



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

ALBERTO CÉSAR DO NASCIMENTO SILVA

**PANORAMA DE PERDAS EM SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BRASIL**

**CAMPINA GRANDE – PB
2015**

ALBERTO CÉSAR DO NASCIMENTO SILVA

**PANORAMA DE PERDAS EM SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira

**CAMPINA GRANDE – PB
2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586p Silva, Alberto César do Nascimento.
Panorama de perdas em sistemas de abastecimento de água no Brasil [manuscrito] / Alberto Cesar do Nascimento Silva. - 2015.
40 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.

"Orientação: Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

1. Água. 2. Sistema de abastecimento. 3. Combate às perdas. 4. Recursos hídricos. I. Título.

21. ed. CDD 333.91

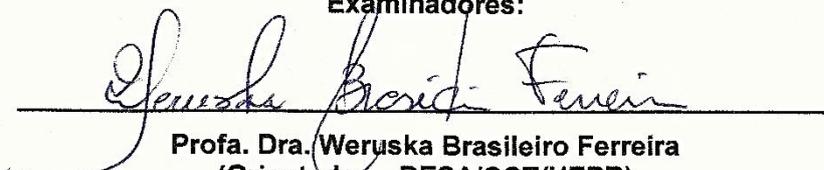
ALBERTO CÉSAR DO NASCIMENTO SILVA

PANORAMA DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Aprovado em: 20/02/2015

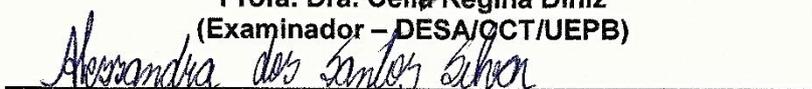
Examinadores:



Prof. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira
(Orientador – DESA/CCT/UEPB)



Prof. Dra. Célia Regina Diniz
(Examinador – DESA/CCT/UEPB)



Profa. Ma. Alessandra dos Santos Silva
(Examinadora – DESA/CCT/UEPB)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que permitiu que tudo isso fosse possível, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos, é o maior mestre que alguém pode ter.

A Universidade Estadual da Paraíba, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro com um horizonte superior, enfatizada pela acentuada confiança no mérito e ética nela presente.

À minha orientadora, Weruska Brasileiro Ferreira, por me proporcionar oportunidades e pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Agradeço também a minha esposa, Andréa Maciel Dantas, que de forma especial e carinhosa me deu forças e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades, quero agradecer também a minha mãe, Maria Cleusa do Nascimento Silva, e aos meus irmãos, que iluminaram de maneira especial os meus pensamentos me levando à busca de mais conhecimentos.

PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

RESUMO

O combate às perdas em sistemas de abastecimento de água implica na redução do volume de água não contabilizada, exigindo a adoção de medidas que permitam a redução destas perdas, conservando-as em um nível aceitável, levando em consideração a viabilidade técnico-econômica das ações de combate as perdas. Uma das ferramentas usadas que ajudam a decidir quais são as melhores ações à serem empregadas é o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos que é elaborado com base em dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, referente ao ano de 2012. Esta pesquisa analisa alguns aspectos importantes dos prestadores de serviço do sistema nacional de abastecimento de água, feitas a partir das informações contidas no relatório do SNIS 2012, sem a pretensão de esgotar a ampla possibilidade de avaliações que o conjunto de dados do sistema permite. Com um bom plano de ação contra as perdas no abastecimento são vários os benefícios, por exemplo: economia no uso de produtos químicos, energia elétrica, compra de água bruta, mão de obra e outros insumos. Além disso, a empresa pode redirecionar investimentos para atender ao aumento da demanda decorrente do crescimento populacional e a modernização do seu sistema.

PALAVRA-CHAVE: Água. Sistema de abastecimento. Combate às perdas.

ABSTRACT

The process of combat of losses in water`s supply systems implies the reduction of unaccounted water volume, demanding the adoption of measures to reduce these losses, keeping them at an acceptable level, taking into account the technical and economic feasibility of actions in this combat. One of tools that is used to help decide which are the best stocks to be used is the diagnosis of the Water and Sewage Services which is prepared based on data from the National Sanitation Information System - SNIS. This research examines some important aspects of national system service providers of water, made from the information contained in the SNIS 2012 report, with no claim to exhaust the possibility of wide reviews that the system data set allows. Using a good plan of action against the losses in supply are several benefits, for example: economy in the use of chemicals products, electricity, purchase of raw water, labor and other inputs. In addition, the company can redirect investments to meet the increased demand resulting from population growth and the modernization of its system.

KEYWORDS: Water. Supply system. Combat losses.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	06
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	08
2.1 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	08
2.2 CONSUMO MÉDIO <i>PER CAPITO</i> DE ÁGUA	09
2.3 PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	11
2.3.1 Perdas reais	11
2.3.2 Perdas Aparentes	13
2.3.3 Origens das perdas e suas causas.....	13
2.4 MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DAS PERDAS.....	14
2.5 INDICADORES DE PERDAS.....	16
2.6 CONTROLE DAS PERDAS	18
3 METODOLOGIA	20
4 RESULTADOS	21
4.1 PERDAS DE ÁGUA NA DISTRIBUIÇÃO	21
4.2 ÍNDICES DE HIDROMETRAÇÃO	24
4.3 PERDAS FINANCEIRAS DECORRENTES	25
4.4 ENTRAVES AO INVESTIMENTO EM SANEAMENTO.....	31
5 DISCUSSÃO	32
5.1 SOLUÇÕES AMBIENTAIS.....	32
5.2 COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA	33
5.3 LIMITES ECONÔMICOS E LIMITES TÉCNICOS DE CONTROLE	35
5.4 POTENCIAL DE GANHO COM MEDIDAS DE REDUÇÃO DE PERDAS	35
6 CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A água é um requisito indispensável à manutenção da vida no nosso planeta. Entretanto, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente 1 bilhão de pessoas vivem em regiões onde inexitem redes de abastecimento de água, e cerca de 2,4 bilhões não têm acesso a redes de coleta de esgoto. Como consequência, aproximadamente 2,2 milhões de pessoas que vivem em países em desenvolvimento morrem todo o ano por doenças associadas diretamente à má qualidade da água, saneamento básico inadequado e/ou falta de higiene, atingindo principalmente crianças (BRASIL, 2007).

Embora a água seja fundamental para todas as formas de vida, sua importância nem sempre é percebida, sendo desperdiçada e poluída, alterando a sua qualidade e disponibilidade. De acordo com Medeiros (2005) o cuidado com a água deve ser uma preocupação não mais exclusiva dos que vivem em regiões consideradas áridas ou semiáridas, mas de todos os seres humanos do planeta.

Cerca de $\frac{3}{4}$ da superfície do planeta Terra é coberta por água (REBOUÇAS et. al. 2002). A maior parte da água é salgada, está congelada ou localizada em lençóis subterrâneos. Segundo Rebouças et. al.; (2002) apenas 0,16% encontram-se em rios, lagos e outros reservatórios, com possibilidade de ser tratada mais facilmente, para ser consumida pelo homem.

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD (2006), uma em cada cinco pessoas dos países em desenvolvimento não tem acesso a uma fonte de água melhorada ou bem tratada, o que equivale a 1,1 milhões de pessoas no mundo. A escassez que se encontra no coração da crise mundial da água tem as suas raízes no poder, na pobreza e na desigualdade, não na disponibilidade física. A real crise está no domínio da água, milhões de famílias de países em desenvolvimento não possuem acesso a água de boa qualidade nem dispõem de saneamento básico (PNUD, 2006).

Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referente ao ano de 2012, no Brasil, somente 82,7% dos domicílios têm abastecimento com água potável e apenas 48,3% têm rede de esgotos, que nem sempre terminam em estações de tratamento, apenas 69,4% dos esgotos coletados são tratados.

O elemento água é fundamental para qualquer ser vivo e para que estes realizem suas atividades diárias (MARTINEZ; GALERA, 2011). O Brasil possui a vantagem de dispor de abundantes recursos hídricos. Porém, apresenta também a tendência desvantajosa de desperdiçá-los (TUNDISI et. al.; 2008). O país detém 12% da disponibilidade hídrica mundial, sendo, em termos quantitativos, um dos países mais ricos do mundo em águas doces (FREITAS, 1999). Porém, este recurso apresenta distribuição heterogênea, por exemplo, a região Norte, com 8,3% da população, dispõe de 78% da água do país, enquanto o Nordeste, com 27,83% da população, tem 3,3% (SILVA, 2012). Algumas regiões do mundo são marcadas pela pouca chuva e escassez deste recurso, e no Brasil, a região Nordeste, está incluída entre essas áreas que possuem um baixo índice pluviométrico (SILVA, 2012).

O Nordeste brasileiro possui 1,56 milhões de km² (18,2% do território nacional) e sua população ultrapassa os 53 milhões de habitantes ou 27,83% da população do país (IBGE, 2011). Esta região é caracterizada por secas periódicas prolongadas que tendem a ocorrer a cada cinco ou dez anos.

O SNIS 2012 evidencia que, a Região Nordeste apresenta um índice de perda na distribuição de 44,6%, o segundo maior índice das regiões brasileiras, ficando atrás apenas da Região Norte com 49,3%.

Segundo Santos et. al.; (2007), para resolver ou no mínimo atenuar o problema de abastecimento de água para o uso familiar na Região Nordeste, é necessário dispor de tecnologias que reúnam as condições de baixo custo, resistência e simplicidade na construção.

Assim percebe-se a importância da utilização da água de forma prudente e racional, evitando o desperdício e sua poluição.

O objetivo desse trabalho é:

- ✓ Apresentar um levantamento e discutir a problemática das perdas no sistema de abastecimento de água no Brasil;
- ✓ Estudar e avaliar as perdas físicas nos sistemas de abastecimento de água conforme o SNIS 2012;
- ✓ Fazer um panorama das perdas financeiras decorrentes das perdas físicas nos estados brasileiros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

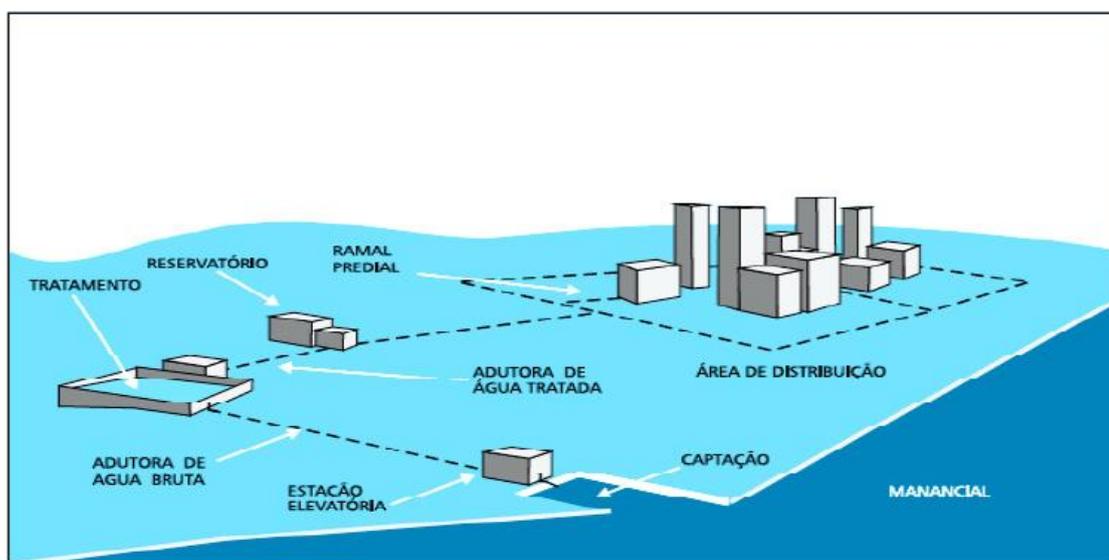
2.1 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Na história da civilização humana, Roma foi pioneira na condução de água limpa à cidade através de aquedutos. Nessa época, por ser considerada importante, a qualidade da água era confiada a um magistrado auxiliado por dois técnicos. Em Pompeia, destruída pelo Vesúvio no ano 79 DC, evidências, através de escavações, mostraram uma rede de distribuição de água em canalização de chumbo, para as residências de toda a cidade (LANDI, 1993).

O sistema de abastecimento de água para consumo humano é definido, conforme a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde como sendo uma instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinados à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, através de redes de distribuição, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão (BRASIL, 2011).

Tal sistema é constituído, de forma geral, das seguintes unidades: manancial, captação, adutoras de água bruta e tratada, estações elevatórias, estações de tratamento (ETA), reservatórios de água bruta e tratada e a rede de distribuição (Figura 1).

Figura 1 – Esquema geral de um sistema de abastecimento de água.



Fonte: Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade de água para consumo humano (BRASIL, 2006).

A rede de distribuição é conceituada pela Portaria 2.914/2011 como parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável, até as ligações prediais (BRASIL, 2011). De forma semelhante, a NBR 12.218 (ABNT, 1994) que fixa as condições exigidas na elaboração de projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, define a mesma como parte do sistema de abastecimento de água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendadas.

2.2 CONSUMO MÉDIO *PER CAPITA* DE ÁGUA

A cota per capita de água é geralmente calculada pelos prestadores de serviço de saneamento, responsáveis pelo abastecimento, com base em suas características operacionais e nos padrões de consumo de cada região, como sendo o volume total distribuído, medido ou estimado, dividido pela população total servida, em um período de tempo. De forma geral é expressa em $L^{*}(\text{hab.dia})^{-1}$ (OLIVEIRA; LUCAS FILHO, 2003).

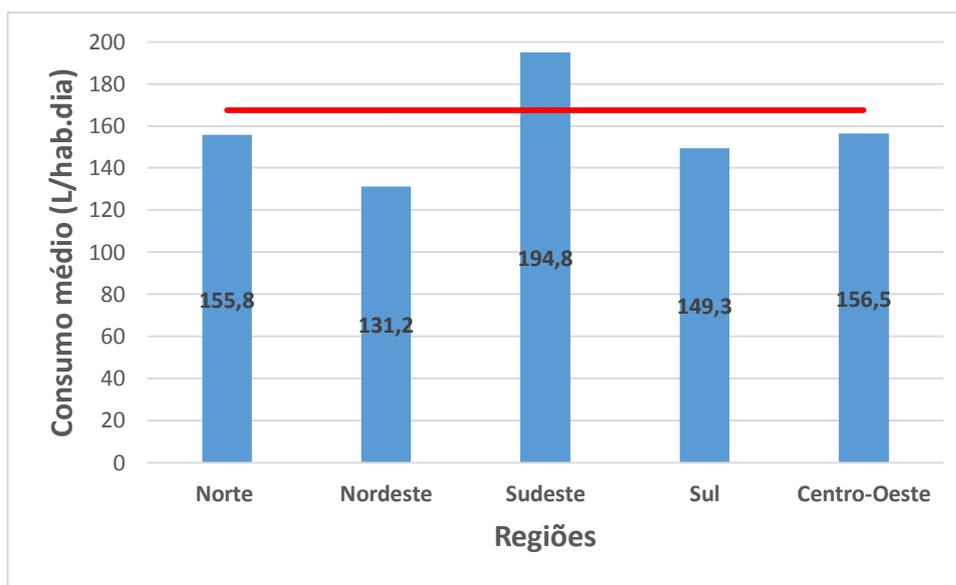
Em seu relatório, o SNIS 2012 diz que o consumo médio *per capita* de água é a média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial. É uma informação importante para as projeções de demanda, para o dimensionamento de sistemas de água e de esgotos, e para o controle operacional.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece o consumo mínimo *per capita* de 100 litros diários de água - o suficiente para uma pessoa saciar a sede, ter uma higiene adequada e preparar os alimentos. A necessidade de água, porém, é abundante também em outros produtos que fazem parte do dia a dia. Segundo a *Water Footprint Network*¹, são necessários 10 litros para produzir uma folha de papel, 300 mil litros para fabricar uma tonelada de aço e 109 litros para produzir um copo de vidro. A fabricação de um automóvel absorve 400 mil litros de água e uma barra de chocolate é resultado de um processo que consome 1.700 litros de água.

¹ *WATER FOOTPRINT NETWORK*. Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: estabelecendo o padrão global / Arjen Y. Hoekstra et al.; 2011. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/downloads/ManualDeAvaliacaoDaPegadaHidrica.pdf>> . Acesso em 10 de fev. 2015.

Através do Gráfico 1, pode-se observar que a única região com consumo médio acima da média brasileira (167,5 L/(hab.dia) representada pela linha vermelha) é a Região Sudeste.

Gráfico 1 - Consumo médio *per capita* das regiões geográficas do Brasil e a média brasileira no ano de 2012.



Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – SNIS (2012).

O Rio de Janeiro é o Estado com o maior consumo per capita de água do país, segundo dados do SNIS. Em 2012, os fluminenses consumiram cerca de 244,1 litros de água por dia, mais de duas vezes o recomendado pela ONU (Organização das Nações Unidas), que considera suficientes 110 litros de água por pessoa (PNUD/ONU, 2006). Com relação aos demais 27 Estados da federação, o Maranhão com 219,6 L*(hab.dia)⁻¹; o Amapá com 198,5 L*(hab.dia)⁻¹; o São Paulo L*(hab.dia)⁻¹; o Espírito Santo com 190,3 L*(hab.dia)⁻¹; o Distrito Federal com 188,8 L*(hab.dia)⁻¹ e Rondônia com 183,0 L*(hab.dia)⁻¹ apresentaram em 2012 um consumo maior que a média do país.

Já os Estados com menor consumo do país foram: Pernambuco com 109,7 L*(hab.dia)⁻¹; Bahia com 118,1 L*(hab.dia)⁻¹; Rio Grande do Norte com 121,3 L*(hab.dia)⁻¹; Sergipe com 124,0 L*(hab.dia)⁻¹ e Ceará com 125,8 L*(hab.dia)⁻¹. Todos pertencentes a Região Nordeste, a região com menor consumo, com média de 131,2 L*(hab.dia)⁻¹. Este valor é 36,3 L*(hab.dia)⁻¹ menor que a média nacional, valor este que representa 21,7% da média do país.

2.3 PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013), o conceito de perdas de água nos sistemas pode ser dividido em dois tipos:

- ✓ Perda de água física ou real – ocorre quando o volume de água tratado disponibilizado no sistema de distribuição é perdido antes de chegar ao consumidor final. São ocasionados por vazamentos nas adutoras e nas redes de distribuição, extravasamento de reservatórios, e nos processos operacionais como lavagem dos filtros e descargas na rede.
- ✓ Perda comercial ou aparente – ocorre quando o volume utilizado não é devidamente computado nas unidades de consumo, sendo cobrado de forma inadequada. Tais perdas podem ocorrer por erros de medição dos hidrômetros, ligações clandestinas, violação nos hidrômetros e falhas nos cadastros comerciais.

Em cada fase há condições específicas que fazem preponderar um ou outro tipo de perda, que ditarão as ações mais adequadas à prevenção e correção dos fatores que ocasionam o surgimento das perdas (TSUTIYA, 2005).

2.3.1 Perdas Reais

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental afirma que as perdas reais compreendem os vazamentos de água existentes no sistema até o medidor do cliente (SNSA, 2008). A Figura 2 apresenta a classificação dos vazamentos e o Quadro 1 sintetiza as características significativas dos tipos de vazamentos.

Figura 2 – Classificação dos vazamentos.



Fonte: Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento: guia do profissional em treinamento: nível 2 – SNSA, 2008.

Quadro 1 – Características dos vazamentos.

Tipos de vazamentos	Características
Inerentes	Vazamento não visível, não detectável, baixas vazões e longa duração.
Não visíveis	Detectável, vazões moderadas, duração dependendo da frequência da pesquisa de vazamentos
Visíveis	Afloramento, altas vazões e curta duração

Fonte: LAMBERT et. al.; (2000).

Ainda segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA (2008) os vazamentos ocorrem em diversas partes do sistema de abastecimento de água, tais como:

- ✓ Nas captações de água;
- ✓ Nas adutoras de água bruta e tratada;
- ✓ Nas estações de tratamento de água;
- ✓ Nas estações elevatórias de água bruta e tratada;
- ✓ Nos reservatórios;
- ✓ Nas redes de distribuição de água;
- ✓ Nos ramais prediais e cavaletes.

2.3.2 Perdas Aparentes

As perdas aparentes compreendem as perdas não-físicas de água do sistema de abastecimento de água. Contabiliza todos os tipos de imprecisões associadas às medições da água produzida e da água consumida, e ainda o consumo não-autorizado por furto ou uso ilícito. As perdas aparentes podem ser influenciadas por fatores sociais e culturais, influências políticas, financeiras, institucionais e organizacionais.

2.3.3 Origens das perdas e suas causas

Qualquer administração é ciente que a redução de perdas físicas permite diminuir os custos da produção - mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros - e utilizar as instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor (TSUTIYA, 2005).

Observando diversos trabalhos e pesquisas sobre o tema, conclui-se que o combate às perdas implica a redução do volume de água não contabilizada, exigindo a adoção de medidas que permitam reduzir as perdas físicas e não físicas, e mantendo-as permanentemente em nível adequado, considerando a viabilidade técnico-econômica das ações de combate as perdas em relação ao processo operacional de todo sistema (TSUTIYA, 2005).

As origens e magnitudes das perdas reais por subsistema podem ser representadas esquematicamente, conforme o Quadro 2.

Já o Quadro 3, representa um esquema das perdas aparentes e suas causas.

Quadro 2 – Origem e magnitude das perdas reais.

PERDAS REAIS	Subsistema	Origem	Magnitude
	Adução de água	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros Descarga de lodo	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Adução de água tratada	Vazamento nas tubulações Limpeza do poço de sucção Descargas	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e das pressões

Fonte: Tsutiya (2005).

Quadro 3 – Origem e magnitude das perdas aparentes.

PERDAS APARENTES	Origem	Magnitude
	Ligações clandestinas/irregulares Ligações não hidrometradas Hidrômetros parados Hidrômetros que submedem Ligações inativas reabertas Erros de leitura Número de economias errado	Podem ser significativas, dependendo de: Procedimentos cadastrais e de faturamento, manutenção preventiva, adequação de hidrômetros e monitoramento do sistema.

Fonte: Tsutiya (2005).

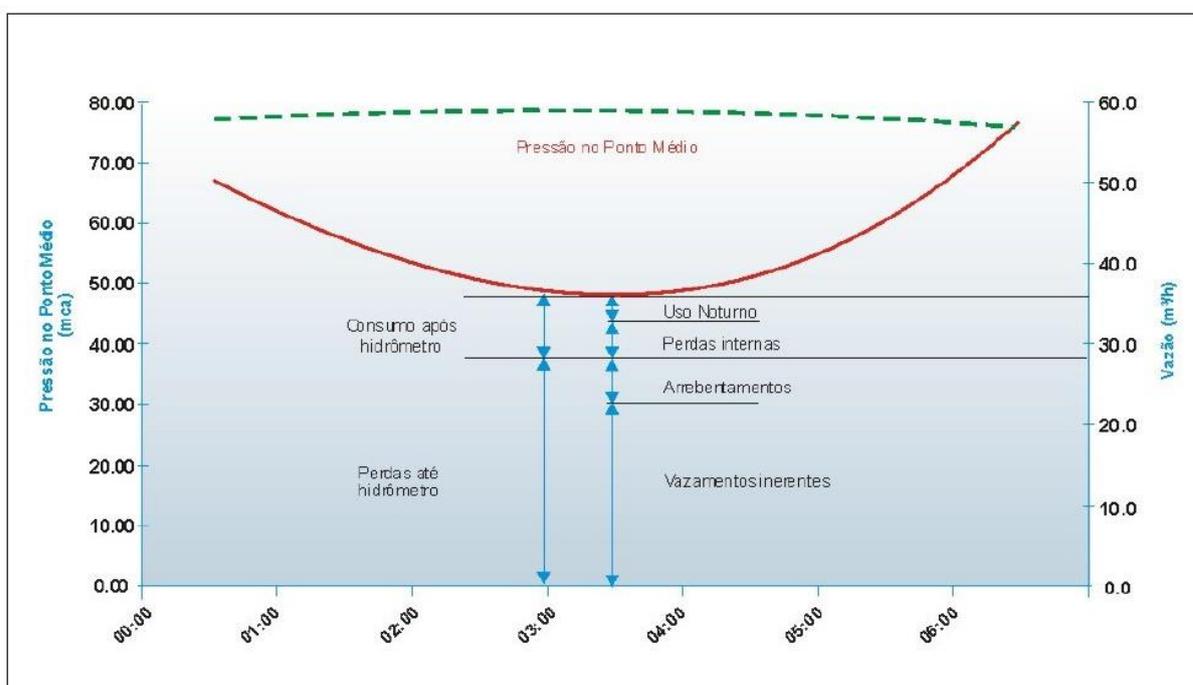
2.4 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE PERDAS

Segundo Arikawa (2005), a quantificação de perdas reais é calculada através da diferença entre o volume disponibilizado ao sistema e o volume autorizado. Entretanto, o rateio entre perdas reais e perdas aparentes é mais complexo, e exige a adoção de diversas hipóteses ou pesquisas em campo.

Os principais métodos para a avaliação de perdas reais são:

- ✓ **Método de balanço hídrico:** é utilizada a matriz do balanço de água, sendo que os volumes perdidos são calculados a partir dos dados de macromedição e micromedição e de estimativas para determinar os valores não medidos. São feitas hipóteses para determinar as perdas aparentes e, por diferença, determinam-se as perdas reais.
- ✓ **Método das vazões mínimas noturnas:** através de medições noturnas determina-se o consumo mínimo que é denominada vazão mínima noturna, pois no momento de sua ocorrência, normalmente entre 3:00 e 4:00 horas, há pouco consumo a parcela significativa do seu valor refere-se às vazões dos vazamentos. Para obter a vazão dos vazamentos através da vazão mínima noturna, é necessário o conhecimento dos elementos que compõem essa vazão. Os componentes da mínima vazão noturna são: consumo noturno residencial, consumo noturno não-residencial, consumo noturno excepcional, perdas noturnas após hidrômetro e perdas reais na rede de distribuição de água. A Figura 3 apresenta os componentes da mínima vazão noturna, de acordo com Arikawa (2005).

Figura 3 – Componentes da mínima vazão noturna.



Fonte: Arikawa (2005).

A vazão dos vazamentos é altamente influenciada pela pressão, e quando a medição é realizada no período noturno, o valor da pressão é muito alto ocasionando vazamentos acima dos valores observados durante o dia. Para solucionar esse fato, utiliza-se o fator noite/dia, que é um número, dado em horas por dia, que multiplicado pela vazão dos vazamentos (extraída da vazão mínima noturna) resulta no volume médio diário de vazamentos.

Também segundo Arikawa 2005, as perdas aparentes podem ser obtidas subtraindo-se as perdas reais do valor da perda total.

As principais formas de se obter as perdas aparentes são:

- ✓ **Método do balanço hídrico:** é utilizada a matriz do balanço de água. Nesse caso, admite-se conhecido as perdas reais para se obter as perdas aparentes.
- ✓ **Estudos e pesquisas específicas:** para os macros medidores e micro medidores são realizados ensaios em bancada ou “*in loco*” para determinação de erros de medição. A avaliação dos volumes perdidos devido a gestão comercial, fraudes e falhas de cadastro, deve-se basear no histórico do sistema comercial da prestadora de serviço, se as tiver, caso contrário, poderá utilizar dados de outras empresas.

2.5 INDICADORES DE PERDAS

Gomes, (2009), diz que a quantificação das perdas reais e aparentes deve ser realizada através de indicadores. O mais empregado é o indicador percentual (IP), que relaciona o volume total perdido (reais mais aparentes) com o volume total aduzido ao sistema, totalizados ao longo de um ano (Equação 1.1). De acordo com o SNIS 2012 este indicador, embora largamente empregado, é inadequado para avaliação de desempenho operacional, uma vez que ele é fortemente influenciado pelo consumo. Ou seja, para um mesmo volume de água perdida, quanto maior o consumo menor o índice de perdas em percentual. Além disso, esse indicador imprime uma característica de homogeneidade aos sistemas, que não ocorre na prática, pois determinados fatores que impactam sobre as perdas são diferentes de sistema para sistema, tais como, a pressão de operação, a extensão de rede e a quantidade de ligações atendidas.

$$IP(\%) = \frac{\text{Volume perdido}}{\text{Volume produzido}} \times 100 \quad (1)$$

O indicador que dá ideia da ineficiência do sistema, em termos econômicos, é o índice de perdas de faturamento (Equação 1.2), dado em percentagem, que, segundo o SNIS (2012) é expresso por:

$$IP_f = \frac{\text{Volume (produzido+importado-de serviço)} - \text{Volume faturado}}{\text{Volume de água (produzido+importado-de serviço)}} \quad (2)$$

O índice de perdas de faturamento não é um bom indicador, como medida do desempenho do sistema, por não apresentar sensibilidade para variações nos níveis de consumo, níveis de pressão, densidade de ligação e variações no tempo de abastecimento médio (horas/dia).

Outros três indicadores de perdas comumente utilizados são o índice de perdas na distribuição (IP_d), por ligação por dia (IP_L) e o índice de perda de água por extensão de rede (IP_e), representados pelas equações 1.3, 1.4 e 1.5 respectivamente.

$$IP_d = \frac{\text{Volume (produzido+importado-de serviço)} - \text{Volume consumido}}{\text{Volume de água (produzido+importado-de serviço)}} \quad (3)$$

$$IP_L = \frac{\text{Volume perdido anual}}{\text{Nº de ligações} \times 365} \text{ (L/ligação/dia)} \quad (4)$$

$$IP_e = \frac{\text{Volume perdido anual}}{\text{Extensão de rede} \times 365} \text{ (m}^3\text{/Km de rede/dia)} \quad (5)$$

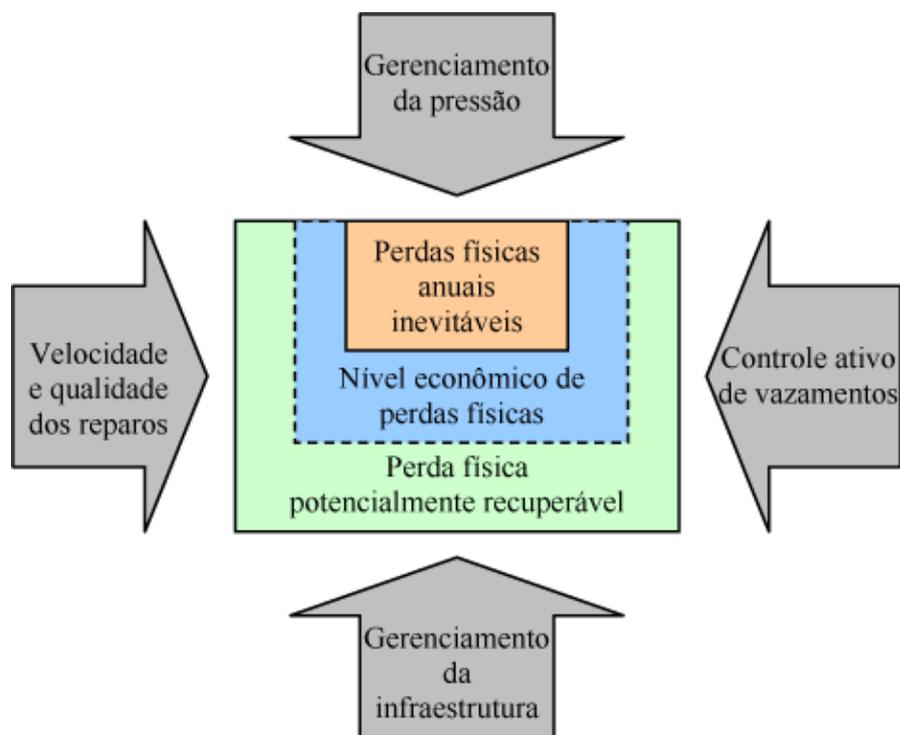
Os indicadores de perdas do SNIS (2012) não são relacionados com o tempo de abastecimento médio do sistema de distribuição de água (horas/dia). Este aspecto pode conduzir a interpretações errôneas, pois sistemas com maiores tempos de intermitência do abastecimento e, por conseguinte, com piores qualidades de serviço, podem apresentar indicadores de perdas menos desfavoráveis (GOMES, 2009).

2.6 CONTROLE DAS PERDAS

Lambert et. al.; (2000) constataram que o efetivo controle de perdas físicas é feito por meio de quatro atividades complementares (Figura 4):

- ✓ Gerenciamento de pressão: procura minimizar os excessos das pressões do sistema e a faixa de duração de pressões máximas, enquanto assegura os padrões mínimos de serviço para os consumidores. Esses objetivos são atingidos pelo projeto específico de setorização dos sistemas de distribuição, pelo controle de bombeamento direto na rede (*boosters*) ou pela introdução de Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs).
- ✓ Controle ativo de vazamentos: opõe-se ao controle passivo, que é, basicamente, a atividade de reparar os vazamentos apenas quando se tornam visíveis. A metodologia mais utilizada no controle ativo de vazamentos é a pesquisa de vazamentos não-visíveis, realizada por meio da escuta do solo (por geofones mecânicos ou eletrônicos e correlacionadores). Essa atividade reduz o tempo de vazamento, ou seja, quanto maior for a frequência da pesquisa, maior será a taxa de vazão anual recuperada. Uma análise de custo-benefício pode definir a melhor frequência de pesquisa a ser realizada em cada área.
- ✓ Velocidade e qualidade dos reparos: desde o conhecimento da existência de um vazamento, o tempo gasto para sua efetiva localização e seu estancamento é um ponto chave no gerenciamento das perdas físicas. Entretanto, é importante assegurar que o reparo seja bem realizado. Uma qualidade ruim do serviço irá fazer com que haja uma reincidência do vazamento horas ou dias após a repressurização da rede de distribuição.
- ✓ Gerenciamento da infraestrutura: a prática das três atividades mencionadas anteriormente já traz melhorias à infraestrutura. Portanto, a substituição de trechos de rede só deve ser feita quando, após a realização das outras atividades, ainda se detectarem índices de perdas elevados na área, pois o custo da substituição é muito oneroso.

Figura 4 – Estratégia de controle de perdas de água.



Fonte: Lambert et. al.; (2000)

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa exploratória documental foi realizada através de pesquisas ao Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos com base em dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, referente ao ano de 2012 em sua décima oitava edição, divulgado anualmente pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (SNSA/MCidades), podendo ser acessado exclusivamente pela internet através do site www.snis.gov.br.

Esta pesquisa analisa alguns aspectos importantes da prestação dos serviços, feitas a partir das informações e indicadores que compõem a base de dados do SNIS 2012. Tais análises correspondem a um esforço de avaliação dos serviços do sistema de abastecimento de água no Brasil quanto as suas perdas, sem a pretensão de esgotar a ampla possibilidade de avaliações que o conjunto de dados do sistema permite.

4 RESULTADOS

4.1 PERDAS DE ÁGUA NA DISTRIBUIÇÃO

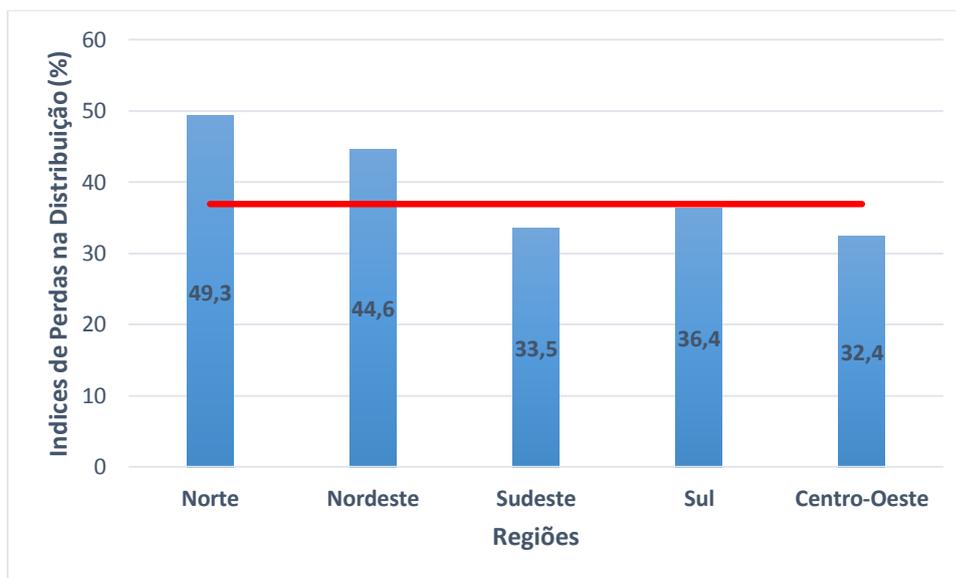
Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, referente ao ano de 2012, o cenário brasileiro de perdas de água no setor de saneamento é bastante problemático. A média brasileira de perdas de água é de aproximadamente 40% (incluindo perdas reais e aparentes), mas em algumas empresas de saneamento essas perdas superam 60%. O elevado índice de perdas de água reduz o faturamento das empresas e, conseqüentemente, sua capacidade de investir e obter financiamentos.

Os municípios brasileiros possuem 542,8 mil quilômetros de redes de água, às quais estão conectados 48,2 milhões de ramais prediais. O consumo médio de água no país é de 167,5 litros por habitante ao dia. Por sua vez, ao distribuir água para garantir tal consumo, as redes sofrem perdas na distribuição, que na média nacional alcançam 36,9%.

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013), no Brasil, a situação está longe do observado em países desenvolvidos, e a situação de perdas é muito desigual quando se comparam unidades da federação, operadores públicos e privados de saneamento básico. As perdas de água são muito elevadas no Brasil ainda que seja possível notar uma leve tendência de queda nos últimos anos. O nível de perdas no Brasil passou de 45,6% em 2004 para 36,9% em 2012, uma queda de 8,7 pontos percentuais no período. O quadro é ainda mais preocupante porque a maior parte das empresas não mede suas perdas de água de maneira consistente. Quando se compara o Brasil com países desenvolvidos, é notável o grande espaço para mudanças. Cidades como da Alemanha e do Japão possuem 11% e Austrália possui 16% de perdas. Sendo assim, espera-se que o Brasil consiga reduzir seus níveis de perda em, no mínimo, dez pontos percentuais antes que possa atingir os níveis de perdas associados aos países desenvolvidos (ABES, 2013).

O Gráfico 2 representa os índices de perdas para as regiões geográficas brasileiras e a linha vermelha representa o valor médio nacional desse indicador no ano de 2012 que foi de 36,9%.

Gráfico 2 – Índice de perdas na distribuição nas regiões geográficas e média do Brasil em 2012.



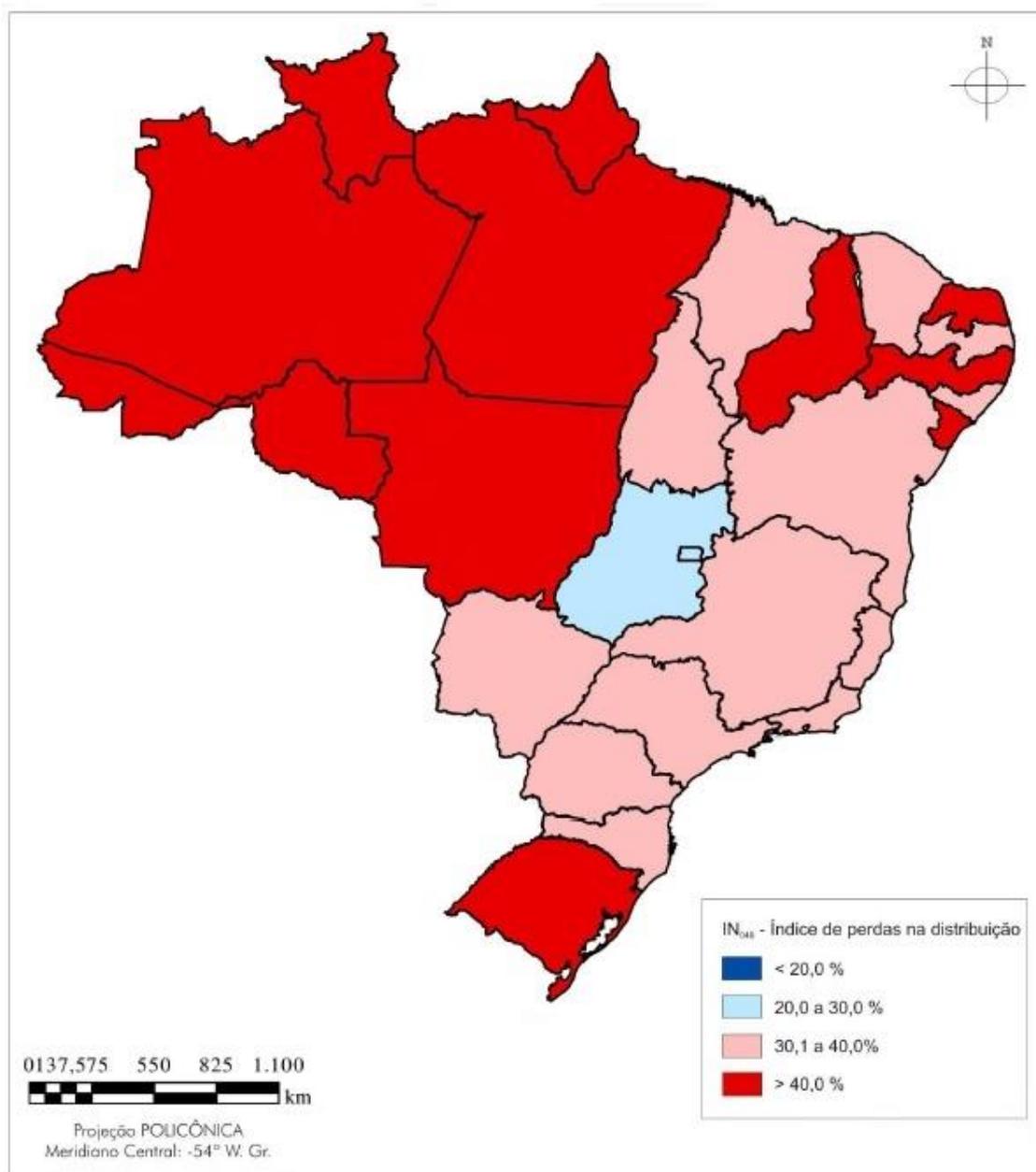
Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – SNIS (2012).

As unidades federativas brasileiras com menores índices de perdas na distribuição são o Distrito Federal com 23,9% e Goiás com 29,7%, ambos pertencentes a Região Centro-Oeste que detêm a menor média do país com 32,4%, 4,5% menor que a média nacional que é de 36,9%.

Já as de maior índice são o Amapá com 71,9% e o Acre com 60,0% de perdas. Os dois pertencentes a Região Norte que tem o maior valor médio dentre as regiões 49,3%, 12,4% maior que a média do país.

A Figura 5 apresenta a visualização espacial do índice de perdas na distribuição para todo o conjunto de prestadores de serviços participantes do SNIS em 2012, com valores médios distribuídos por faixas percentuais, segundo os estados brasileiros.

Figura 5 – Representação espacial do índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2012, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – SNIS (2012).

No Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do SNIS em 2012 observa-se que nenhum estado conseguiu situar-se na melhor faixa, índice de perda na distribuição menor que 20%.

Através da Figura 5 é possível averiguar que:

- ✓ O Distrito Federal e Goiás enquadraram-se na melhor situação, porém na segunda melhor faixa, entre 20 e 30%.

- ✓ Na faixa entre 30 e 40%, situaram-se 13 Estados: Tocantins (região Norte), Alagoas, Bahia, Paraíba, Ceará e Maranhão (região Nordeste), Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (região Sudeste), Paraná e Santa Catarina (região Sul) e Mato Grosso do Sul (região Centro-Oeste), na ordem das regiões geográficas brasileiras.
- ✓ Na última faixa, maior que 40%, restaram 12 estados: Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia e Roraima (região Norte), Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (região Nordeste), Rio Grande do Sul (região Sul), Mato Grosso (região Centro-Oeste), também na ordem das regiões geográficas brasileiras.

Como se observa, na pior faixa encontram-se majoritariamente estados do Norte e Nordeste, mais um Estado no Centro-Oeste e outro do Sul.

Estes altos índices de perdas demonstram a necessidade dos prestadores de serviços agirem em prol da melhoria da gestão, da sustentabilidade da prestação de serviços, da modernização de sistemas e da qualificação dos trabalhadores.

Segundo o SNIS (2012), os índices de perdas estão diretamente associados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos sistemas. Para explicar a existência de perdas de água em patamares acima do aceitável, algumas hipóteses podem ser levantadas, tais como: falhas na detecção de vazamentos; redes de distribuição funcionando com pressões muito altas; problemas na qualidade da operação dos sistemas; dificuldades no controle das ligações clandestinas e na aferição/calibração dos hidrômetros; ausência de programa de monitoramento de perdas; dentre outras hipóteses.

4.2 ÍNDICES DE HIDROMETRAÇÃO

De forma geral, os sistemas de medição englobam a macromedição (conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água, desde a captação de água bruta até as extremidades de jusante da rede de distribuição) e a micromedição (medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independentemente de sua categoria ou faixa de consumo, compreende a medição permanente do volume de água consumido e que é registrado periodicamente por meio da indicação propiciada pelos hidrômetros).

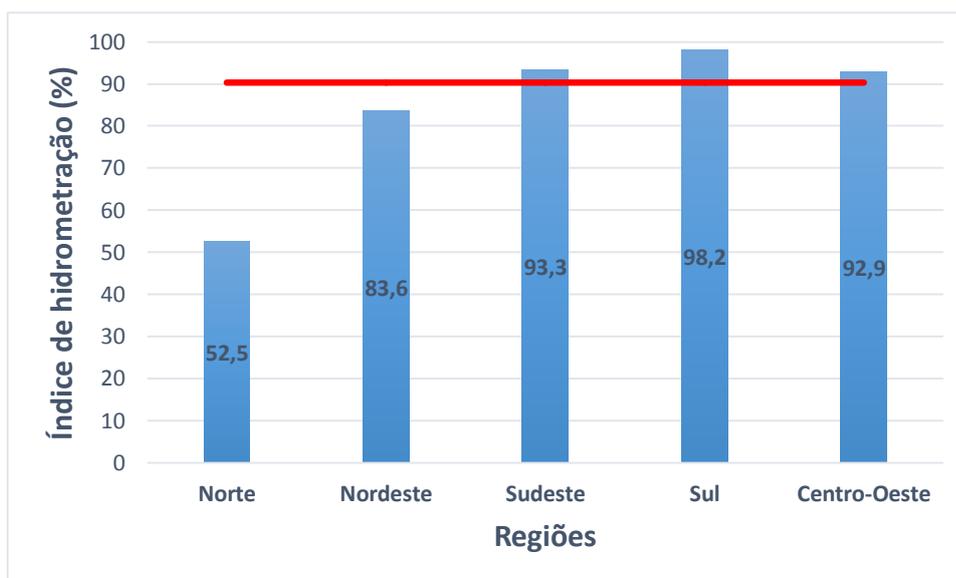
As representações gráficas do índice de hidrometração segundo as regiões geográficas e a média do Brasil são mostrados no Gráfico 3. A linha vermelha

representa o valor médio nacional desse indicador em 2012 que é de 90,3% segundo o SNIS.

De acordo com o SNIS (2012), ao se fazer uma análise dos resultados segundo região geográfica, torna-se possível ver que a região Sul apresenta o maior valor médio de hidrometração, com 98,2% (valor 8,7% superior à média nacional). Por outro lado, apenas as regiões Nordeste (83,6%) e Norte (52,5%), este último com um valor bem inferior às demais regiões (37,8% a menos), têm médias inferiores ao valor nacional.

Verifica-se que os maiores índices de perda acontecem justamente nos locais onde existe o menor índice de hidrometração contribuindo assim para uma maior perda aparente.

Gráfico 3 - Índice de hidrometração segundo região geográfica e média do Brasil



Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – SNIS (2012).

4.3 PERDAS FINANCEIRAS DECORRENTES

Diante das perdas apresentadas, utilizando os dados do diagnóstico do SNIS em 2012, pode-se analisar quanto, monetariamente falando, as empresas prestadoras de serviços de cada Estado brasileiro perderam no ano de 2012.

Através dos dados seguintes dados coletados:

- ✓ Consumo médio per capita de água ($L^*(\text{hab.dia})^{-1}$);
- ✓ População;

- ✓ Perdas na distribuição (%);
- ✓ Tarifa média cobrada (R\$/m³).

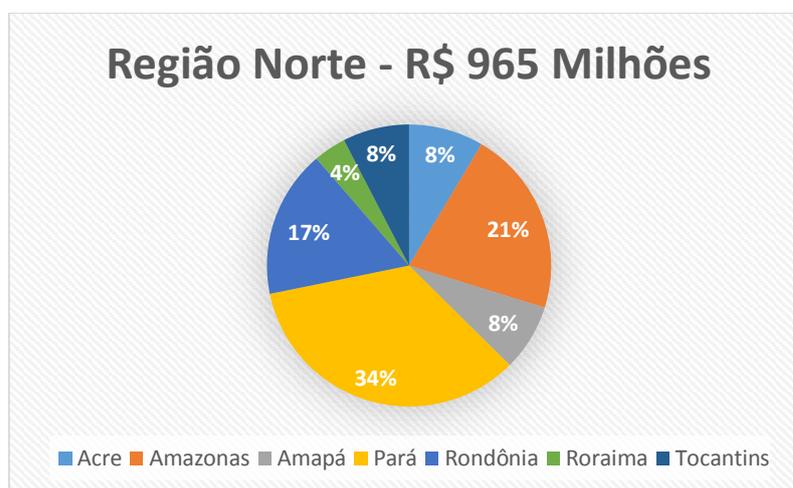
Criou-se tabelas para avaliação do quantitativo de perdas monetárias, separando-as por regiões brasileiras.

Tabela 1 – Perdas financeiras na Região Norte em 2012 segundo o SNIS.

ESTADOS	Consumo médio per capita de água (L/hab.dia)	População	Consumo médio anual (m ³ /ano)	Perdas na distribuição (%)	Água não tarifada (m ³ /ano)	Tarifa média (R\$/m ³)	Perda financeira anual (R\$)
REGIÃO NORTE	155,8	16.318.163	927.964.975	49,3	457.486.733	2,11	965.297.006
Acre	162,9	758.786	45.116.277	60,0	27.069.766	2,85	77.148.834
Amazonas	157,5	3.590.985	206.436.750	48,2	99.502.514	1,94	193.034.876
Amapá	198,5	698.602	50.615.461	71,9	36.392.517	1,90	69.145.782
Pará	148,3	7.792.561	421.807.431	45,2	190.656.959	1,63	310.770.843
Rondônia	183,0	1.590.011	106.204.785	52,3	55.545.102	2,76	153.304.483
Roraima	152,1	469.524	26.066.329	57,0	14.857.808	2,27	33.727.223
Tocantins	143,5	1.417.694	74.255.267	34,2	25.395.301	2,70	68.567.314

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Gráfico 4 – Perdas financeira, Região Norte, em 2012 segundo o SNIS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Na Região Norte o Estado que mais perde dinheiro é o Pará, aproximadamente R\$ 311 milhões, porém é o Estado onde o metro cúbico da água tem a menor tarifa, custando R\$1,63. Este é um exemplo da impotência na valoração da água,

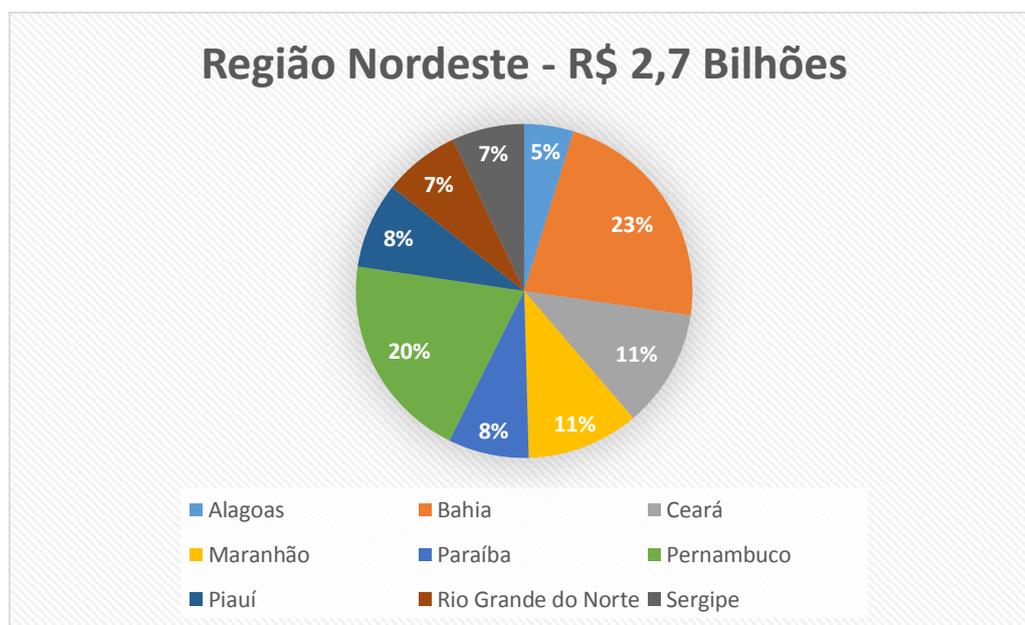
provavelmente, se o valor do metro cúbico fosse mais alto, a população começaria a economizar água e este índice de perda cairia significativamente.

Tabela 2 – Perdas financeiras na Região Nordeste em 2012 segundo o SNIS.

ESTADOS	Consumo médio per capita de água (L/hab.dia)	População	Consumo médio anual (m ³ /ano)	Perdas na distribuição (%)	Água não tarifada (m ³ /ano)	Tarifa média (R\$/m ³)	Perda financeira anual (R\$)
REGIÃO NORDESTE	131,2	53.907.144	2.581.505.312	44,6	1.151.351.369	2,33	2.682.648.690
Alagoas	147,2	3.165.472	170.074.480	36,1	61.396.887	2,00	122.793.774
Bahia	118,1	14.175.341	611.049.337	37,7	230.365.600	2,53	582.824.968
Ceará	125,8	8.606.005	395.161.932	38,7	152.927.668	1,93	295.150.398
Maranhão	219,6	6.714.314	538.179.124	39,5	212.580.754	1,31	278.480.788
Paraíba	145,7	3.815.171	202.892.701	38,6	78.316.583	2,56	200.490.452
Pernambuco	109,7	8.931.028	357.602.827	54,7	195.608.746	2,64	516.407.090
Piauí	131,5	3.160.748	151.708.002	53,5	81.163.781	2,65	215.084.020
Rio Grande do Norte	121,3	3.228.198	142.926.852	55,5	79.324.403	2,40	190.378.567
Sergipe	124,0	2.110.867	95.537.840	59,8	57.131.629	3,14	179.393.314

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Gráfico 5 – Perdas financeira anual, Região Nordeste, em 2012 segundo o SNIS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Na Região Nordeste, vale destacar o Estado da Bahia com R\$ 583 Milhões em perdas anuais, aproximadamente 23% das perdas de toda a região e tem uma das

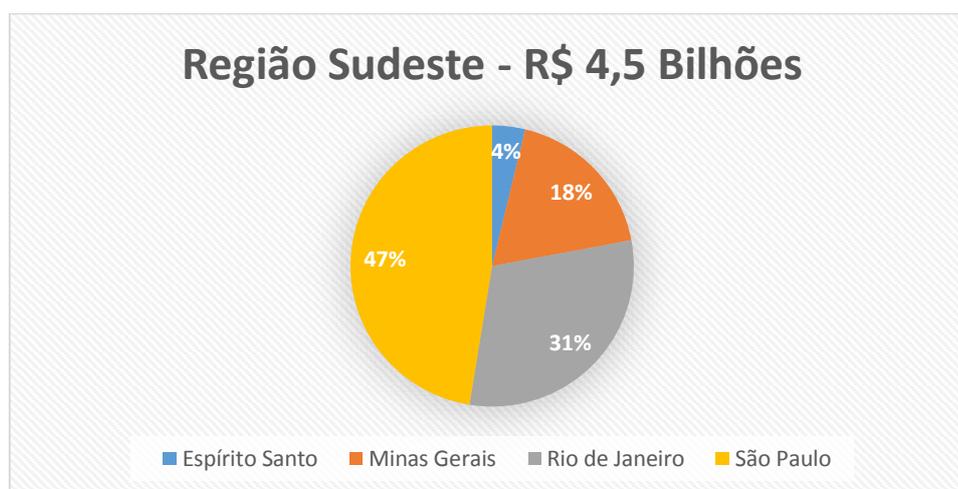
tarifas mais caras, R\$ 2,53. Temos também o Estado do Maranhão com a menor tarifa por metro cúbico do país, R\$ 1,31.

Tabela 3 – Perdas financeiras na Região Sudeste em 2012 segundo o SNIS.

ESTADOS	Consumo médio per capita de água (L/hab.dia)	População	Consumo médio anual (m ³ /ano)	Perdas na distribuição (%)	Água não tarifada (m ³ /ano)	Tarifa média (R\$/m ³)	Perda financeira anual (R\$)
REGIÃO SUDESTE	194,8	81.565.983	5.799.504.523	33,5	1.942.834.015	2,33	4.526.803.256
Espírito Santo	190,3	3.578.067	248.530.745	35,2	87.482.822	1,99	174.090.816
Minas Gerais	159,1	19.855.332	1.153.028.912	33,1	381.652.570	2,22	847.268.705
Rio de Janeiro	244,1	16.231.365	1.446.157.812	31,8	459.878.184	3,07	1.411.826.025
São Paulo	192,6	41.901.219	2.945.613.794	34,2	1.007.399.918	2,18	2.196.131.821

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Gráfico 6 – Perdas financeira anual, Região Sudeste, em 2012 segundo o SNIS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

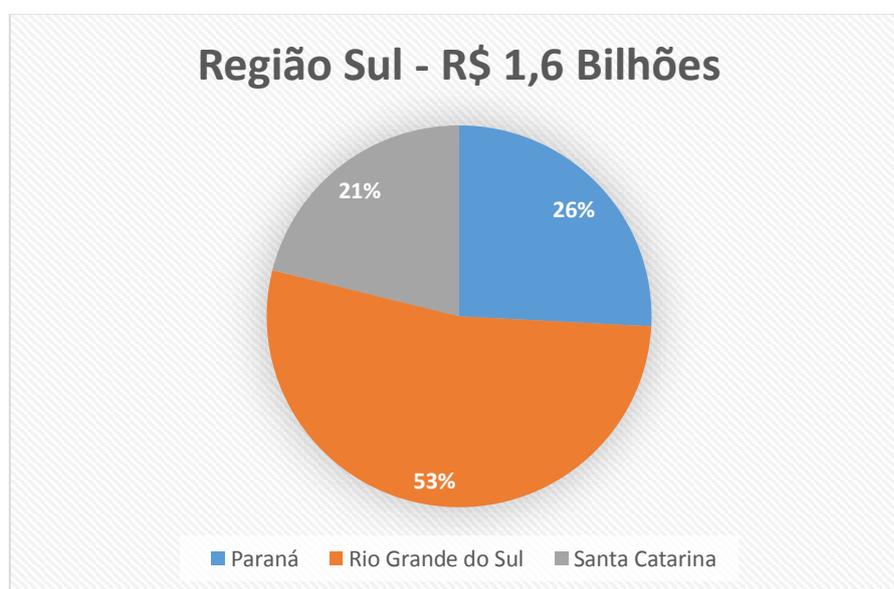
A Região Sudeste, é a que tem a maior perda financeira com desperdício de água com R\$ 4,5 bilhões anuais, abriga os dois maiores estados do país em população, Rio de Janeiro e São Paulo, e os campeões em desperdício, R\$ 1,4 bilhões e 2,2 bilhões respectivamente.

Tabela 4 – Perdas financeiras na Região Sul em 2012 segundo o SNIS.

ESTADOS	Consumo médio per capita de água (L/hab.dia)	População	Consumo médio anual (m ³ /ano)	Perdas na distribuição (%)	Água não tarifada (m ³ /ano)	Tarifa média (R\$/m ³)	Perda financeira anual (R\$)
REGIÃO SUL	149,3	27.731.644	1.511.222.074	36,4	550.084.835	2,95	1.622.750.263
Paraná	146,7	10.577.755	566.391.180	33,0	186.909.090	2,38	444.843.633
Rio Grande do Sul	149,7	10.770.603	588.511.133	40,3	237.169.987	3,85	913.104.449
Santa Catarina	153,0	6.383.286	356.474.607	34,8	124.053.163	2,93	363.475.768

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Gráfico 7 – Perdas financeira anual, Região Sudeste, em 2012 segundo o SNIS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

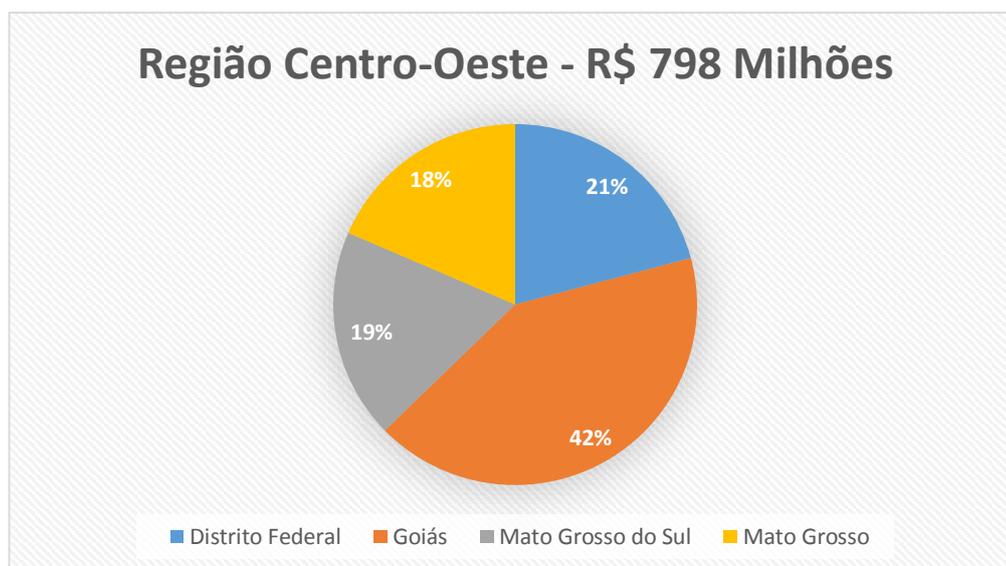
A Região Sul abriga o estado onde é cobrado o maior valor de tarifa por metro cúbico de água, o Rio Grande do Sul R\$ 3,85. Só este Estado deixou de ganhar aproximadamente R\$ 913 milhões em 2012 praticamente a mesma perda que toda a Região Norte (R\$ 965 milhões) no mesmo ano.

Tabela 5 – Perdas financeiras na Região Centro-Oeste em 2012 segundo o SNIS.

ESTADOS	Consumo médio per capita de água (L/hab.dia)	População	Consumo médio anual (m ³ /ano)	Perdas na distribuição (%)	Água não tarifada (m ³ /ano)	Tarifa média (R\$/m ³)	Perda financeira anual (R\$)
REGIÃO CENTRO-OESTE	156,5	14.423.952	823.932.198	32,4	266.954.032	2,99	798.192.556
Distrito Federal	188,8	2.648.532	182.515.637	23,9	43.621.237	3,44	150.057.056
Goiás	145,2	6.154.996	326.202.478	29,7	96.882.136	3,11	301.303.443
Mato Grosso do Sul	156,2	2.505.088	142.822.582	31,9	45.560.404	2,97	135.314.399
Mato Grosso	145,7	3.115.336	165.675.126	45,9	76.044.883	1,75	133.078.545

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Gráfico 8 – Perdas financeira anual, Região Centro-Oeste, em 2012 segundo o SNIS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

A Região Centro-Oeste foi a que obteve a menor perda financeira no ano de 2012, segundo o diagnóstico SNIS 2012, aproximadamente R\$ 798 milhões. É a região mais equilibrada da federação com perdas medias na distribuição em torno de 32,4% e tarifa média cobrada de R\$ 2,99 por metro cúbico.

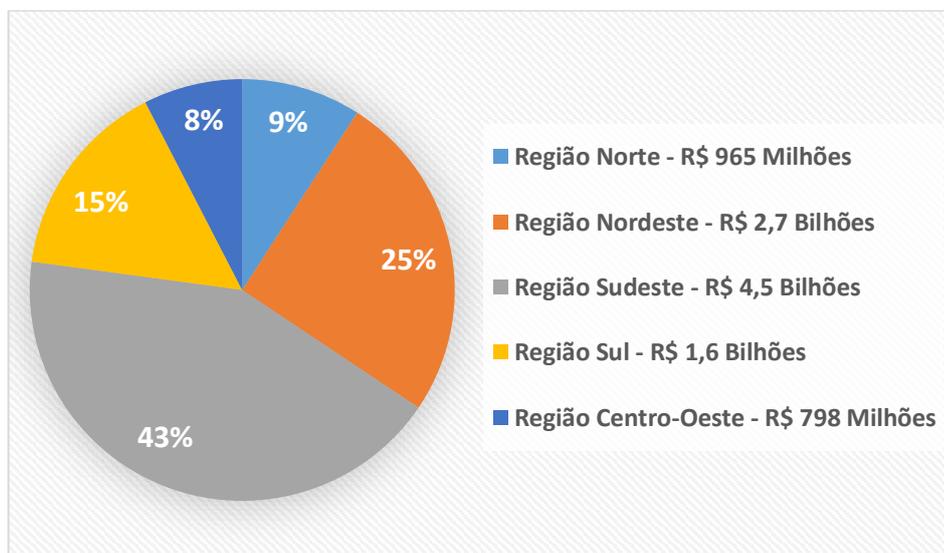
4.4 ENTRAVES AO INVESTIMENTO EM SANEAMENTO

Atualmente o Brasil apresenta indicadores precários na área de saneamento, com investimentos na ordem de 0,2% do PIB que correspondem à cerca de R\$ 7 bilhões. Segundo cálculos do governo, para que o país alcance a universalização dos serviços de saneamento, seria necessário investir anualmente 0,4% do PIB até esta data, supondo o crescimento do PIB em 4% ao ano, ou seja, a duplicação do atual patamar de investimentos (BRASIL, 2003).

Para a ONU, no entanto, esse investimento deveria ser de, no mínimo, 1% (PNUD/ONU, 2006).

O Gráfico 9 apresenta os percentuais de contribuição de cada região no desperdício financeiro total do país em abastecimento de água, que ficou em torno de 11 bilhões no ano de 2012 segundo o SNIS.

Gráfico 9 – Perda financeira anual brasileira por região, em 2012 segundo o SNIS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

A região brasileira com maior desperdício foi a Região Sudeste com quase a metade do desperdício do país (43%), e a região de menor desperdício foi a Região Centro-Oeste com 8% do total.

Verifica-se então que com as perdas de água há um desperdício de aproximadamente R\$ 11 bilhões, se houvesse um controle nas perdas o valor é mais do que suficiente para complementar e atender os 0,4% do PIB com investimentos em saneamento.

5 DISCUSSÃO

5.1 SOLUÇÕES AMBIENTAIS

As Soluções Ambientais, segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013), constituem um elenco de ações, produtos, serviços, tecnologias e práticas de gestão, vários dos quais já em uso internamente ou oferecidos, por vezes de forma incipiente, há alguns anos, por empresas ou autarquias públicas estaduais e municipais e empresas privadas com concessões de água, esgoto, limpeza pública e disposição de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) e gestão e tratamento de RCD (Resíduos de Construção e Demolição), empresas de consultoria e engenharia, tanto aos clientes dos serviços, como de outros segmentos, como a outras empresas concessionárias.

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013) ressaltar que nem sempre as Soluções Ambientais se traduzem em maior lucratividade, pois a atividade de saneamento visa sobretudo atender a direitos constitucionais assegurados quanto à saúde e ao meio ambiente, sendo usualmente objeto de concessão pública em regime de regulação.

Tem-se como Soluções Ambientais da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013) a detecção de vazamentos em redes de clientes e reabilitação de tubulações com novas tecnologias como envelopamento. Segundo levantamentos da Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) na RMSP (Região Metropolitana de São Paulo), a média de vazamentos em redes internas de recepção da água nos clientes é de 1 a cada 300 m de extensão contra 1 a cada 1000 m de rede pública de distribuição. As concessionárias de água e esgoto no país têm responsabilidade pela rede até o cavalete. Entretanto, considerando deterem equipamento e equipes experientes, poderiam considerar dedicar-se a sanar vazamento em rede de clientes de grande porte como indústrias e shopping centers. Este também é um bom filão para empresas especializadas.

Em resumo, as Soluções Ambientais visam alavancar novas receitas para o saneamento a partir do que anteriormente era descartado/desconsiderado pelo setor e assim também auferindo ganhos socioambientais.

5.2 COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), em discussão no Brasil, separa o foco de atuação no setor de saneamento, em ações estruturais (com foco na ampliação e melhoria do ativo) e ações estruturantes (cujo foco é a gestão de ativos).

O ataque às causas das perdas, pela via de ações estruturais, deve ser antecedido por ações estruturantes, partindo-se de uma estratégia bem formulada, levando em consideração conceitos de gestão.

No que concerne às ações estruturantes, um programa deve conter minimamente as etapas apresentadas por Tardelli Filho (2004) que propõe os tópicos apresentados a seguir para a elaboração de um programa estruturante de controle e redução de perdas:

- ✓ Diagnóstico – o diagnóstico começa com a elaboração da matriz do balanço de águas, abrindo posteriormente os tópicos relativos à caracterização das perdas. Para isso serão necessários levantamentos de campo e estimativas para se chegar aos números representativos de cada setor, que definirão as linhas de ação mais adequadas para cada caso.
- ✓ Definição de metas – a definição de metas globais e setoriais, para as perdas reais e perdas aparentes, é um exercício dos mais importantes na estruturação de um programa. Como o programa de controle e redução de perdas é composto de diversas atividades, cada uma com linhas de atuação distintas, é importante definir indicadores específicos e metas para cada ação, de forma a compor um pacote de ações e respectivas metas, cuja integração de resultados deverá atingir a meta global estabelecida.
- ✓ Indicadores de controle – cada ação deve ser controlada por um indicador específico. Assim, no caso do controle ativo de vazamentos, pode-se acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos através de indicadores como “número de vazamentos encontrados por quilômetro pesquisado”, ou “extensão diária pesquisada por equipe”.
- ✓ Planos de ação – para cada ação a ser contemplada no programa é importante a elaboração de uma base estruturada onde serão delineadas as atividades, os métodos, os responsáveis, os prazos e os custos estimados. A ferramenta

mais usual é a planilha “5W x 2H” (“what”, “why”, “who”, “when”, “where”, “how”, “how much”).

- ✓ Estruturação e priorização – definidas as ações e os respectivos planos, entende-se que o programa está estruturado. Entretanto, é importante enfrentar um problema muito comum em qualquer prestadora de serviços de saneamento: a insuficiência de recursos financeiros para tocar com o mesmo empenho todas as frentes de trabalho. Para isso é necessário priorizar algumas ações, aquelas cujas avaliações indicaram maiores recuperações de volume e, evidentemente, maiores repercussões nos indicadores de perdas. O critério da análise benefício/custo também é uma ferramenta usual de priorização das ações.
- ✓ Acompanhamento das ações e avaliação de resultados – a elaboração de relatórios gerenciais periódicos é fundamental para o acompanhamento das ações, usando-se todas as possibilidades de recursos analíticos e gráficos para tal (tabelas, gráficos e mapas). Os relatórios serão cada vez mais detalhados quanto menor for o nível hierárquico a que se destina. Assim, os técnicos diretamente envolvidos na condução do programa devem consolidar em um relatório todas as ações, responsabilidades, resultados específicos e globais entre outros. Para os níveis hierárquicos superiores há que se passar um filtro, selecionando-se aquelas informações mais importantes de caráter gerencial, que efetivamente dão uma ideia do andamento do programa, seus pontos fortes e fracos e principais resultados, tendo como pano de fundo as metas estabelecidas.
- ✓ Envolvimento – o sucesso de um programa de controle e redução de perdas está diretamente vinculado ao conhecimento e participação de todos os agentes responsáveis, em quaisquer níveis hierárquicos na prestadora de serviço de saneamento. A realização de reuniões técnicas setoriais, palestras técnicas, discussões de resultados e cobrança de responsabilidades, bem como a utilização de todos os meios de comunicação internos disponíveis, são medidas passíveis de serem utilizadas para a divulgação e envolvimento de todos nesse programa. Esse envolvimento deve ser passado e cobrado também no caso de terceirização dos serviços, através da fiscalização eficiente e cláusulas contratuais rígidas, além da divulgação dos princípios e ações do programa no qual se insere a empresa contratada.

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013) várias ferramentas de gestão de um programa de controle de perdas estão disponíveis, entre elas: O MASPP - Método de Análise e Solução de Problemas de Perdas D' Água e de Faturamento e o método do Six Sigma.

No que concerne às ações estruturais, as possibilidades de contratação para realização desse tipo de ação incluem: Contratos de Assistência Técnica, Terceirização de partes dos serviços dos projetos para redução de perdas de água, Contratos de performance e Parceria público-público.

5.3 LIMITES ECONÔMICOS E LIMITES TÉCNICOS DE CONTROLE

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2013) define dois limites para estratégias de redução de perdas de água:

- ✓ Um limite econômico, a partir do qual se gasta mais para reduzir as perdas do que o valor intrínseco dos volumes recuperados (varia de cidade para cidade, em função das disponibilidades hídricas, custos de produção, entre outros.);
- ✓ Um limite técnico ("perdas inevitáveis"), mínimo, definido pelo alcance das tecnologias atuais dos materiais, ferramentas, equipamentos e logísticos, ou, em outras palavras, nunca haverá perda zero, sempre teremos de conviver com algum volume perdido, por mais bem implantado e operado que seja um sistema de abastecimento.

Assim, não é economicamente viável eliminar completamente toda a perda de água física e comercial. Entretanto, devido às significativas perdas de água nos países em desenvolvimento, é razoável prever que a quantidade de perda de água nestes países pode ser reduzida pela metade.

5.4 POTENCIAL DE GANHOS COM MEDIDAS DE REDUÇÃO DE PERDAS

A ABES (2013) diz que os custos envolvidos incluem; equipamentos e instalações, obras civis, ações operacionais e de manutenção, ações tecnológicas e qualificação profissional.

Os benefícios, por sua vez, incluem a redução do custo com diversos itens, como: produtos químicos; energia elétrica; compra de água bruta (nos casos em que há cobrança pelo uso da água); mão de obra e outros insumos.

Além disso, a empresa pode postergar investimentos necessários para atender ao aumento da demanda decorrente do crescimento populacional. Há também um benefício intangível associado ao ganho de imagem de uma operadora focada em eficiência e preservação dos recursos naturais.

6 CONCLUSÕES

Diante do que foi exposto, conclui-se que o sistema de abastecimento de água brasileiro ainda é bastante deficitário. A má administração desse bem valiosíssimo causa uma expressiva perda de água acarretando em uma perda financeira enorme, de aproximadamente 11 bilhões de reais anualmente.

Os índices de perdas estão diretamente associados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos sistemas. Para explicar a existência de perdas de água em patamares acima do aceitável, algumas hipóteses podem ser levantadas, tais como: falhas na detecção de vazamentos; redes de distribuição funcionando com pressões muito altas; problemas na qualidade da operação dos sistemas; dificuldades no controle das ligações clandestinas e na aferição/calibração dos hidrômetros; ausência de programa de monitoramento de perdas; dentre outras hipóteses.

Por si só estes índices de perdas tão elevados demonstram a necessidade dos prestadores de serviços atuarem em ações para a melhoria da gestão e sustentabilidade da prestação de serviços, a modernização dos seus sistemas. Para estabelecer ações contínuas de redução e controle de perdas é de suma importância ter em mãos informações claras e fidedignas, como as do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos com base em dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, que propiciam diagnosticar as perdas no país e, posteriormente, orientar a definição de ações de combate às mesmas.

REFERÊNCIAS

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em sistemas de abastecimento de água: diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate**. São Paulo, SP, 2013.

ABICALIL, M. T. **Estado das Águas no Brasil 2001-2002**. Agência Nacional de Águas – ANA, 2003. Disponível em: <<http://ciencia.estadao.com.br/noticias/geral,ana-lanca-estado-das-aguas-do-brasil,20030327p72895>>. Acessado em 22 de nov. 2014.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.218** – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ARIKAWA, K. C. O. **Perdas reais em sistemas de distribuição de água – Proposta de metodologia para avaliação de perdas reais e definição das ações de controle**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades. **O desafio da universalização do saneamento ambiental no Brasil**. Brasília, 2003. Disponível em <www.cidades.gov.br>.

BRASIL, **Ministério da Saúde. Manual de saneamento**. Fundação Nacional da Saúde – FUNASA, 2007. 407p.

BRASIL. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispões sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília. DF. 2011.

FREITAS, M.A.V.de, SANTOS, A.H.M. **Importância da água e da informação hidrológica**. In: FREITAS, M. A. V. de. (Ed.). O estado das águas no Brasil; perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. Brasília: ANEEL/MME/MMA-SRH/OMM, 1999. p. 13-16.

GOMES, H. P. **Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias**. 3ª ed. 277p. Editora Universitária/UFPB, João Pessoa – PB, 2009.

IBGE, **Primeiros resultados definitivos do Censo 2010: população do Brasil é de 190.755.799 pessoas**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2011. Disponível em <<http://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?busca=1&idnoticia=1866&t=primeiros-resultados-definitivos-censo-2010-populacao-brasil-190-755-799-pessoas&view=noticia>>. Acessado em 22 de nov. 2014.

LAMBERT, A. *et. al.*; **A review of performance indicators for real losses from water supply systems**. AQUA/IWA, 2000.

LANDI, F. R. **A evolução histórica das instalações hidráulicas**. São Paulo – SP: Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, 1993.

MARTINEZ, Felipe B.; GALERA, Imelda C.. MONITORING AND EVALUATION OF THE WATER QUALITY OF TAAL LAKE, TALISAY, BATANGAS, PHILIPPINES. **Academic Research International**, v. 1, n. 1, p.1-8, jul. 2011.

MEDEIROS, R.M. de; FEITOSA, M.H.M. Representação do ciclo hidrológico sobre superfícies urbanas - um modelo de simulação numérica de reservatório de água sobre vias e telhados para o município de Teresina – Piauí. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. 5., 2005. Teresina-PI. **Anais...** Petrolina – PE: ABCMAC, 2005.

OLIVEIRA, J. I. e LUCAS FILHO, M. **Caracterização do consumo per capita de água na cidade de Natal: uma análise socioeconômica**. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville, ABES, 1CD ROOM, 2003.

PNUD/ONU. Relatório de desenvolvimento humano 2006. **A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água**. Nova Iorque: Editora Copyright, 2006.

REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Água Doce no Mundo e no Brasil**. In:_____. Águas Doces no Brasil. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP/Academia Brasileira de Ciências, 2002.

SANTOS, E. de O. C., SANTOS, D. N. dos, BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S. Experiência Brasileira sobre Captação, Armazenamento, Gestão e Qualidade da Água de Chuva para Consumo Humano em Comunidades Rurais do Haiti. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. 6., 2007. Belo Horizonte- MG. **Anais...** Petrolina – PE: ABCMAC, 2007.

SILVA, C. H. R. T (2012). Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil. Boletim Legislativo, n. 3. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acessado em: 27 out. 2014.

SNSA, **Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento**: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA (org). – Salvador: ReCESA, 2008. 139p.

TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. Capítulo 10. In: **Abastecimento de Água**. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, Brasil. 2004.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 2ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

TUNDISI. J. G. Bridging water research, innovation and management: enhancing global water management capacity. In: **proceedings of the vi regional workshop** Water Resources and Water use Problems in Central Asia and Caucasus. IAP, IWEP, Russian Academy of Sciences, p.86-94, 2008.