevar a carga hidráulica pra transpor uma serra até o reservatório de Poção. Esta é composta por 02 (01+01) conjuntos motor-bomba, cujas principais características são: vazão total de 21,56 L/s, altura manométrica total de 305 mca e potência de 90 kW. A Estação Elevatória de Iati localiza-se na Rodovia BR-423, entre os municípios de Água Belas e Iati, e será constituída de 02 (01+01) conjuntos motor-bomba, cujas principais características são: vazão total de 50,22 L/s, altura manométrica total de 165 mca e potência de 120 kW.
- Reservatórios de Água Tratada - reservatórios existentes ou projetados para cada localidade.

Os indicadores de desempenho utilizados no presente estudo foram obtidos a partir de informações de domínio público disponibilizadas nos Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. O SNIS consiste de um banco de dados administrado pelo Governo Federal e contém informações sobre a prestação de serviços de água e esgotos, de caráter operacional, gerencial, financeiro, de balanço e sobre a qualidade dos serviços prestados. Atualmente, o SNIS disponibiliza de forma gratuita seu banco de dados através do aplicativo série histórica, onde os usuários poderão realizar consultas interativas sobre as informações e os indicadores publicados, além de transferir arquivos em formato XLS (Excel).

Os indicadores de desempenho representam uma forma de medir e avaliar a eficiência e eficácia de um sistema de abastecimento de água através da relação de alguns parâmetros representativos do sistema. O cálculo do volume de água que é perdido nas cidades que serão beneficiadas pela adutora do Agreste será realizado com os dados do SNIS. Após avaliar os indicadores de desempenho disponíveis, o índice de perdas na distribuição - IN_{049} , que representa a relação entre o volume de água perdido ao longo de todo o sistema de abastecimento e o volume total que a companhia envia aos clientes, apresentou características que o colocam como o melhor índice para estimar o volume de água perdido na área em estudo. O SNIS define matematicamente o IN_{049} pela Equação 1.

$$IN_{049} = 100 \times [(AG_{006} + AG_{018} - AG_{024}) - AG_{010}] / (AG_{006} + AG_{018} - AG_{024}) \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

IN_{049} é o índice de perdas na distribuição;

AG_{006} é o volume de água produzido;

AG_{018} é o volume de água tratada importada;

AG_{024} é o volume de serviço;

AG_{010} é o volume de água consumido.

Apesar da necessidade de apresentar baixos níveis de perdas, é tecnicamente impossível e financeiramente inviável que um sistema de abastecimento seja completamente estanque. Segundo Tsutiya (2006), um sistema de abastecimento é classificado como bom se o índice de perdas na distribuição for menor ou igual a 25%. O volume potencialmente recuperado com o combate as perdas foi considerado como sendo aquele que seria poupado caso todas as cidades que serão abastecidas possuam pelo menos um índice de 25%, ou seja, foi idealizada a situação em que os municípios com índices de perdas menores que 25% se mantivessem neste patamar, e os demais baixassem seus níveis de perdas para 25%. Dessa forma, a diferença entre o volume original de perdas e o volume de perdas na situação ideal seria o volume de perda de água potencialmente recuperável.

Para avaliar a representatividade do combate às perdas como forma de aumento da disponibilidade hídrica, foram comparados os volumes de perda de água potencialmente recuperáveis com os volumes fornecidos pela adutora. Os dados mais recentes contidos no banco de dados do SNIS são referentes ao ano de 2013, entretanto, foram coletadas informações dos últimos cinco anos (período de 2009 a 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo foi desenvolvido através da análise de dados do SNIS referentes aos anos de 2009 a 2013. A principal variável analisada nos dados do sistema foi o indicador de desempenho IN_{049} - Índice de Perdas Totais na Distribuição. Conforme citado anteriormente, a Adutora do Agreste irá atender um total de 68 cidades pernambucanas ao longo de sua vida útil. Todavia, em virtude de 14 cidades não possuírem ou apresentarem dados incoerentes sobre as informações do abastecimento de água, foram consideradas 54 cidades no presente estudo. A Figura 3 mostra as cidades avaliadas ordenadas em função do IN_{049} .

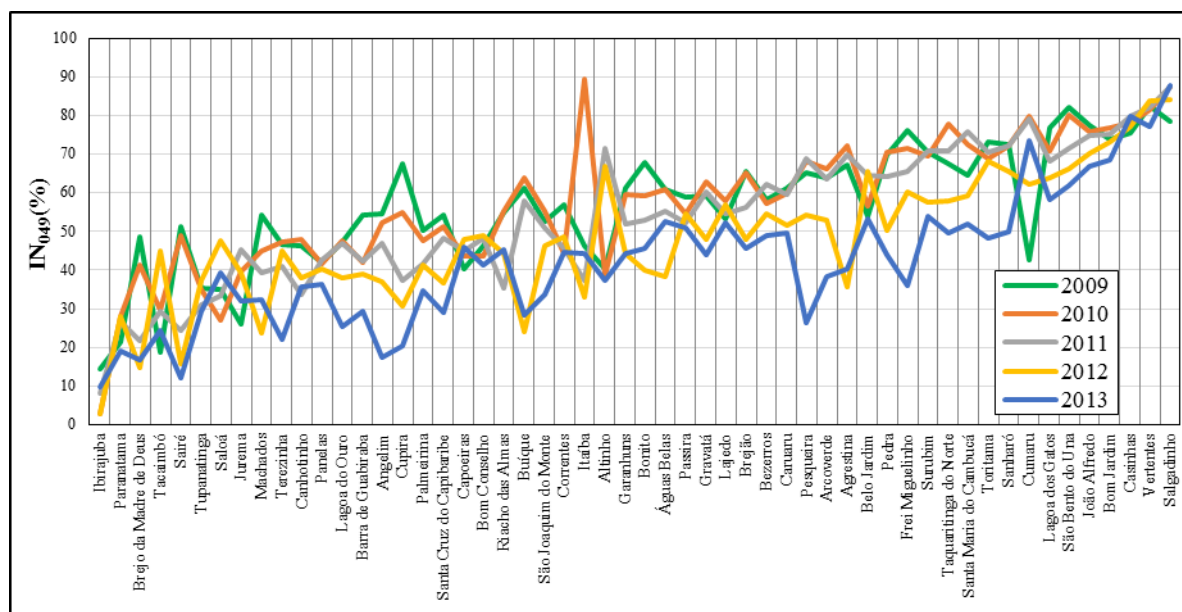


Figura 3: Indicador IN_{049} das cidades localizadas na região em estudo.

Os dados apresentados na Figura 3 apontam que o nível de perdas está sendo atenuado ao longo dos últimos anos, provavelmente resultado de ações voltadas para a diminuição da ineficiência das redes de distribuição, uma vez que a tendência natural dos sistemas é se tornarem mais ineficientes com o tempo. Observa-se no gráfico, que a partir de 2011 as curvas apresentam tendências com valores inferiores aos anos anteriores. Todavia, ressalta-se que os índices em diversas cidades possuem índices superiores a 50%, que é um valor elevado para os padrões nacionais e regionais, uma vez que o índice de perdas médio do país é da ordem de 37%, chegando a 45% na região Nordeste. Cidades como Vertentes e Bom Jardim atingem níveis impraticáveis de perdas, chegando a valores absurdos que ultrapassam os 80%. O IN_{049} da região, período de 2009 a 2013, foi de 57,51%. Ressalta-se que os prestadores dos estados do Ceará e da Paraíba, que possuem características ambientais, econômicas, políticas e sociais semelhantes à região em estudo, possuem índices de 36,52% e 36,18%, respectivamente, demonstrando que é possível alcançar valores de perdas mais baixos.

A classificação de Tsutiya (2006) define que um sistema é classificado como bom quando seu índice de perda é inferior a 25%. Seguindo a classificação do autor citado, a Tabela 1 apresenta o enquadramento dos municípios. A tabela reforça que a situação nos municípios abordados neste estudo não é satisfatória. Para o período analisado, a grande maioria dos municípios se encontra classificado como “ruim”. Os casos com avaliação boa ou regular se apresentam em baixo número, ocupando uma pequena porção territorial, confirmando que o elevado índice de perdas da região não é um problema isolado, mas uma característica negativa.

Ressalta-se que os dados apresentados pelo SNIS apresentam algumas limitações, por exemplo, em 2011, 9% dos municípios analisados não possuíam dados ou apresentaram dados claramente incoerentes. Isso além de diminuir a amostra, diminui a confiabilidade nos demais resultados.

Tabela 1: Distribuição dos municípios segundo a classificação de Tsutiya (2006).

Classificação	2009	2010	2011	2012	2013	Média
Bom (<25%)	3	1	3	5	8	2
Regular (<40%)	3	6	9	13	16	7
Ruim (>40%)	48	47	42	36	30	45
Total	54					

Considerando o índice de perdas de 25% como valor de referência, estima-se que 27,4 milhões de m³, em média, poderiam ser poupados por ano se todos os sistemas de abastecimento atingissem o nível bom, o que representa 45,7% do volume anual perdido nas condições atuais de abastecimento, que foi de 64,0 milhões de m³.

É importante notar que a implantação da Adutora do Agreste proporcionará um aumento do volume disponível para a população, sendo assim, haverá mais água circulando nos sistemas e, consequentemente, maior volume de água será perdido. É previsto que a Adutora do Agreste, na sua fase inicial de implantação, forneça aos municípios uma vazão média de 3,4 m³/s, e atinja ao final da implantação das obras a vazão de projeto de 4,0 m³/s, convertendo para um volume anual, tem-se que o volume fornecido pela adutora vai variar entre 107,2 a 126,1 milhões de m³ por ano.

Nas 54 cidades com dados (das 68 que serão atendidas pelo empreendimento), houve um volume médio disponível para a população da ordem de 111 milhões de metros cúbicos anuais no período de 2009 a 2013. Com a implantação da Adutora do Agreste, a oferta à população (sistemas atuais + adutora) chegará a um volume de 237 milhões de metros cúbicos anuais. Esse volume disponibilizado pela adutora também estará sujeito às perdas, deste modo, o cálculo do volume perdido incluiu o aumento da oferta e a suposição que os níveis de perdas continuarão iguais a média dos últimos cinco anos.

A Figura 4 apresenta os volumes anuais que serão disponibilizados à população, já incluindo a parcela da Adutora do Agreste. Neste mesmo gráfico estão representados os volumes esperados de perdas, assim como os volumes potencialmente recuperáveis após a implantação do empreendimento.

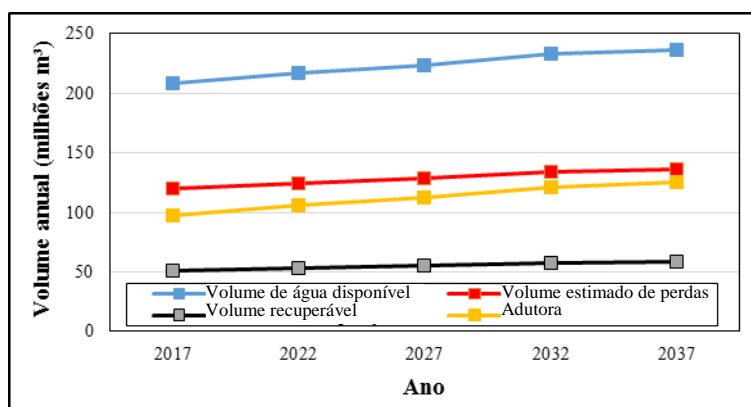


Figura 4: Comparação entre os volumes de água produzida, fornecido pelo sistema adutor, estimado de perdas de água e potencialmente recuperável.

Analizando o gráfico da Figura 4, constata-se que as perdas estimadas possuem valores superiores ao volume fornecido pelo Sistema Adutor, alcançado uma diferença de 23,17% no ano de 2017. A implantação de uma política de gestão de perdas, levando todos os municípios atendidos pela adutora para um “patamar bom” (IN₀₄₉ = 25%), resultaria em um aumento médio, período de 2017 a 2037, na disponibilidade de recursos hídricos de 48,98% da vazão da Adutora do Agreste.

Caruaru é a cidade mais desenvolvida entre os municípios que serão atendidos pela adutora, no ano de 2013, o SNIS indicou um consumo per capita de 112,27 L/hab/dia. Com base neste consumo, o volume de perdas potencialmente recuperável nas 54 cidades que compõem este estudo seria suficiente para abastecer mais de 1,8 milhão de cidadãos.

Esta pesquisa não propõe a “condenação” do projeto do Sistema Adutor do Agreste, pois este é essencial para o desenvolvimento econômico e bem-estar da população da região, mas apresenta o impacto positivo que seria proporcionado pelo aumento da disponibilidade hídrica fruto da diminuição dos índices de perdas a níveis recomendados pela comunidade científica.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa avaliou o fornecimento de água nas cidades pernambucanas que serão abastecidas pelo Sistema Adutor do Agreste, tendo como base o índice de perdas na distribuição definido pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. A análise do indicador permitiu avaliar o gerenciamento e o controle de perdas como uma alternativa para a crise hídrica vivida atualmente na região e no país. Um grande volume de água poderia ser poupado, garantindo o abastecimento de muitas comunidades, e podendo assim postergar a exploração e implantação de novos mananciais.

Os governos são lentos em relação às ações de sustentabilidade ambiental e econômica. Em relação às perdas de água, o governo e as companhias têm responsabilidades como produtores e fornecedores do insumo água. Apesar do aumento da eficiência dos sistemas e o desenvolvimento tecnológico dos últimos anos, os resultados abalizam a necessidade urgente de mais ações direcionadas ao controle de perdas. Ao comparar o índice de perdas das cidades em estudo com o de outras regiões, foi possível observar que há espaço para melhorias e que é possível se chegar a melhores níveis de perdas.

Como restrição ao uso dos resultados da pesquisa, identificou-se, como uma das limitações do SNIS, a falta de dados de perdas reais e aparentes, o que impossibilita o cálculo de parte dos principais indicadores de desempenho propostos pela *International Water Association* - IWA. Ademais, verificou-se a necessidade de uma melhoria no tratamento dos dados coletados. Atualmente, esses dados são fornecidos pelas companhias e algumas informações incoerentes são atribuídas sem critérios técnicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido através do projeto “Avaliação da eficiência hídrica em um sistema de abastecimento de água” - Edital MCT/CNPq 14/2014 – Universal e pela bolsa de Iniciação Científica de José Germano da Silva Neto; e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro concedido por meio do projeto “Balanço Hídrico de sistemas de abastecimento de água - Aplicação prática em municípios do Agreste Pernambucano” - Edital FACEPE 15/2012” e pela bolsa de Iniciação Científica de Luindson Flavio Santos Ferreira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARTH, F.T. Aspectos institucionais do gerenciamento de recursos hídricos. In: Rebouças, A.C., Braga, B., Tundisi, J.G. Águas doces do Brasil: Capital ecológico e conservação, 2ª Ed., São Paulo: Escrituras Editora e Distribuidora de livros Ltda, 2012.
2. BEZERRA, S.T.M., CHEUNG, P.B. Perdas de água - Tecnologias de controle. João Pessoa: Ed. UFPB, 220p. 2013.
3. BOAVENTURA, J.D. Indicadores de desempenho - Uma ferramenta no processo de melhoria contínua aplicada à gestão de um sistema multimunicipal. Porto - Portugal, 2013. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, especialização em Hidráulica - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013. 147p.
4. BRITTO, A.L. Panorama do Saneamento Básico no Brasil. Avaliação político-institucional do setor de saneamento básico. Volume nº IV. Brasília: Ministério das Cidades, 2011.
5. COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO - COMPESA. Projeto básico, estudos complementares e plano de educação sócio-ambiental do Sistema Adutor do Agreste, no estado de Pernambuco, 2012.
6. FERREIRA, C.S.J. Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água: Aplicação prática ao município de Santiago do Cacém. Lisboa - Portugal, 2010. Dissertação de mestrado em Engenharia Sanitária - Universidade Nova de Lisboa, 2010, 110p.

7. MARTINS, C. P. F. Balanço hídrico e indicadores desempenho no subsistema de abastecimento de água de São João de Lobrigos - Santa Marta de Penaguião. Vila Real - Portugal, 2009. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro, 2009, 93p.
8. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2012. Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014.
9. TSUTIYA, M.T. Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
10. VILANOVA, M.R.N., MAGALHÃES FILHO, P., BALESTIERI, J.A.P. Performance measurement and indicators for water supply management: Review and international cases. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 43, p. 1-12, mar. 2015.