



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

NÚCLEO DE TECNOLOGIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

EDSON ALVES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO RACIONAMENTO NO CONSUMO PER CAPITA
E NAS PERDAS DE ÁGUA EM CARUARU-PE**

Caruaru, 2018

EDSON ALVES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO RACIONAMENTO NO CONSUMO PER CAPITA
E NAS PERDAS DE ÁGUA EM CARUARU-PE**

Versão Final do Trabalho de Conclusão de Curso que foi apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Acadêmico do Agreste – CAA, da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Saulo de Tarso Marques Bezerra

Caruaru, 2018

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier CRB/4-1242

S586i Silva, Edson Alves da.
Influência do racionamento no consumo per capita e nas perdas de água em Caruaru-PE. / Edson Alves da Silva. – 2018.
39f. ; il. : 30 cm.

Orientador: Saulo de Tarso Marques Bezerra.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia Civil, 2018.
Inclui Referências.

1. Recursos hídricos. 2. Abastecimento de água. 3. Indicadores de desempenho. I. Bezerra, Saulo de Tarso Marques (Orientador). II. Título.

620 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2018-142)

EDSON ALVES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO RACIONAMENTO NO CONSUMO PER CAPITA E NAS
PERDAS DE ÁGUA EM CARUARU-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
do Centro Acadêmico do Agreste – CAA,
da Universidade Federal de Pernambuco
– UFPE, como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.
Área de concentração: Recursos Hídricos.

A comissão examinadora, composta pelos membros abaixo, sob a presidência
do primeiro, considera o aluno EDSON ALVES DA SILVA aprovado com nota

Caruaru, ____ de _____ de 2018.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Saulo de Tarso Marques Bezerra

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Orientador)

Prof. Dr. Artur Paiva Coutinho

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

Prof. Dr. Edevaldo Miguel Alves

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

Dedico este trabalho a todos aqueles que me incentivam na busca de conhecimento, e em especial a minha esposa Elissa Thayse e a pequena Laura, que são minha maior motivação.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Universidade Federal de Pernambuco, ao Reitor da Universidade, a todo o núcleo de Tecnologia, a todos os professores e aos demais funcionários e técnicos do centro acadêmico do agreste, por terem contribuído e me fornecido toda a estrutura e apoio necessário para minha permanência e conclusão do curso de Engenharia Civil.

Também sou grato ao professor Saulo de Tarso Marques Bezerra, pela paciência e compreensão durante o processo de orientação deste projeto, e, além disso, pela contribuição para meu crescimento profissional e pessoal, se mostrando muito prestativo e presente durante toda a realização do trabalho.

Não posso deixar de externar minha gratidão a todos os meus familiares, meus pais, minha irmã, a minha esposa Elissa, que sempre me apoiaram, e que me incentivaram nos momentos de dificuldades durante todo o curso, sendo indispensáveis para que eu chegasse à conclusão do mesmo.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de alguma forma com a realização deste estudo, e aos que me motivaram a chegar até o fim da graduação.

RESUMO

A situação atípica de estiagem vivenciada nos últimos anos no nordeste brasileiro, em especial no semiárido, tem diminuído de forma significativa a quantidade de água disponível para o uso humano nessa região. Este trabalho tem o objetivo de analisar os impactos causados pelo racionamento no consumo per capita de água e nas perdas de água na cidade de Caruaru-PE. Para essas análises, foram utilizados os indicadores de desempenho relacionados ao consumo per capita e as perdas de água, obtidos a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). A cidade de Caruaru, assim como o estado de Pernambuco, apresenta historicamente um baixo consumo per capita de água e elevados índices de perdas, e o cenário de escassez vem interferindo significativamente nestes indicadores. Através da análise dos dados foi possível observar que durante o período de racionamento, o consumo per capita na área em estudo sofreu uma considerável redução, enquanto que os índices de perdas apresentaram uma situação de maior eficiência do sistema de abastecimento em relação aos dados históricos.

Palavras Chave: Recursos Hídricos. Abastecimento de água. Indicadores de Desempenho

ABSTRACT

The atypical situation experienced in recent years in northeastern Brazil, especially not semi-arid, has significantly reduced the amount of water available for human use in the region. This work had the objective of reducing water production peruvian in water and water losses in the city of Caruaru-PE. Operations were adjusted for per capita consumption and losses from the National Sanitation Information System (SNIS). The city of Caruaru thus has the state of Pernambuco, and the scenario of scarcity interferes in the formation of indicators. Through the analysis of the data it was possible to observe during the rationing period, the per capita consumption in the study area suffered a reduction in size, while the indices of losses in the same scenario, are a situation of greater efficiency of the relation system to historical data.

Key words: Hydric resources. Water supply. Performance indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Precipitação e vazão média e disponibilidade hídrica por região hidrográfica.....	19
Figura 2 – Volume de água armazenado no reservatório equivalente do Nordeste (2012- 2016)	20
Figura 3 – Consumo médio per capita de água na cidade de Caruaru-PE	33
Figura 4 – Consumo médio per capita de água da cidade de Caruaru, do estado de Pernambuco, região Nordeste e do Brasil.	34
Figura 5 – Perdas na distribuição de água na cidade de Caruaru-PE.....	35
Figura 6 – Perdas de água por ligação na cidade de Caruaru-PE	36
Figura 7 – Perdas de Faturamento de água na cidade de Caruaru-PE	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Consumo Médio Per Capita, segundo estado, região geográfica e Brasil	22
Quadro 2 – Indicadores utilizados do SNIS.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	Secas no Nordeste	17
3.2	Racionamento	18
3.3	Consumo Per Capita	20
3.4	Perdas de Água	23
3.5	Indicadores de Desempenho	25
3.6	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	27
4	METODOLOGIA	29
4.1	Estudo de Caso	29
4.2	Seleção dos Indicadores	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para os seres humanos e seu ambiente, além de exercer um importante papel na atividade industrial, o que faz deste um recurso de considerável valor social e econômico. A distribuição e a disponibilidade de água potável determinam numerosos aspectos da vida econômica, social, cultural e histórica das populações do planeta.

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água, pois concentra cerca de 13,7% da água doce disponível em todo o planeta terra (ANA, 2014a). No entanto, dentro do território nacional, a divisão dessa riqueza natural não é uniforme, a região amazônica concentra grande parte da água disponível no país, ao mesmo tempo, é a região menos habitada. Em contrapartida, as regiões que concentram a maior parte da população, as capitais e a região mais próxima do litoral, estão distantes dos grandes rios e apresentam de forma constante a necessidade de se ter uma boa gestão dos recursos hídricos, buscando, na medida do possível o abastecimento da população e o suprimento das necessidades da indústria e da agricultura.

Para um bom gerenciamento dos recursos disponíveis, é indispensável saber como o consumo da água se divide. Segundo a ANA (2014b), o consumo consultivo de água no Brasil apresenta a seguinte divisão: consumo agrícola 61%, consumo industrial 18% e consumo humano 21%.

A agricultura é responsável por grande parte do consumo consultivo, devido à maioria das plantas cultivadas pelos humanos requererem grandes quantidades de água e terem grande importância em relação ao suprimento da população. Mesmo representando uma grande parcela no consumo consultivo de água, a agricultura não é o grande vilão da escassez de água, por que em geral, os seres humanos fazem suas plantações em lugares de chuvas abundantes e também pelo fato de que a água captada para irrigação acaba voltando em sua grande parte para a natureza ainda com boa qualidade, pois as plantas absorvem a água pelas raízes, sendo ela, em seguida, eliminada através das folhas em forma de vapor d'água, o vento arrasta esse vapor,

levando embora o que restou da água. Vale salientar que, os altos índices de perdas nos sistemas de captação e de distribuição no setor agrícola, representam consideráveis perdas de água, e que a execução de forma mais eficiente desses sistemas, disponibilizaria uma maior parcela de água para o abastecimento humano e industrial, que também não estão livres de perdas.

Na indústria, cerca de 18% da água é utilizada de maneira consultiva, segundo esse mesmo estudo da ANA (2014b), dentre os três setores, a indústria é o que representa o menor índice de perdas, cerca de 11%, então observa-se que se trata do setor que utiliza a água de forma mais eficiente, pois grande parte da água utilizada nos processos industriais é reaproveitada ou tratada antes de voltar para os rios, lagos ou de onde está é tirada.

O consumo humano se assemelha ao consumido pela indústria 21%, mas é aqui que se encontra um grande problema, o mau uso da água por parte da população associado à má distribuição dos recursos hídricos, onde as grandes concentrações de pessoas estão justamente em áreas menos favorecidas hidricamente.

O alto consumo de água exigido pelo crescimento da população do planeta, assim como, pela intensificação da atividade industrial nas últimas décadas, torna a água escassa em diversas regiões do planeta, seja pelo balanço hídrico próprio de cada região ou mesmo pelo mau uso por parte do ser humano.

A água está se tornando um bem escasso em nosso planeta. Estima-se que em 20 anos, 48 países deverão enfrentar escassez ou falta extrema de água, o que afetará uma população de 2,8 bilhões de pessoas (ANA, 2014a).

Diante das constantes mudanças climáticas no planeta, tem se evidenciado a necessidade de se repensar a forma como a água é utilizada no nosso dia a dia, e a buscar por maneiras mais racionais de consumo tem se intensificado no mundo todo, em especial e de forma mais próxima no Brasil, que apresentou nos últimos anos, variações nos regimes pluviométricos resultando em baixas consideráveis nos volumes precipitados em grande parte do país, causando consideráveis crises no abastecimento da população.

Embora o ano de 2018 tenha apresentado uma melhora nos índices pluviométricos, o nordeste brasileiro vive desde o ano de 2012 um longo período de estiagem, com precipitações abaixo da média para a região, que historicamente já apresenta baixos níveis de precipitação. Esse quadro tem levado muitas cidades do nordeste a adotarem racionamento na distribuição de água, a fim de evitar o colapso total do abastecimento de água da população.

Durante muito tempo os esforços relativos à conservação de água mantiveram-se na direção de realizar a gestão da oferta, aumentando-se a extensão de redes de abastecimento, e o volume fornecido. Diante da redução cada vez maior deste recurso e com custos cada vez mais elevados para ampliação das redes, promoveu-se uma mudança de paradigma: da gestão da oferta para gestão da demanda, o que nos conduz a um caminho mais coerente com os preceitos do desenvolvimento sustentável (CARDOZO; DEMANBORO, 2010).

Por ser essencial ao homem e ter reservas limitadas, a maneira como se usa a água tem sido debatida no mundo inteiro, buscando o seu uso racional, pois a sua temida e inevitável escassez em várias regiões e a degradação dos mananciais hídricos, são problemas atuais e que precisam ser enfrentados. Como forma de preocupação com a quantidade e qualidade da água disponível, novas e mais eficientes formas de economizar água devem ser implantadas.

Neste contexto, evidencia-se a necessidade de se criar alternativas que possam racionalizar o uso da água, visando assegurar às gerações futuras a disponibilidade e o acesso a este recurso tão vital a existência humana. Dentre as maneiras de preservação da água doce disponível, pode-se citar três: preservação dos mananciais, redução do grande volume de perdas que ocorrem nos sistemas de distribuição de água e o uso racional por parte do consumidor final.

A preservação dos mananciais é indispensável para que estes possam armazenar a água proveniente das chuvas em quantidade suficiente e principalmente em qualidade aceitável. A redução das perdas nas redes de distribuição é tema de muitos estudos atualmente no Brasil, tendo em vista que as companhias de abastecimento de água brasileiras apresentam elevados

índices de perdas, entre a saída do reservatório e a chegada ao consumidor. Segundo o SNIS (2018), mesmo com a diminuição ao longo dos anos, as perdas de água na distribuição alcançam o patamar de 38,1% em média no Brasil.

O padrão de consumo de água conta com duas principais vertentes, uma comportamental, ligada aos hábitos de um determinado povo e região, e uma tecnológica, relativa ao desempenho de sistemas, componentes e processos. A vertente comportamental pode ser alterada por meio de campanhas educativas de esclarecimento da população a respeito da necessidade da economia de água. Na vertente tecnológica, cabe aos projetistas, construtores e fabricantes elaborar sistemas, componentes e processos que permitam a utilização mais eficiente das águas, a redução de seu consumo e desperdício, e a conservação deste recurso, sem que sejam prejudicadas as atividades (ZANELLA, 2014).

O uso sustentável da água é um desafio para a sociedade contemporânea, tendo em vista a necessidade de adequação da atual demanda por água com a disponibilidade e condições de conservação dos recursos hídricos. E em regiões onde a demanda por água está abaixo da oferta, essa preocupação é ainda maior.

A cidade de Caruaru está localizada na região agreste do estado de Pernambuco e faz parte da bacia do Rio Ipojuca que representa uma área de transição entre o litoral e o sertão, situa-se totalmente no planalto da Borborema, e apresenta baixos índices pluviométricos associados a elevados índices de evaporação, o que leva a um dos piores balanços hídricos do Brasil, e torna esta região uma das que mais sofrem com a escassez de água em todo o país.

Partindo da constatação que os recursos hídricos na região de estudo, são escassos tanto em termos quantitativos como qualitativos, é indispensável uma boa gestão destes recursos disponíveis, a fim de garantir o abastecimento de água de forma sustentável. Necessidade essa que se agrava com o cenário de seca vivenciado pela região nos últimos anos, que afeta de forma significativa a qualidade de vida e desenvolvimento industrial da região.

A situação atípica de estiagem vivenciada nos últimos anos no nordeste brasileiro, em especial no semiárido, tem diminuído de forma significativa a quantidade de água disponível para o uso humano nessas regiões, e é nesse contexto que o presente estudo visa analisar o impacto causado pelo racionamento no consumo per capita de água e também os impactos que essa diminuição de demanda hídrica causa nos índices de perdas de água.

2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os impactos causados pelo racionamento no abastecimento de água da cidade de Caruaru-PE, tendo como base os indicadores de desempenho disponibilizados pelo SNIS.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analisar o impacto causado pelo racionamento no consumo per capita de água da população de Caruaru;
- ✓ Analisar os impactos causados pelo racionamento nas perdas de água.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente, as opções de gerenciamento da demanda dos recursos hídricos buscam promover a redução de consumos futuros e melhorar os índices de atendimento atual, através do uso mais eficiente dos recursos hídricos. A literatura é vasta nesta área, e muitos são os trabalhos que buscam soluções para amenizar esse problema, várias pesquisas têm sido desenvolvidas no Brasil e no mundo, como por exemplo: (FERREIRA & FIGUEIREDO 2016; GUEDES *ET AL.* 2016; CARMO *ET AL.* 2013; SILVA 2005; CARVALHO *ET AL.* 2004).

3.1 Secas no Nordeste

A distribuição das chuvas ao longo de todo o planeta sofre variações naturalmente, no entanto, nos últimos anos tem sido observado um grande número de eventos extremos de escassez ou excesso de chuvas no Brasil. De acordo com ANA 2017, essas mudanças nos regimes de chuvas e nas temperaturas podem ser consequência do aquecimento global e que a tendência é que as chuvas se tornarão mais fortes e mais frequentes no Sul e Sudeste, enquanto as secas ficarão ainda mais comuns na região Nordeste.

De 2013 a 2016, 48 milhões de pessoas foram atingidas por secas e estiagens no Brasil, onde foram quantificados 4824 eventos de seca com danos ao ser humano, sendo o ano de 2016 o mais crítico, com o maior número pessoas impactadas pela seca chegando a 18,4 milhões em todo o país. Nos estados do Nordeste Setentrional (Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte) que tem 87,8% do território localizado no semiárido e já é uma região que requer uma atenção especial devido aos baixos índices de precipitação, a irregularidade do seu regime, temperaturas elevadas durante todo ano, baixas amplitudes térmicas (entre 2°C e 3°C), forte insolação e altas taxas de evapotranspiração, vem sofrendo desde 2012 a mais severa e longa seca observada desde o início do século XX, os volumes totais de chuva entre 2012 e 2016 foram muito abaixo da média para a região, o que vem resultando em reduzidas recargas dos reservatórios existentes (ANA 2017).

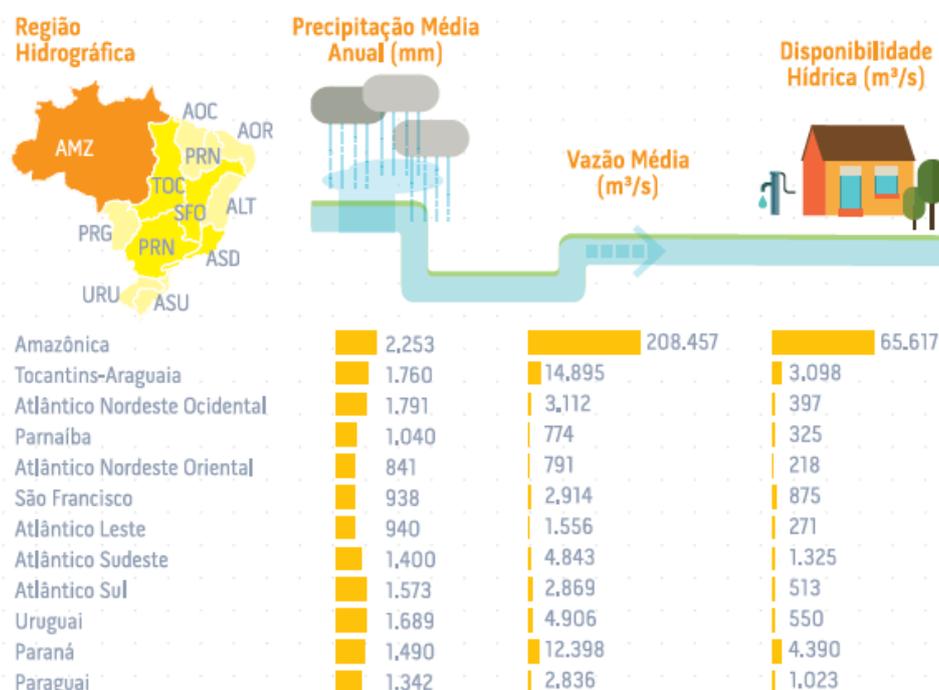
As atuais condições de disponibilidade e demanda mostram que, na maior parcela do território brasileiro, não existe efetivamente uma situação de déficit de recursos hídricos. No entanto, podem ser observadas condições críticas em períodos de estiagem em algumas partes do nordeste e em algumas regiões onde o uso da água é intenso, como na vizinhança das cidades médias e principalmente das regiões metropolitanas (PEDROSA, 2010 *apud* CARDOZO & DEMANBORO, 2010).

Ferreira & Figueiredo (2016) buscaram traçar um breve panorama da temática da seca no Nordeste e em particular no Rio Grande do Norte. Sendo a seca o elemento central do patrimônio climático e simbólico do Nordeste, sua presença afeta as atividades econômicas e o cotidiano das comunidades. A resposta a essa problemática tem sido pela União e depois pelos Estados, procurando fazer chegar água onde é necessário, dando resposta às situações emergenciais apresentadas em diversas regiões do nordeste. Apesar de reunidas as condições para se registrar uma nova catástrofe humanitária e ambiental devido à seca prolongada, registrada após o ano de 2012, isso não tem se sucedido, o que demonstra alguma eficácia das atuais políticas adotadas pelos governos, ainda que fortemente centradas na mitigação do problema e pouco orientada para a adaptação futura e uma solução definitiva.

3.2 Racionamento

A região hidrográfica do atlântico nordeste oriental onde está localizada boa parte do nordeste setentrional é a região do país com menor precipitação média anual, como pode ser observada na Figura 1. Naturalmente essa é uma área crítica e que requer atenção especial no que se refere à gestão dos recursos hídricos, necessitando de intervenções de caráter permanente e estruturante, como a construção de açudes, que garantem o sustento da vida e as atividades produtivas da região, pois na maioria dos rios, só é possível garantir o abastecimento contínuo com o uso de reservatórios, já que a maioria desses rios seca durante os meses de estiagem.

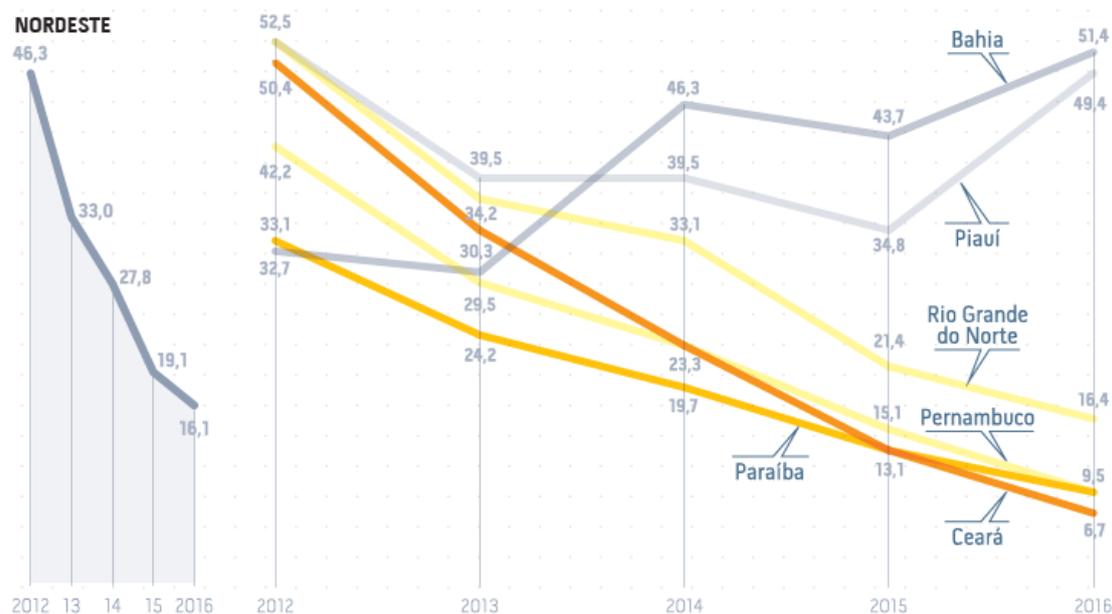
Figura 1 – Precipitação e vazão média e disponibilidade hídrica por região hidrográfica



Fonte: ANA (2017)

Historicamente, os açudes são a principal solução adotada pelo poder público para lidar com o problema da baixa disponibilidade hídrica no nordeste. Segundo dados da ANA (2017), 67% do abastecimento público urbano do Nordeste Setentrional é realizado por água armazenada em açudes, mas devido à severa seca vivenciada desde o ano de 2012 o volume armazenado nos açudes dessa região tem caído de forma vertiginosa, como se observa na Figura 2. Diante deste cenário, em dezembro de 2016, 132 cidades do Nordeste Setentrional, com uma população total de 1,46 milhão de habitantes, encontravam-se em colapso e muitas destas passaram a ser abastecidas exclusivamente por carros pipas, outras 149 cidades com população de 2,21 milhões de habitantes encontravam-se em situação de alerta, além de tantas outras cidades, como Caruaru-PE, que passaram a conviver com sistemas de racionamento de água, como uma forma de garantir o fornecimento de água a população por um período maior de tempo, até que cheguem os próximos períodos chuvosos e as reservas hídricas sejam aumentadas ou que obras emergências sejam executadas.

Figura 2 – Volume de água armazenado no reservatório equivalente do Nordeste (2012- 2016)



Fonte: ANA (2017)

3.3 Consumo Per Capita

O conhecimento do consumo per capita de uma cidade ou região é uma informação importante para as projeções de demanda, para o dimensionamento de sistemas de água e de esgotos, e para o controle operacional.

Em particular, os municípios com previsões de aumento de população e com restrições na disponibilidade hídrica nas captações devem tomar medidas para inverter a tendência crescente do consumo per capita. Dentre as vantagens da redução do consumo per capita, além da sustentabilidade hídrica e energética com impactos ambientais benéficos, destaca-se a maior durabilidade das infraestruturas físicas, em especial das tubulações. O estabelecimento de ações contínuas de sensibilização da população para o uso racional da água assegura benefícios em curto, médio e longos prazos, com eficiência e eficácia. Ações relativamente simples para a redução do per capita consistem, por exemplo, em sensibilização da população, incentivos para instalação de dispositivos sanitários de baixo consumo, hidrometração

individualizada em condomínios, adequação de tarifas que penalizem consumos excessivos, entre outros (SNIS, 2018).

Observa-se no Quadro 1, o consumo médio de água no Brasil no ano de 2016 foi de 154,1 litros por habitante ao dia, o que representa uma queda de 4,1% em relação à média dos três anos anteriores. Destaque para a região Nordeste como sendo a região com o menor consumo per capita, e o estado de Pernambuco com 92,3 litros por habitante ao dia é o estado com o menor consumo do país, esse baixo consumo tanto na região nordeste quanto no estado de Pernambuco se justificam não só pela baixa disponibilidade hídrica da região, mas também pelos impactos causados pelo recente período de estiagem vivenciado nos últimos anos e em especial no ano de 2016, que apresentou para a maioria dos estados do Brasil uma considerável diminuição no consumo per capita de água.

Guedes *et al.* (2016) analisaram o comportamento ao longo do tempo do consumo per capita de água dos municípios do nordeste brasileiro bem como a variação desse consumo com a população total, a população urbana e a renda per capita dos municípios. A partir de informações disponibilizadas pelo SNIS e pelo IBGE, foram analisados 1583 dos 1793 municípios do nordeste brasileiro no período de 1995 a 2013, e constataram que para a maioria dos municípios da região o consumo vem crescendo ao longo dos tempos, e este aumento pode estar relacionado ao constante desenvolvimento pelos quais estão passando nos últimos anos, no entanto um grande número de municípios apresenta consumo decrescente, tendo como justificativa o fato do nordeste enfrentar um grande período de escassez de água devido à seca.

Quadro 1 – Consumo médio per capita por estado, região geográfica e Brasil
(Ano base 2016)

Estado/Região	INo22(l/hab.dia)		Variação
	Média últimos 3 anos	Ano 2016	2016/Média últimos 3 anos
Acre	166,1	159,7	-3,9%
Amapá	164,6	178,5	8,4%
Amazonas	166,5	170,4	2,3%
Pará	146,8	143,3	-2,4%
Rondônia	183,6	166,3	-9,4%
Roraima	152,6	152,4	-0,1%
Tocantins	132,6	140,2	5,7%
Norte	154,8	154,5	-0,2%
Alagoas	99,7	96,7	-3,0%
Bahia	113,7	111,3	-2,1%
Ceará	129,5	125,0	-3,5%
Maranhão	165,6	136,5	-17,6%
Paraíba	124,9	113,6	-9,0%
Pernambuco	104,0	92,3	-11,3%
Piauí	138,0	125,7	-8,9%
Rio Grande do Norte	114,9	113,8	-1,0%
Sergipe	121,0	116,6	-3,6%
Nordeste	120,3	112,5	-6,5%
Espírito Santo	189,2	165,1	-12,7%
Minas Gerais	154,1	155,2	0,7%
Rio de Janeiro	252,8	248,3	-1,8%
São Paulo	175,5	166,0	-5,4%
Sudeste	186,0	179,7	-3,4%
Paraná	142,3	137,8	-3,2%
Rio Grande do Sul	158,2	147,7	-6,6%
Santa Catarina	153,2	149,8	-2,2%
Sul	150,7	144,2	-4,3%
Distrito Federal	174,7	150,5	-13,9%
Goiás	143,6	136,8	-4,7%
Mato Grosso	163,5	167,4	2,4%
Mato Grosso do Sul	155,4	153,5	-1,2%
Centro-Oeste	156,1	148,5	-4,9%
Brasil	160,8	154,1	-4,2%

Fonte: SNIS (2018)

Ainda nessa temática de investigar possíveis relações entre o nível de renda per capita e o consumo de água per capita, a pesquisa desenvolvida por Carmo *et al.* (2013) concluíram que as capitais dos estados brasileiros com renda per capita elevada apresentam alto consumo de água, enquanto as com menores renda per capita possuem menor consumo. Para investigar os padrões de consumo residencial de água e sua relação com a renda os autores utilizaram os dados de 2010 disponibilizados pelo IBGE e pelo SNIS, investigando 4417 (de um total de 5178) municípios brasileiros. Através dos resultados obtidos, foi possível identificar áreas onde à esperada e desejada diminuição da pobreza tende a exercer uma maior pressão sobre recursos mais básicos como a água. Assim, mesmo com o decréscimo significativo nas taxas de crescimento populacional, o nível de consumo não apenas seguirá pressionando no sentido de aumentar a demanda por água, como também o fará de forma mais acentuada em certas regiões do país, incluindo algumas onde a escassez de água já representa um problema crônico, como é o caso do Nordeste.

3.4 Perdas de Água

No caminho que a água percorre entre a captação no manancial até o cavalete de entrada do consumidor final, ocorre um grande volume de perdas, seja por conta da própria estrutura deficitária dos equipamentos e redes de distribuição, ou por conta do mau uso da água pelo consumidor final. Nos últimos anos várias pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de identificar e diminuir as perdas nos sistemas de abastecimento.

Conceitualmente, as perdas se dividem em dois grupos, as perdas aparentes e as perdas reais. A distinção entre esses é importante, pois as ferramentas para a gestão e para o combate a cada um desses tipos de perdas é diferente. As perdas aparentes, que também são chamadas de perdas não físicas ou comerciais, estão relacionadas ao volume de água que foi efetivamente consumido mas não foi medido ou contabilizado pela distribuidora de água, gerando perdas de faturamento, são causadas por ligações clandestinas, roubo ou uso ilegal, fraudes nos hidrômetros, erros de leituras

dos hidrômetros e falhas no cadastro comercial. Já as perdas reais são inerentes a todos os sistemas de abastecimento de água e não é possível zerar esse tipo de perda, pois são causadas pelos vazamentos que ocorrem nas tubulações das adutoras e redes de distribuição, nos ramais das ligações prediais, nas ETA e nos extravasamentos de reservatórios (BEZERRA, 2013)

Como já foi dito, as perdas são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água. É um tema muito atual devido à escassez hídrica vivenciada não só no Brasil, mas em muitas regiões no planeta, além da sua relação com a saúde financeira dos prestadores de serviços, que em última instância atinge também o consumidor final, seja pelo preço das tarifas ou mesmo pela disponibilidade de água. Embora já existam programas contínuos e efetivos de avaliação, controle e redução de perdas, o Brasil apresenta um elevado índice de perdas, segundo o (SNIS 2017), a média nacional de perdas na distribuição de água é de 38,1%, e no nordeste esse índice chega a 46,3% em média.

Em estudo realizado em 642 sistemas de abastecimento de água do estado do Ceará de acordo com, Silva (2005), os índices de perdas na distribuição (IPD) de água em sistemas públicos de abastecimento foram em média de 35,2%, enquanto o índice de perdas de faturamento foi de 36,2% e o índice de perda na produção (IPP) foi de 4%. Um aspecto importante foi o elevado percentual de sistemas, cerca de 25%, em que as perdas foram iguais ou superiores a 50%. O estudo ainda possibilitou chegar à conclusão que, caso as perdas sejam reduzidas a 30%, poderá haver incremento de cerca de 39% no volume de água ofertado, podendo este ganho chegar a quase 70% caso seja alcançada uma meta de IPD de 15%. O que evidencia o ganho na oferta de água que pode ser alcançado com um maior controle de perdas.

Carvalho *et al.* (2004) avaliaram o nível de perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Maceió capital do estado das Alagoas, para tal avaliação os autores calcularam os índices de perdas de faturamento (IPF), o índice de perdas na distribuição (IPD) e o índice de vazamento de infraestrutura (ILI), e chegaram à conclusão que parte do déficit financeiro da CASAL, concessionária responsável pela distribuição de água no municipal, está atrelado aos altos índices de perdas apresentados pelos sistemas operados pela empresa. Na cidade de Maceió o IPD chega ao valor de 57,27%

e o IPF a 53,28%, o que evidenciam os elevados índices de perdas no sistema de abastecimento da cidade, mas que também demonstram que em condições normais de abastecimento os Índices de perdas na distribuição e de faturamento apresentam valores relativamente próximos.

Sobreira & Fortes (2016) avaliaram a partir dos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o panorama de perdas de água na distribuição no estado do Piauí do período de 2010 a 2014, e compara-lo ao desempenho da região Nordeste e ao desempenho do Brasil. No período em estudo no estado do Piauí, o maior índice foi no ano de 2011 (59,1%) e o menor em 2014 (49,34%), havendo uma redução de 9,76% no índice de perdas na distribuição, no entanto, ao se comparar com as médias da região NE observa-se que o estado apresenta valores sempre acima da média da região e da média nacional, com a maior diferença entre os índices foi em 2012 (7,24%) e quando comparada à média nacional, vê-se que a diferença chega a (19,7%) em 2011. O que revela que embora nos últimos anos tenha ocorrido uma redução nos índices de perdas de água, não há um efetivo programa de controle de perdas por parte das prestadoras de forma a reduzir tais índices, o que no contexto de escassez física e econômica de recurso, esse tipo de desperdício não pode ser acatado.

3.5 Indicadores de Desempenho

Para conseguir alcançar os seus objetivos no que se referem à gestão, as companhias devem almejar elevados padrões de eficiência e de eficácia. A eficiência mede a otimização na utilização dos recursos por parte da prestadora do serviço. A eficácia mede até que ponto os objetivos de gestão, que devem ser definidos de forma específica e realista, foram cumpridos. Os indicadores de desempenho devem conter em si informações relevantes, sem incorporar toda a sua complexidade, ao mesmo tempo que fornecem medidas quantitativas dos aspectos particulares da companhia, e servem de apoio para o monitoramento da eficiência e eficácia da companhia, simplificando uma análise que seria bem mais complexa e subjetiva se feita de outra maneira. É indispensável que a análise dos indicadores de desempenho seja feita em conjunto, com conhecimento de causa e no contexto no qual

estão inseridos, para evitar interpretações erradas que possam ocorrer devido a análise isolada dos indicadores (ALEGRE, 2004).

Ainda de acordo com Alegre (2004), os indicadores de desempenho trazem consigo uma grande quantidade de vantagens para as entidades gestoras, assim como para seus usuários, tais como:

- ✓ Facilita uma melhor e mais oportuna resposta por parte dos gestores;
- ✓ Permite uma melhor monitorização dos efeitos das decisões de gestão;
- ✓ Permite destacar os pontos fortes e fracos dos diversos setores das entidades gestoras, e assim apoiar a adoção de medidas corretivas para a melhoria da produtividade, dos procedimentos e das rotinas de trabalho;
- ✓ Facilita a implementação de um sistema de Gestão pela Qualidade Total, constituindo um meio de valorização da qualidade global e da eficiência no seio da organização;
- ✓ Permite destacar os pontos fortes e fracos dos diversos sectores das entidades gestoras, e assim apoiar a adopção de medidas corretivas para melhoria da produtividade, dos procedimentos e das rotinas de trabalho;
- ✓ Facilita a implementação de rotinas de “*benchmarking*”, quer internamente à entidade gestora, quer externamente, promovendo melhorias de desempenho;
- ✓ Proporciona uma base técnica de suporte a processos de auditoria;
- ✓ Fornece um quadro de referência comum para comparação do desempenho de entidades gestoras;
- ✓ Permite apoiar a formulação de políticas para o setor da água, no âmbito da gestão integrada dos recursos hídricos;
- ✓ Permite avaliar as prioridades de investimento e apoiar a seleção de projetos e o respectivo acompanhamento.
- ✓ Proporciona um meio de traduzir processos complexos em informação objetiva e de fácil interpretação, transmitindo nomeadamente uma medida da qualidade do serviço prestado.

Costa (2014) destacou que ao estabelecer parâmetros compreensíveis para os indicadores de saneamento, torna-se possível a transformação de

dados brutos em informações que, se transmitidas de maneira correta, tem o poder de incentivar a participação social na cobrança por melhores serviços. Esse procedimento, se propõe a funcionar como um mecanismo de monitoramento e avaliação dos prestadores de serviços de saneamento, induzindo-os a elevados níveis de eficiência e qualidade dos serviços prestados, promovendo o controle social e a transparência nas atividades regulatórias. O uso dos indicadores permite ainda aperfeiçoar e racionalizar as atividades de fiscalização, gerando diagnósticos que postos à disposição dos governos, podem ser utilizados na formulação de políticas públicas no setor de saneamento.

3.6 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

De acordo com informações do site do SNIS, o sistema foi criado no ano de 1996 pelo Governo Federal, e está vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades. O SNIS é atualmente o maior e mais importante sistema de informações sobre saneamento no Brasil, o sistema possui uma extensa base de dados que contém informações e indicadores sobre a prestação de serviços de Água e Esgotos, de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Os dados dos serviços de água e esgoto são fornecidos ao SNIS por companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e até mesmo pelas prefeituras. O SNIS publica anualmente, o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, com informações e indicadores que permitem identificar objetivamente aspectos da gestão desse serviços nos municípios brasileiros.

O SNIS tem o objetivo de fornecer informações para auxiliar as entidades gestoras no(a):

- Planejamento e execução de políticas públicas de saneamento;
- Orientação da aplicação de recursos;
- Conhecimento e avaliação do setor saneamento;
- Avaliação de desempenho dos prestadores de serviços;
- Aperfeiçoamento da gestão;
- Orientação de atividades regulatórias e de fiscalização; e

- Exercício do controle social.

O banco de dados do SNIS vem sendo utilizado por diversos autores com o objetivo de avaliar o desempenho dos sistemas de abastecimento (SILVA, 2005; SOBREIRA & FORTES, 2016; COSTA, 2014; GUEDES *et al.*, 2016). Em se tratando de abastecimento de água, Carmo *et al.* (2011) utilizaram dados do SNIS para identificar tendências que apontam para mudanças no nível de consumo de água Brasil. A pesquisa utilizou basicamente o indicador IN022 do SNIS, que expressa o consumo médio per capita de água expresso em litros por habitante por dia (L/hab./dia). Os resultados obtidos indicam que mesmo com o decréscimo significativo nas taxas de crescimento populacional, o consumo segue aumentando, o que leva a um aumento na demanda por água.

4 METODOLOGIA

O trabalho refere-se à análise do impacto causado pelo racionamento no consumo per capita de água e nas perdas de água na cidade de Caruaru-PE. Para essas análises, foram utilizados os indicadores de desempenho relacionados ao consumo per capita e as perdas, obtidos a partir da série histórica do SNIS, disponibilizados pelo Ministério das Cidades através do site do próprio SNIS nos Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos, documento anual divulgado pelo Ministério e que é considerado o maior banco de dados brasileiro sobre saneamento, é público, gratuito e de fácil acesso. Esses indicadores permitem conhecer e analisar quantitativa os efeitos do racionamento no abastecimento de água.

4.1 Estudo de Caso

A cidade de Caruaru está localizada no interior do estado de Pernambuco, na mesorregião do agreste pernambucano, segundo dados do IBGE Caruaru tem uma população estimada de 356.128 habitantes no ano de 2017, se consolidando como a cidade mais populosa do interior do estado. Caruaru assim como grande parte do estado de Pernambuco está localizada na região hidrográfica do atlântico nordeste oriental e na região Semiárida do Brasil, que é uma região climática caracterizada pelos baixos índices pluviométricos e altos índices de evapotranspiração, o que leva a uns dos piores balanços hídricos do país.

Devido a sua importância econômica e sua massa populacional, a cidade de Caruaru possui uma posição prioritária nas ações de gestão dos recursos hídricos da região, mesmo assim, o período de seca vivenciado desde 2012 no Nordeste Setentrional, tem impactado de forma significativa a população da cidade, a oferta de água foi sendo reduzida ao longo desses anos até chegar ao ponto de um racionamento severo.

Com o longo período de estiagem vivenciado na região, a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) anunciou em 01/05/2015 o início do racionamento de água em 15 cidades do agreste pernambucano, entre elas a cidade de Caruaru, devido à situação crítica que se encontrava a barragem

de Jucazinho, principal fonte de abastecimento de água da região, e que naquela data contava com apenas 7% de sua capacidade de armazenamento, e meses depois a barragem chegou ao colapso total, passando a cidade de Caruaru a ser abastecida exclusivamente pela barragem do Prata. Desde então, embora algumas obras emergenciais tenham sido executadas para interligar outros sistemas de abastecimento, a população caruaruense convive com o racionamento de água. É importante ressaltar que, apesar do racionamento só ter sido oficializado em maio de 2015, a partir do ano de 2014 a região do agreste pernambucano já começava a sofrer as consequências da seca, aos poucos algumas cidades da região começaram a ter a quantidade de água disponibilizada para abastecimento humana progressivamente diminuída, o que nos levar a crer que provavelmente o racionamento na cidade de Caruaru tenha começado de fato já em 2014.

4.2 Seleção dos Indicadores

A pesquisa utilizou os indicadores do SNIS apresentados no Quadro 2. O indicador IN022 expressa o consumo médio per capita de água, e é definido por SNIS 2016, como sendo, o volume de água consumido, excluído o volume de água exportado, dividido pela média da população atendida com abastecimento de água nos últimos dois anos, ou seja, é a média diária por pessoa dos volumes de água utilizado para satisfazer as necessidades domésticas, comerciais, públicas e industriais. Esse foi o indicador utilizado para analisar o impacto causado pelo racionamento no consumo per capita da área em estudo.

Quadro 2 – Indicadores utilizados do SNIS

Indicador	Unidade
IN ₀₂₂ : Consumo médio per capita de água	(L/hab./dia)
IN ₀₁₃ : Perdas de Faturamento	(%)
IN ₀₄₉ : Índice de Perdas Totais na Distribuição	(%)

IN ₀₅₁ : Índice de Perdas Por Ligação	(L/dia/lig.)
--	--------------

Fonte: SNIS (2016)

$$IN_{022} \text{ (L/hab)} = \frac{V_c - V_{Te}}{P_a} * \frac{1000000}{365} \quad [1]$$

onde V_c é o volume de água consumido, V_{Te} é o volume de água tratada exportada e P_a é a população total atendida com abastecimento de água.

Para analisar os impactos causado pelo racionamento nas perdas foram escolhidos três indicadores, o Índice de Perdas Faturamento, o Índice de Perdas na distribuição e o Índice de Perdas Por ligação. O IN013 expressa o Índice de Perdas de Faturamento, e embora não seja um indicador dos mais recomendados para analisar o desempenho entre sistemas diferentes, a sua análise no presente trabalho se mostrou interessante pelo fato de poder analisar ao longo do tempo a relação entre o volume faturado e o volume produzido do sistema em estudo.

$$IN_{013} \text{ (\%)} = \frac{V_P - V_F}{V_P} * 100 \quad [2]$$

onde V_P é o volume produzido (entrada no sistema) e V_F é o volume de água faturado.

Uma grande parte das perdas reais e aparentes em um sistema de abastecimento ocorre na distribuição, por isso o indicador IN049 Índice de Perdas Totais na Distribuição torna-se interessante, pois compara o volume da água disponibilizado para a distribuição e o volume consumido, ou seja, compara o volume medido na saída da ETA com o volume de entrada nos cavaletes das ligações, como pode-se ver na Equação 3.

$$IN_{049} \text{ (\%)} = \frac{V_P - V_{CA}}{V_P} * 100 \quad [3]$$

Onde V_P é o volume produzido (entrada no sistema) e V_{CA} é o volume de consumo autorizado (volume de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido somado com o volume de consumo

estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado).

Este é considerado um indicador básico e não pode ser utilizado para fins operacionais, e o seu uso isolado traz muitas distorções na análise de desempenho e comparação entre sistemas, essas distorções ocorrem principalmente porque não levam em consideração características que implicam diretamente no grau da perda de água dos sistemas, como, por exemplo, topografia, comprimento das tubulações, números de ligações e a forma como o sistema é operado e mantido. Apesar do exposto, é interessante a análise sistêmica dos indicadores de perdas gerais, como o IN049, pois estes mostram com certo grau de fidelidade, as tendências e a evolução das perdas nos sistemas e nas companhias, o que o torna uma ferramenta para o controle e acompanhamento do nível de perdas. De uma maneira geral, índices de perdas superiores a 40% representam um sistema com más condições, os sistemas com índice de perda entre 25% e 40% estariam em condição intermediária e os valores abaixo de 25% indicam um sistema com bom índice de perdas (BEZERRA & CHEUNG, 2013).

O índice de perdas por ligação, referenciado no SNIS como IN051, é classificado como um indicador intermediário e operacional, relaciona o volume disponibilizado e o volume utilizado ao número de ligações ativas (Equação 4). Este é também um indicador volumétrico de desempenho do sistema, pois as magnitudes obtidas através dele incorporam as perdas reais e aparentes. Devido a sua tendência a dar valores muito elevados em áreas com baixa concentração urbana, recomenda-se seu uso em sistemas que possuem um número superior a 20 ligações/Km de rede, que é um valor que ocorre em praticamente todas as áreas urbanas.

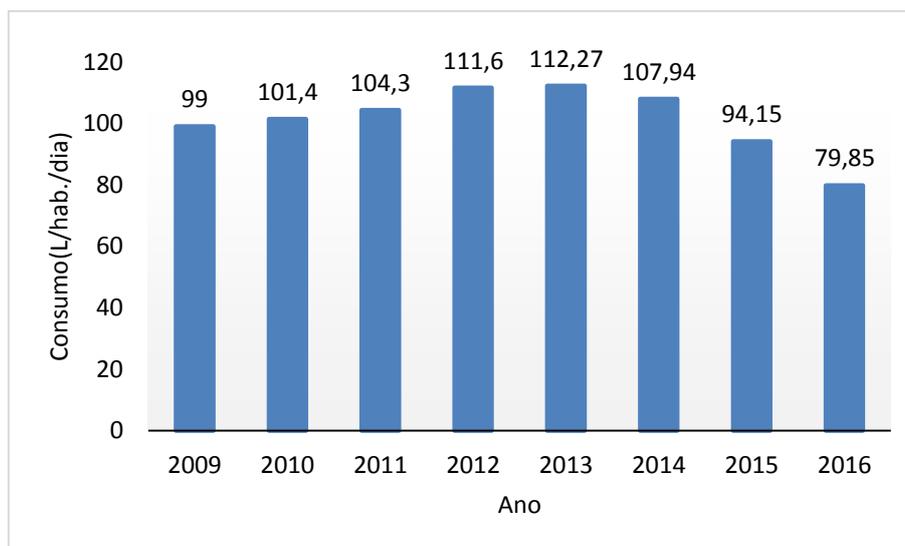
$$IN_{051} (\%) = \frac{V_P - V_{CA}}{LIG} \quad [4]$$

onde V_P é o volume produzido; V_{CA} é o volume de consumo autorizado e Lig é o número de ligações ativas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de Consumo médio per capita no período de 2009 a 2016 são apresentados na figura 3. Percebe-se que a cidade de Caruaru apresentava até o ano de 2013 uma tendência de crescimento no consumo de água, o que de acordo com Guedes *et al.* (2016) é esperado devido ao processo de crescimento populacional e econômico pelo qual a cidade tem passado nos últimos anos. Após o ano de 2014, quando os efeitos da crise hídrica começaram a serem sentidos na região, essa tendência de crescimento do consumo não se consolidou, o que evidência que o racionamento impactou de forma significativa o consumo de água pela população, que foi diminuindo de forma gradativa até o ano de 2016, ano em que o racionamento alcançou seu nível mais crítico.

Figura 3 – Consumo médio per capita de água na cidade de Caruaru-PE

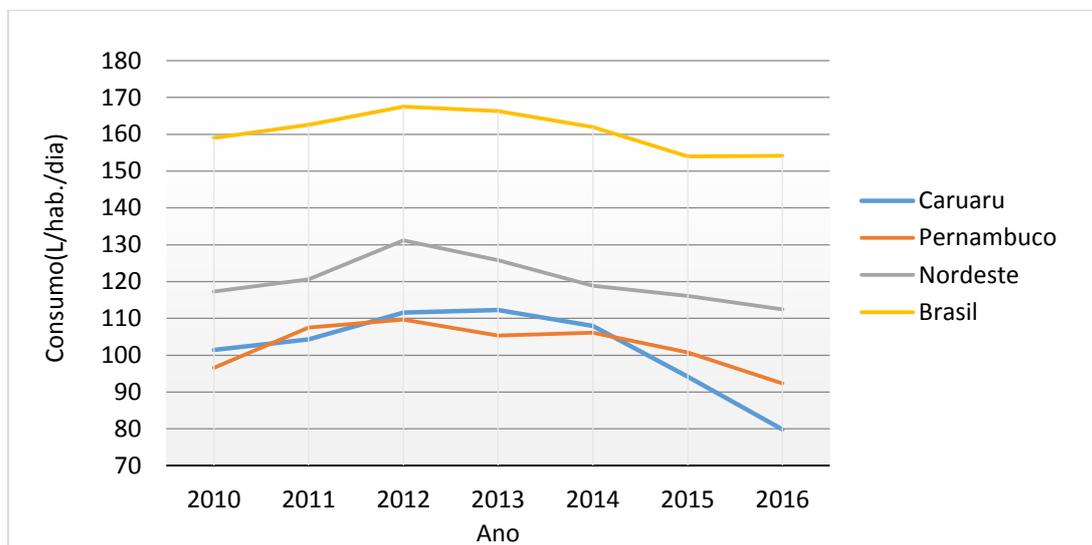


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da série histórica do SNIS

Ainda com relação ao consumo per capita, nota-se por meio a Figura 4, que a cidade de Caruaru desde o ano 2010 tem apresentado consumo próximo à média do estado de Pernambuco e inferior ao consumo médio da região Nordeste e do Brasil. Após o ano de 2014 embora o consumo médio tenha diminuído em todo o país, Caruaru apresentou um declínio mais acentuado do

consumo, o que corrobora com a conclusão de que o racionamento afetou de forma significativa o consumo na cidade.

Figura 4 – Consumo médio per capita de água da cidade de Caruaru, do estado de Pernambuco, região Nordeste e do Brasil.

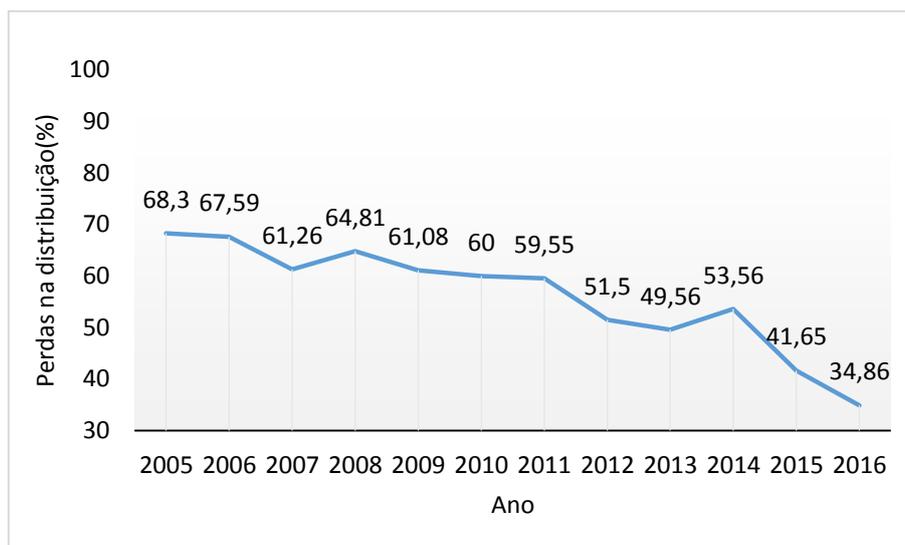


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da série histórica do SNIS

O índice de perdas na distribuição é um indicador importante para o acompanhamento do nível geral de perdas de um sistema. Na Figura 5, podem-se observar os valores do Índice de perdas na Distribuição da cidade de Caruaru no período de 2005 a 2016. Enquanto o consumo per capita apresentava até o ano de 2013 uma tendência de crescimento ao longo dos anos, o índice de perdas na distribuição apresenta, ainda que de forma lenta e não linear, uma tendência de redução das perdas ao longo desses anos.

No entanto o que se observa após o ano de 2014 com a presença do racionamento é uma intensificação dessa tendência de diminuição, chegando a valores bem abaixo da média dos 5 anos anteriores ao racionamento na cidade, que segundo o SNIS (2016), é de 54,8% para a cidade de Caruaru e de 58,31% no estado de Pernambuco. A queda no índice de perdas se justificava pelo fato de que, com o racionamento, a disponibilidade e por consequência a pressão de operação do sistema diminuem, fazendo cair o índice de perdas reais, que representam uma parcela significativa das perdas, outro fator que colabora para a redução das perdas é a intermitência na distribuição de água.

Figura 5 – Perdas na distribuição de água na cidade de Caruaru-PE



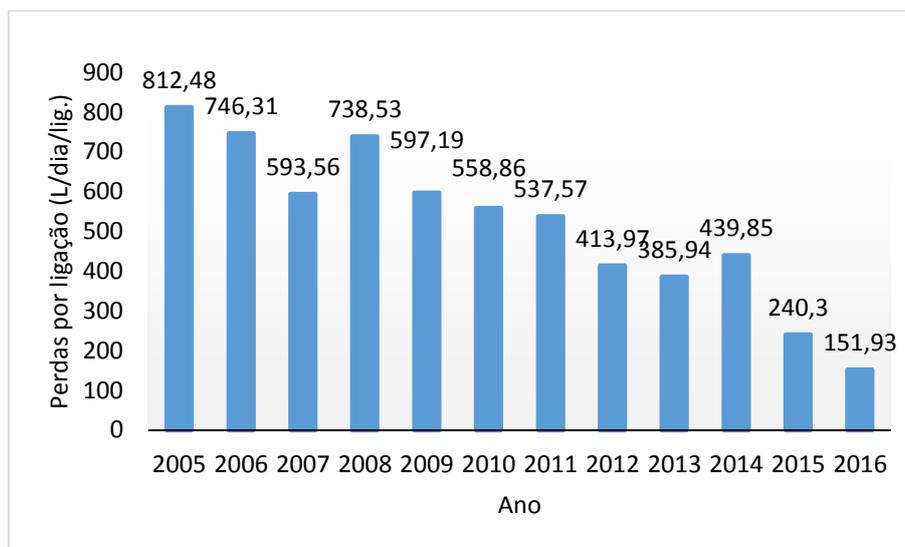
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da série histórica do SNIS

O índice de perdas por ligação é um indicador volumétrico de desempenho, com a sua aplicação é possível analisar o volume de água perdido, tendo em vista que este indicador incorpora as perdas reais e aparentes. Analisando os valores apresentados na Figura 6, percebe-se que assim como o IN022 e IN049, o IN051 apresenta desde o ano de 2005 uma progressiva redução nos seus valores. No entanto o que chama atenção aqui é a redução brusca entre os anos de 2014 e 2016, com os índices de perdas caindo 65,5% em um período de 2 anos, ao passo que, nesse mesmo período o consumo per capita sofreu redução de apenas 26%. O que evidencia o forte impacto causado pelo racionamento nas perdas de água do sistema de abastecimento.

O terceiro e último indicador de perdas analisado foi o Índice de Perdas de Faturamento esse foi o indicador que apresentou maior variação em relação os valores observados antes do período de racionamento (Figura 7). O IN013 caiu de 38,95% em 2014 para apenas 2,35% em 2016, ano em que o racionamento alcançou seus índices mais críticos. Essa redução tão significativa se justifica pelo fato de que, em situação de escassez de água, os volumes disponibilizados e, conseqüentemente, consumidos são menores, e neste cenário muitas economias acabam consumindo um volume de água menor que a tarifa mínima da companhia, logo, acaba pagando por um volume

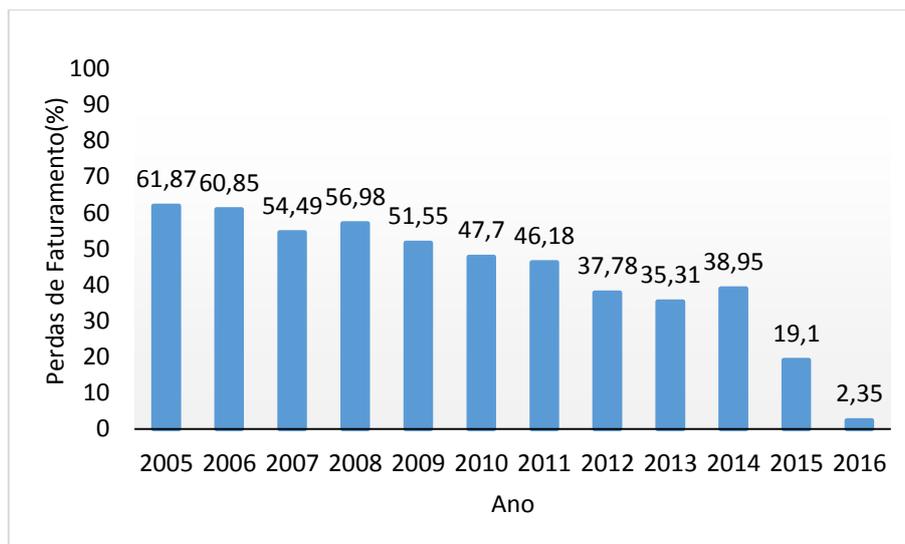
de água maior que o volume de fato consumido. Levando em consideração apenas a relação entre volume produzido e volume faturado, observa-se que o racionamento resulta em ganhos financeiros para a companhia, que no caso em estudo trata-se da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Figura 6 – Perdas de água por ligação na cidade de Caruaru-PE



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da série histórica do SNIS

Figura 7 – Perdas de Faturamento de água na cidade de Caruaru-PE



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da série histórica do SNIS

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos possibilitaram a percepção de que o racionamento interrompeu uma tendência de crescimento que vinha sendo observada na cidade nos anos anteriores ao racionamento, o que de certa forma atrapalha o desenvolvimento econômico da cidade que se encontra em franco crescimento, assim como forçou a população a tomar medidas que visem à adaptação à nova realidade de pouca disponibilidade hídrica.

Com relação às perdas de água, embora os indicadores de perdas já estivessem sofrendo gradativas reduções, ainda que de forma suave, o racionamento acabou por intensificar a redução dos índices de perdas, o que não necessariamente significa uma melhora na operação do sistema, pois a operação do sistema em situação de baixa disponibilidade de água e de forma intermitente, possivelmente reduz os índices de perdas devido à redução da pressão de operação.

Diante deste cenário faz-se necessário o empenho e junção de esforços para o desenvolvimento contínuo de estudos que possam auxiliar as unidades gestoras no intuito de garantir que o sistema de abastecimento da cidade de Caruaru, mesmo operando em situações de escassez de água, seja operado em condições cada vez mais eficientes, possibilitando assim o pleno desenvolvimento econômico da cidade e o pleno abastecimento da população.

REFERÊNCIAS

ALEGRE, H.; WOLFRAM, H.; Baptista, J. M.; PARENA, R. **Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água**. Tradução e adaptação por: Patrícia Duarte, Helena Alegre e Jaime Melo Baptista. Lisboa: LNEC e IRAR, 2004.

ANA – AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: relatório pleno. Brasília- DF, 2017.

ANA – AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Vamos Cuidar da Água!**. Brasília-DF. 2014a.

ANA – AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Utilizações da Água**. Brasília-DF. 2014b.

BEZERRA, S. T. M.; CHEUNG, P. B. Perdas de água: **Tecnologias de Controle**. 1ª edição. João Pessoa: Editora da UFPB, 2013

CARDOZO, R. M. D.; DEMANBORO A. C. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade na Bacia do Rio Piracicaba – Sustentabilidade Hídrica Através de Dispositivos Poupadores de Água**. Campinas, SP. 2010.

CARMO, R. L.; DAGNINO, R. S.; FEITOSA, F. F.; JOHANSEN, I. C.; CRAICE, C. **População e consumo urbano de água no Brasil: Interfaces e desafios**. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves, 2013

CARMO, R. L.; DAGNINO, R. S.; JOHANSEN, I. C. **Transição demográfica e do consumo urbano de água no Brasil**. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 31, n. 1, p. 169-190, 2011.

CARVALHO, P.; SILVA DE CARVALHO; PEDROSA. **Estudos sobre perdas no sistema de abastecimento de água na cidade de Maceió**. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2004.

COSTA, S. A. B. **Indicadores em Saneamento: Análise da Prestação dos Serviços de Água e de Esgoto no Brasil**. XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Natal, RN. 2014.

FERREIRA; FIGUEIREDO, **Promovendo a participação social e o debate sobre seca e gestão de recursos hídricos no Rio Grande do Norte.** I Congresso Internacional da diversidade do semiárido. Rio Grande do Norte, 2016.

GUEDES, A.; CHAVES. **Análise do consumo per capita de água em municípios do nordeste do Brasil.** Campina Grade, PB. 2016.

SILVA. **Perda de água em sistemas públicos de abastecimento no Ceará.** Fortaleza, CE. 2005.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016.** Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2018.

SOBREIRA; FORTES, **Utilizando dados do sistema nacional de informações sobre saneamento- SNIS: Um panorama dos índices de perdas na distribuição.** VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Campina Grande, PB, 2016.

ZANELLA, L. **Economia de água.** Revista Notícias da Construção, pp. 60-61, 2014.