

PERDA DE ÁGUA EM SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO NO CEARÁ

Fernando José Araújo da Silva
fjas@unifor.br

Resumo

Foi investigada a perda de água em 642 sistemas de abastecimento de água no Ceará. As perdas foram em média de 36%. O índice de perda na produção (IPP) foi de 4%, enquanto o índice de perda em rede (IPR) foi de 1,21 m³/h.Km. Em um quarto dos sistemas as perdas foram iguais superiores a 50%. A distribuição de resultados nas bacias hidrográficas mostrou que a do Banabuiú, Litoral, Baixo Jaguaribe e Salgado apresentaram pior desempenho. Para um índice de perda de distribuição (IPD) de 30% haverá incremento de 39% na oferta de água. Este ganho poderá chegar a quase 70% caso seja alcançada uma meta de IPD de 15%.

Palavras-chave: perda de água, controle operacional, abastecimento de água.

Abstract

Water loss was investigated in 642 water supply systems in Ceará. The losses were on average of 36%. The loss index in the production (LIP) was 4%, while the loss index in net (LIN) was 1.21 m³/h.Km. About 25% of the systems showed losses equal or greater than 50%. Results in the basins showed that Banabuiú, Litoral, Baixo Jaguaribe and Salgado had the worst performance. For a distribution loss index (DLI) goal of 30% there will be an increment of 39% in the offer of water. These earnings may achieve up to 70% if a DLI of 15% is reached.

Keywords: water loss, operational control, water supply

1. Introdução

A água tornou-se ao longo da última década um dos principais temas de discussão e interesse humano, com focos diversificados, que inclui essencialmente a sua participação na sustentabilidade dos espaços urbanos e das atividades produtivas. Os aspectos ecológicos também são considerados, sendo, portanto, beneficiários do uso racional do recurso água (MAGALHÃES, 2004).

Para a sustentabilidade dos espaços urbanos, que também incluem em maior ou menor grau as demandas de água para o diversificado sistema produtivo, o fornecimento deve ser garantido por serviço de concessão (MUKAI, 1998). Esta atividade, a indústria do saneamento, como os demais serviços públicos de infra-estrutura, tem como característica mais relevante a presença de custos fixos elevados em capital altamente específico TUROLLA (2002). Tal fato a identifica com um monopólio natural, favorecendo à baixa efetividade do critério de eficiência produtiva, pois não há competição direta. Espera-se, por outro lado, que a sociedade disponha de instrumentos normativos que garantam a segurança e a qualidade dos serviços de saneamento prestados.

Um tema complexo e ainda não tratado em profundidade é o de perdas de água na rede pública de distribuição. Somente em 1999 o assunto se tornou mais relevante, com um programa consistente para o assunto (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - PNCDA). Entretanto, o trabalho ainda é de definição de cenários e amadurecimento conceitual. É necessário, portanto, regionalizar o tema de maneira que se possa divulgar e discutir estratégias de combate e resultados. No caso do Estado do Ceará (37°14'50" e 41°24'45" de longitude oeste; 2°46'20" e 7°52'15" de latitude sul.), que está inserido numa região geoclimática que favorece ao conflito de uso da água e ao estresse hídrico, é necessário que se conheça a realidade das perdas de água nas redes de distribuição.

2. Perda de água em sistemas públicos de abastecimento

Na visão operacional dos sistemas públicos de abastecimento as perdas de água são concernentes aos volumes que não podem ser contabilizados. As perdas podem ser: físicas (reais), que representam a parcela não consumida, e não físicas (aparentes), que correspondem à água consumida e não registrada. O Quadro 1 mostra as características principais das perdas de água em sistemas de abastecimento.

Quadro 1: Caracterização geral das perdas de água em sistemas de abastecimento de água.

Item	Características	
	Perda física	Perda não física
Tipo de ocorrência mas comum	Vazamento	Erro de medição
Custos associados ao volume de água perdido	Custo de produção de água tratada	Valor cobrado no varejo ao consumidor
Efeito ambiental	Desperdício de recursos naturais Necessidade de maior exploração de mananciais	Pouco relevante
Efeito na saúde pública	Risco de contaminação da água	Pouco relevante
Visão empresarial	Perda de produto “industrializado”	Perda elevada de receita
Visão do consumidor	Imagem da empresa associada ao desperdício e ineficiência	Não possui relevância imediata
Efeito sobre o consumidor	Repasse de custos à tarifa Não incentivo ao uso racional da água	Repasse de custos à tarifa Incentivo ao roubo e à fraude

Fonte: TARDELLI FILHO (2004).

As perdas físicas

Resultam de vazamentos no sistema como um todo que provocam consumos superiores ao estritamente necessário. Nos sistemas de abastecimento de água as perdas físicas totais de água são as que ocorrem entre a captação de água bruta e o cavalete do consumidor (TARDELLI FILHO, 2004). Há também as perdas nas economias de consumo, correspondendo àquelas que ocorrem no interior das edificações, em razão não apenas de vazamentos mas também de mau uso. O Quadro 2 mostra um sumário das perdas físicas que ocorrem em sistemas de abastecimento de água, considerando as etapas (subsistemas), origem e magnitude da perda.

Quadro 2: Perdas físicas em sistemas de abastecimento de água nas etapas, origem e magnitude.

Etapa do sistema de abastecimento de água	Origem da perda	Magnitude
Adução de água bruta	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
Tratamento de água	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros Descarga de lodo	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza de reservatórios	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
Adução de água tratada	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção Descargas	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
Distribuição (rede)	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões

Fonte: SILVA et al. (2004).

As perdas que possuem maior grau de dificuldade de controle são as que ocorrem na rede distribuição, decorrentes de vazamentos nas tubulações, nos ramais prediais e descargas. Tais perdas podem ser altas, demandando ações corretivas complexas, onerosas e de retorno duvidoso, se não forem realizadas com critérios e controles técnicos rígidos (SILVA et al., 2004).

A magnitude das perdas será tanto maior quanto pior for o estado das tubulações, principalmente nos casos de pressões elevadas. A perdas físicas em redes de distribuição ocorrem, em ordem crescente de importância, nas seguintes peças: registros, juntas, anéis, hidrantes e tubos. Nestes últimos podem ocorrer até 95% das perdas na distribuição, quando estão rachados, perfurados ou partidos. As causas de danos em tubulações são mostradas no Quadro 3. Ressalte-se ainda que variações de pressão na rede são determinantes de rupturas de tubulações e influenciam o volume de perda.

Quadro 3: Atividades, origem e ação hidráulica determinante de rupturas em tubulações da rede de distribuição.

<i>Atividade original da falha</i>	<i>Origem técnica da falha</i>	<i>Causa da ruptura na tubulação (ação hidráulica)</i>
Planejamento e projeto	<ul style="list-style-type: none"> ● Subdimensionamento ● Ausência de ventosas ● Cálculo incorreto de transientes ● Regras de operação mal planejadas ● Falta de articulação entre setores ● Corpo técnico sem treinamento ou deficiente 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sobrepressão ● Subpressão ● Sub e sobrepressão ● Sub e sobrepressão ● Sobrepressão ● Sub e sobrepressão
Construção	<ul style="list-style-type: none"> ● Construtivas ● Materiais ● Peças ● Equipamentos ● Corpo técnico sem treinamento ou deficiente 	<ul style="list-style-type: none"> ● Não aplicável
Operação	<ul style="list-style-type: none"> ● Enchimento ● Esvaziamento ● Manobras ● Ausência de regras de operação ● Corpo técnico sem treinamento ou deficiente 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sub e sobrepressão ● Subpressão ● Sub e sobrepressão ● Sub e sobrepressão ● Sub e sobrepressão
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> ● Sem manutenção ● Mal-feita ● Corpo técnico sem treinamento ou deficiente ● Interação deficiente entre operação e usuário ● Tempo de resposta 	<ul style="list-style-type: none"> ● Não aplicável
Expansão	<ul style="list-style-type: none"> ● Inexistência de projeto ● Ausência de visão conjunta da rede existente com a que será expandida 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sub e sobrepressão ● Sub e sobrepressão

Fonte: SILVA et al. (2004).

Nas tubulações em geral a vazão perdida (Q) é uma função proporcional à raiz quadrada da carga hidráulica (i.e. pressão). Desta maneira o controle de pressão permite a redução de perdas nos vazamentos existentes e limita os riscos de novas rupturas (ARAÚJO, COELHO e RAMOS, 2004; GODINHO e MONTEIRO, 2004). A Figura 1 mostra a estimativa de redução de perdas na rede (%) em função da redução da pressão (entre 20 e 60%) nas tubulações.

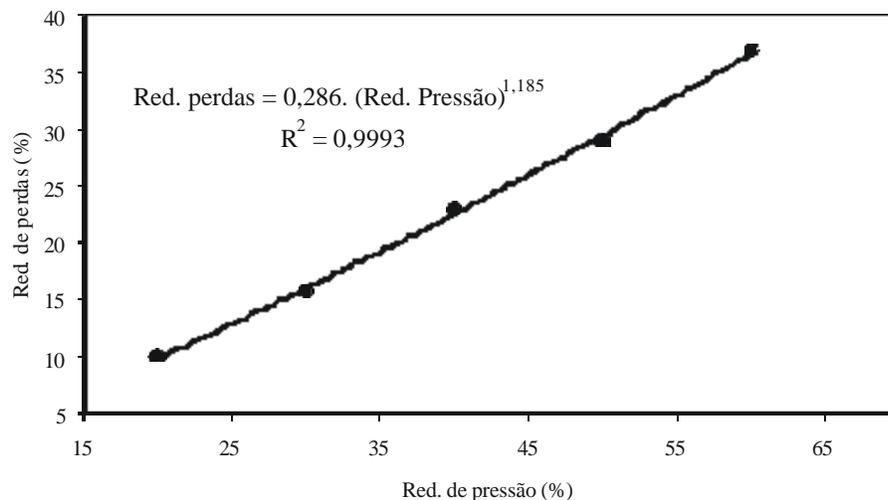


Figura 1: Redução de perdas água em função da redução da pressão na rede.

Fonte: adaptado de SILVA et al. (2004).

As perdas não físicas

Resultam de ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou que fazem medições abaixo do consumo real, fraudes em hidrômetros e outras. As perdas não físicas são também denominadas de perdas aparentes ou comerciais, de maneira que a água que é efetivamente consumida não é faturada (BRASIL, 2003).

As falhas de cadastro decorrem de deficiência nas ações de planejamento e controle. Uma origem evidente de tal limitação nas concessionárias é a ingerência política, que ocorre em maior ou menor grau, prejudicando a cultura técnica, tão necessária à eficiência das empresas. Isto ocorre porque quase todas as empresas prestadoras de serviços de água e esgoto do país são públicas ou de economia mista (TUROLLA, 2002).

Apesar de atividade própria das empresas de saneamento a medição de vazão não recebe a atenção devida. A cultura operacional dominante negligencia a acuracidade das medições e os estudos de controle. Mesmo a micromedição, que recebeu grande impulso no país nos últimos anos ainda tem papel limitado (BRASIL, 2003). O fato é que, conforme lembra TARDELLI FILHO (2004), a construção e a implantação de equipamentos públicos é supervalorizada em detrimento da operação e da manutenção.

A micromedição é um ponto chave no controle de perdas aparentes. COELHO (1983) enfatiza a importância da micromedição por esta trazer não apenas benefícios técnicos, mas também econômico-financeiros e sociais. Os dispositivos empregados na micromedição, os hidrômetros, são divididos em três classes metrológicas, definidas conforme a precisão de medição da vazão nominal. Esta corresponde a 50% da vazão máxima da capacidade do equipamento (TOMAZ, 2000). Indistintamente da classe empregada todos apresentam redução do nível de precisão ao longo do tempo.

A vida útil de um hidrômetro é estimada entre 5 e 10 anos e depende da qualidade da água distribuída, do tipo de hidrômetro, da qualidade do serviço de instalação, e da proteção, dentre outros fatores. Um hidrômetro operando corretamente deve apresentar um erro médio em torno de 2% na faixa de vazão próxima à nominal. Para vazões de transição, abaixo da nominal e acima da vazão mínima, há sobrevalorização da medição. Abaixo da vazão mínima, por outro lado, há considerável diminuição da precisão, submedindo extremamente os volumes de água consumidos. No caso dos macromedidores, apesar destes existirem em número reduzido, comparado aos micromedidores, as perdas aparentes produzidas podem ser bem mais significativas, uma vez que transportam grandes volumes. As operações de manutenção de macromedidores são bem mais complexas e, muitas vezes, interferem no fornecimento de água para a rede de distribuição como um todo.

Avaliação de perda de água em sistemas de distribuição

Causas e magnitude de perdas são diferentes nos diversos componentes de um sistema de abastecimento de água (adução de água bruta, estação de tratamento de água - ETA, reservatórios, adutoras de água tratada, redes de distribuição). Tal

subdivisão facilita o diagnóstico de perdas no sistema como um todo e orientam as ações preventivas e corretivas (COELHO, 1983).

SILVA et al. (2004) enfatizam que a redução das perdas físicas diminui os custos de produção (redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros), aproveitam melhor as instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor. No caso da diminuição das perdas não físicas obtém-se o incremento de receita tarifária, melhora a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços. Contribui ainda para a ampliação da oferta efetiva de água.

A separação entre as perdas físicas e aparentes não é tecnicamente viável. Há indicativos de que em sistemas com índice de micromedição próximo a 100% as ligações clandestinas possuem pouca relevância (BRASIL, 2003; TARDELLI FILHO, 2004). Ainda que haja programas eficazes de manutenção preventiva de hidrômetros, combate às fraudes nos micromedidores e ramais clandestinos, as perdas mensuráveis tendem a refletir as perdas físicas de água. Portanto, o foco principal é o controle das perdas físicas.

O percentual de água não faturada varia entre diversos países investigados, segundo relato do PNCD (BRASIL, 2003). Em princípio, nas sociedades mais desenvolvidas as perdas deveriam ser pequenas, como em Singapura, Suíça e Alemanha, com média de 7%. Entretanto, isto não é regra e foram observados valores relativamente elevados em outras nações ricas como Grã-Bretanha, Taiwan e Hong Kong (perdas entre 25 e 30%). A discussão de resultados de diversos relatos, em diferentes países desenvolvidos, sugere um índice de perda média de 17%. Este valor surge como referencial, apesar da possibilidade de subestimação como o próprio estudo sugere. No Ceará, em trabalho realístico, a principal concessionária dos serviços de saneamento tem como meta um nível de perdas de cerca de 25% (CAGECE, 2003). Esta meta é sóbria e pode ser alcançada, visto que no passado havia um índice geral de perdas variando entre 50 e 60%. Cabe lembrar, entretanto, que os incrementos de eficiência são diminuem ao longo do período de crescimento do processo (i.e. possuem taxa e incremento declinante).

SILVA et al. (2004) observaram que no Brasil os percentuais de água não faturada oscilam entre 25% e 65%. Neste caso cabe observar que os valores das tarifas de água variam conforme as faixas de consumo e desta maneira as perdas em faturamento não representam necessariamente as de volume. Na Tabela 1 são mostradas as perdas de faturamento em 7 capitais nordestinas, região de interesse do presente estudo. .

Tabela 1: Índice de perda de faturamento de água (IPF) em 7 capitais nordestinas.

Capital	Índice de Perda de Faturamento (%)
Maceió	57,8
Salvador	52,9
Fortaleza	35,5
São Luiz	63,0
João Pessoa	46,7
Recife	53,0
Natal	46,6

Fonte: CARVALHO et al. (2004).

Além do índice de perda de faturamento, outra abordagem empregada na avaliação da eficiência do sistema de distribuição é o índice de perda em rede (IPR). Neste caso a avaliação é apreciada em termos de vazão linear, conforme mostrado a seguir.

Tabela 2: Perdas de água por unidade de extensão de rede em diferentes regiões do mundo.

Região	m ³ /h.Km
Europa Setentrional	0,5
Europa Ocidental	0,5
Europa Meridional	0,7
Europa Oriental	1,9
Extremo Oriente	3,7
África do Sul e Nova Zelândia	0,8

Fonte: SILVA et al. (2004).

3. Metodologia

Realizou-se estudo documental com levantamento de informações operacionais de sistemas públicos de abastecimento de água do Ceará em áreas urbanas. O estudo envolveu ao todo 642 sistemas, incluindo micro áreas abastecidas. Os dados foram relativos ao ano de 2003 e foram agrupados por bacia hidrográfica. Tal visão tenta integrar as informações ao conceito de gestão de bacias. As 11 bacias hidrográficas do Ceará são mostradas na Figura 2. A Tabela 3 mostra os dados relativos às áreas das bacias hidrográficas do Ceará, distribuição da população, grau de urbanização e número de sistemas de abastecimento considerados no presente estudo. Foram determinados ainda os indicadores estruturais dos sistemas de abastecimento, conforme definido no Quadro 4.



Figura 2: Bacias hidrográficas do Ceará.

Fonte: IPLANCE (2002).

Tabela 3: Área das bacias hidrográficas do Ceará, distribuição da população, grau de urbanização e número de sistemas de abastecimento considerados.

<i>Bacia</i>	<i>% de área de Ceará</i>	<i>Ocupação (hab./Km²)</i>	<i>População urbana (%)</i>	<i>% de população por bacia</i>	<i>Número de sistemas investigados</i>
Acaraú – AC	9,7	37	51,8	8,7	93
Alto Jaguaribe - AJB	16,6	22	47,0	7,0	62
Banabuiú – BA	13,2	22	47,7	5,5	48
Baixo Jaguaribe – BJB	6,1	41	59,2	3,6	54
Coreau – CO	7,1	35	55,8	4,3	51
Curu – CU	5,4	36	52,1	4,6	51
Litoral – LI	5,8	43	45,5	3,7	27
Metropolitana – ME	10,2	285	59,0	45,1	112
Médio Jaguaribe – MJB	7,1	16	41,3	2,2	18
Parnaíba – PA	10,6	25	44,8	4,3	63
Salgado – SG	8,2	66	49,3	11,0	63

Fonte: adaptado de DA SILVA, ALMEIDA e SILVA (2004).

Quadro 4: Indicadores estruturais de sistemas públicos de abastecimento de água.

Índice	Formulação	Equação
Índice de cobertura (%)	IC = População servida por abastecimento de água x 100 População total da localidade	(1)
Índice de rede de distribuição por ligação (m/Lig.)	IRL = Extensão da rede de distribuição Número total de ligações	(2)
Índice de rede de distribuição por habitante servido (m/hab.)	IRP = Extensão da rede de distribuição População servida (hab.)	(3)
Índice de hidrometração (IH/Lig)	IH = [Nº de hidrômetros instalados] Nº total de ligações	(4)
Consumo per capita de água (l/hab.dia)	Consumo per capita = Volume utilizado diariamente População servida	(5)

Fonte: BRASIL (2003).

A estimativa das perdas de água em sistemas de abastecimento foi obtida com a comparação entre o volume de água transferido de um ponto do sistema e o volume de água recebido. A avaliação de perdas foi baseada em indicadores operacionais, conforme mostrado no quadro a seguir.

Quadro 5: Indicadores de avaliação de perdas de água em sistemas públicos de abastecimento.

Índice	Formulação	Equação
Índice de perda na produção (%)	IPP (%) = [Vol. Produzido – Vol. Distribuído] x 100 Vol. produzido	(6)
Índice de perda de faturamento (%)	IPF (%) = [Vol. Produzido – Vol. Faturado] x 100 Vol. Produzido	(7)
Índice de perda na distribuição (%)	IPA (%) = [Vol. Produzido – Vol. Utilizado] x 100 Vol. Produzido	(8)
Índice de perda em rede (m ³ /h.Km)	IPR = [Vol. Produzido – Vol. Faturado] Extensão da rede	(9)

Fonte: BRASIL (2003).

4. Resultados e discussão

Em áreas urbanas do Ceará a disponibilidade de rede de abastecimento de água chega em média a 94,3% da população. Pequenas diferenças são observadas quando se comparam as diferentes bacias. Observou-se que a bacia Metropolitana apresentou menor ICB. Ressalte-se que esta bacia contém a Região Metropolitana de Fortaleza, área com maior densidade populacional, e também com maior número de assentamento de favelas no estado (IPLANCE, 2002). Outros índices sugerem que o serviço se aproxima da universalização. Um dado importante para controle de perdas de água é que o índice de hidrometração é bastante elevado (média de 80 %), conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Indicadores estruturais de sistemas de abastecimento público de água em áreas urbanas do Ceará.

Bacia	ICB (%)	IRL (m/Lig.)	IRP (m/hab. servido)	IH (Hidrômetro/Lig.)
AC	91,9	9,8	2,6	0,82
AJB	96,6	11,0	2,9	0,78
BA	96,3	10,2	2,6	0,86
BJB	93,8	12,4	3,2	0,78
CO	93,0	10,8	2,7	0,84
CU	94,1	8,7	2,2	0,83
LI	92,4	8,1	2,0	0,68
ME	90,3	13,2	3,1	0,85
MJB	95,4	7,7	2,0	0,76
PA	97,4	13,8	3,4	0,88
SG	95,7	9,7	2,4	0,75

O consumo *per capita* médio de água nos sistemas foi de 97,3 l/hab.dia. Este corresponde ao consumo efetivamente faturado. A distribuição das faixas de consumo *per capita* de água pode ser sumarizada em três categorias a saber: consumo de até 75 l/hab.dia (19,3%), consumo maior que 75 e de até 125 litros/hab.dia (72,9%) e consumo maior que 125 l/hab.dia (7,8%). A Figura 3 mostra os valores de consumo médio e o desvio padrão observado em cada bacia.

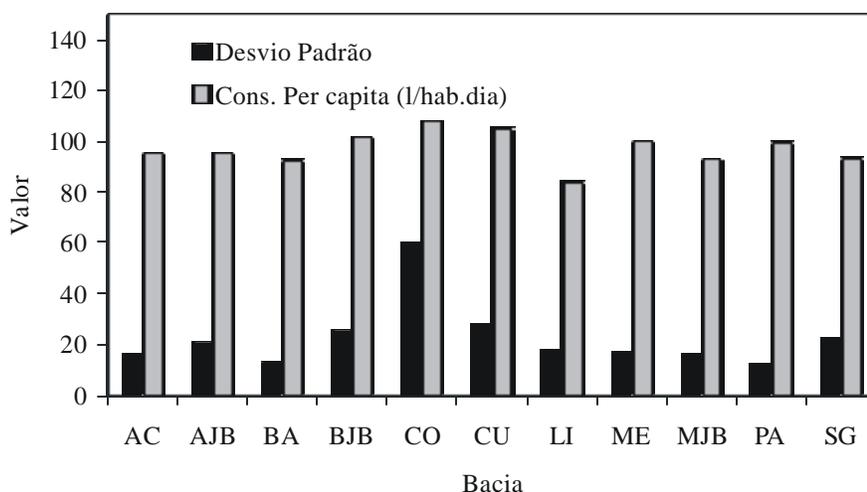


Figura 3: Consumo médio *per capita* de água nas bacias hidrográficas do Ceará.

A Tabela 5 mostra os indicadores médios de perda de água em sistemas públicos de abastecimento no Ceará. A perda na produção (IPP) é pequena se comparada à observada para distribuição e faturamento. A diferença relativa ao IPD e ao IPF ocorre em razão das diferentes tarifas aplicadas às faixas de consumo. De uma maneira geral as perdas na distribuição correspondem a 96% da perda de faturamento

Tabela 5: Indicadores de perdas de água em sistemas de abastecimento de água no Ceará

Parâmetro de avaliação de perda de água	Média	Mediana	Desvio padrão	CV (%)
IPP (%)	4,0	1,1	6,3	158
IPF (%)	36,4	35,7	20,3	56
IPD (%)	35,2	33,9	20,4	58
IPR (m ³ /h.Km)	1,21	0,74	1,57	129

A Tabela 6 mostra os diferentes índices de perdas observados em cada bacia hidrográfica. Quanto a isto as bacias do Litoral, Baixo Jaguaribe e Salgado apresentaram pior desempenho. Isto é evidente quando se considera o IPR. Considerando-se apenas o IPD as bacias com pior desempenho foram Banabuiú, Salgado e Litoral.

Tabela 6: Indicadores de perdas de água em sistemas de abastecimento de água nas diferentes bacias hidrográficas do Ceará.

Bacia	IPP (%)	IPD (%)	IPF (%)	IPR (m ³ /h.Km)
AC	3,9	31,5	33,4	1,13
AJB	4,1	35,0	36,5	1,30
BA	3,3	37,7	39,5	1,11
BJB	3,5	37,5	39,0	1,95
CO	2,4	29,0	29,6	1,01
CU	4,7	29,7	32,1	0,89
LI	4,7	47,6	46,9	2,27
ME	5,0	36,1	37,1	1,06
MJB	5,5	37,6	41,7	1,32
PA	2,5	23,2	23,8	0,57
SG	5,1	45,9	46,4	1,67

Os valores médios de IPF foram condizentes com o relatado por CARVALHO et al. (2004) para a capital cearense, refletindo a perda na bacia metropolitana. Entretanto, importa saber a distribuição de perdas entre os sistemas. Esta abordagem revela números mais preocupantes. Opta-se aqui por mostrar os índices IPD e IPR por estes oferecerem uma magnitude de vazão. Tal visão é mostrada nas Figuras 4 e 5. Observou-se assim, que quase um quarto dos sistemas apresentou IPD superior a 50%. Quanto ao IPR cerca de 30% dos sistemas apresentaram valores iguais ou maiores que 1,6 m³/h.Km. Por fim, verificou-se uma correlação positiva entre IPD (%) e IPR (m³/h.Km), para um nível de significância de 95%. Mesmo assim, ocorreu dispersão do IPR à medida que o IPD cresceu, sugerindo imprecisão na micromedição. Isto é relevante à medida que os índices estruturais de rede e de ligação são razoavelmente uniformes. A dispersão pode ser originária de características operacionais, mas provavelmente é mais influenciada pela imprecisão dos medidores de vazão. A variação do IPR em função de IPD é mostrada na Figura 6.

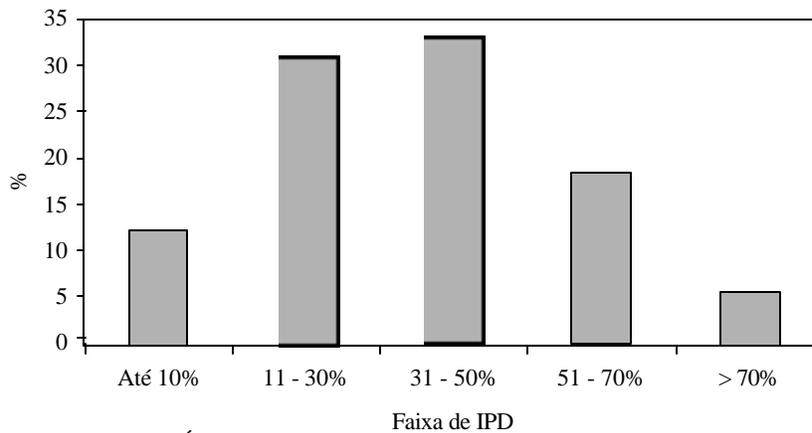


Figura 4: Distribuição dos Índices de Perda na Distribuição (IPD) entre os sistemas estudados.

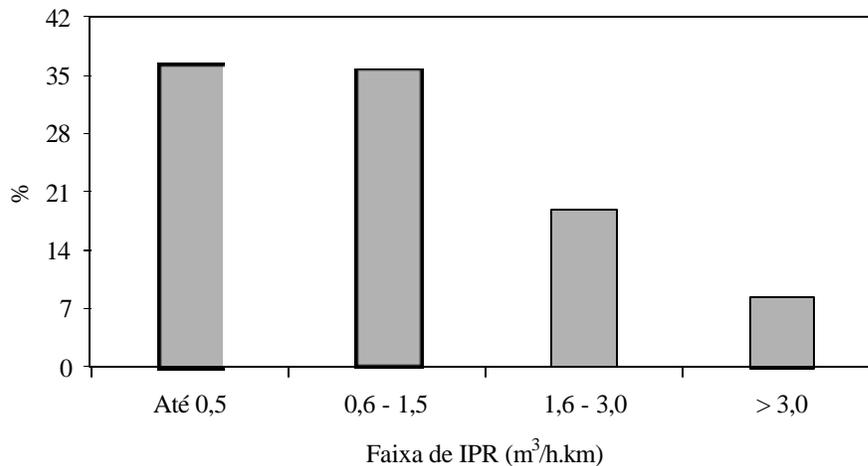


Figura 5: Distribuição dos Índices de Perda em Rede (IPR) entre os sistemas estudados.

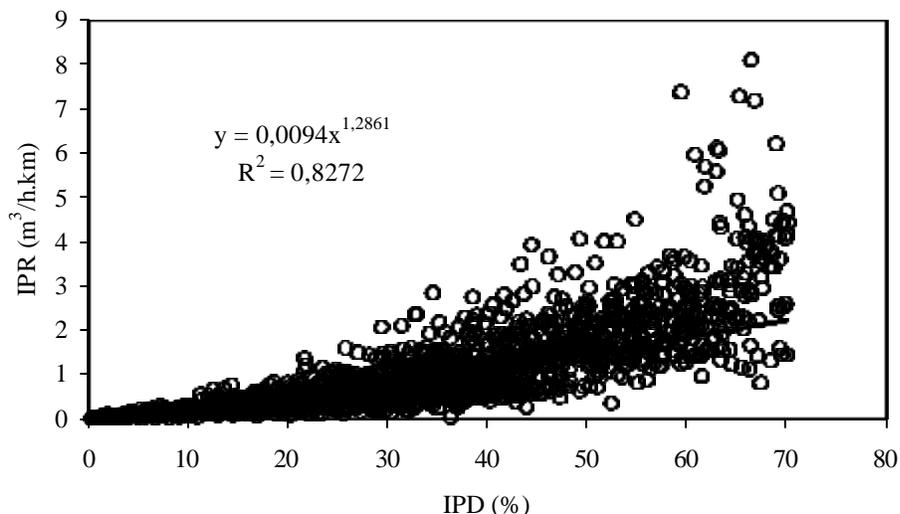


Figura 6: Variação do IPR em função de IPD.

A redução dos índices de perda exige planejamento e controle sistemático. O estabelecimento de metas deve ser realístico e a elevação destas feita de forma gradual. Também, é necessário que os resultados sejam bem distribuídos entre os sistemas. Assim, os principais itens a serem considerados são relatados a seguir:

- a) Elaborar diagnóstico operacional e comercial das perdas físicas e não físicas;
- b) Desenvolver projeto para redução e controle de perdas, definindo cenários e metas;
- c) Elevar o Índice de hidrometração;
- d) Estabelecer normas de combate à fraude;
- e) Dar maior eficiência à manutenção e correção de hidrômetros;
- f) Estabelecer plano de macromedição;
- g) Avaliar o efeito das pressões de serviço nas redes sobre as perdas;
- h) Avaliar os aspectos conservação das redes-mestre sobre as perdas;
- i) Avaliar a o efeito da qualidade da água sobre as perdas.

Uma representação importante é definida que volume de água que poderá ser incrementado aos sistemas de abastecimento. Isto implica necessariamente em maior eficiência financeira. Para o estudo aqui desenvolvido a Figura 7 mostra o percentual de incremento de volume de água e de sistemas que deveriam sofrer intervenção, considerando metas de IPD de 15, 20, 25 e 30%.

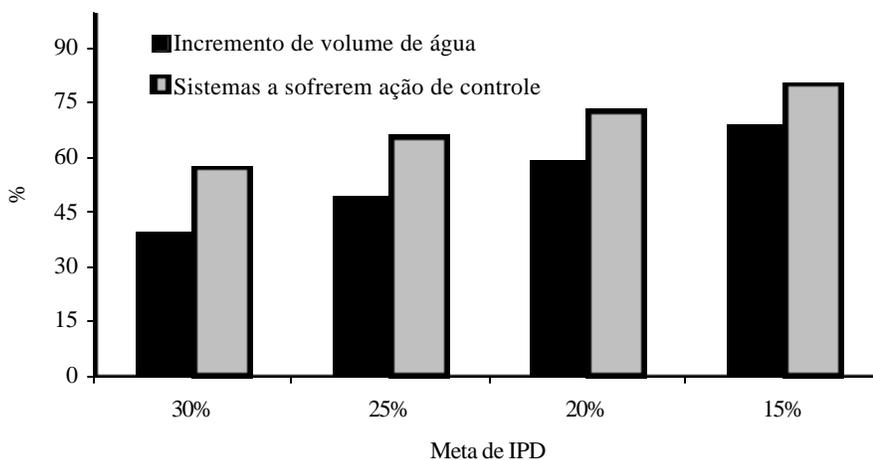


Figura 7: Percentuais de incremento de volume de água e de sistemas que devem receber intervenção, considerando diferentes metas de perdas.

5. Conclusões

No presente estudo os resultados mostraram que as perdas de água em sistemas públicos de abastecimento do Ceará foram de cerca de 36%. O índice de perda na produção (IPP) foi de 4 %, mas com grande variação. Já o índice de perda em rede (IPR) foi de 1,21 m³/h.Km. Um aspecto importante sobre foi o elevado percentual de sistemas, cerca de 25%, em que as perdas foram iguais superiores a 50%. Também, cerca de 30% dos sistemas apresentaram IPR iguais ou superiores a 1,6 m³/h.Km.

A distribuição de resultados nas bacias mostrou que as bacias do Litoral, Baixo Jaguaribe e Salgado apresentaram pior desempenho, considerando-se o IPR. Levando-se em conta apenas o IPD as bacias com pior desempenho foram Banabuiú, Salgado e Litoral.

Uma maior controle de perdas poderá incrementar a oferta de água. Caso as perdas sejam reduzidas a 30%, poderá haver incremento de cerca de 39% no volume de água ofertado. Este ganho poderá chegar a quase 70% caso seja alcançada uma meta de IPD de 15%.

Referências

- ARAÚJO, L. S.; COELHO, S. T.; RAMOS, H. Estimativa de fugas e consumos nas redes de distribuição de água em função da pressão. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11., Natal, 2004. *Anais...* Natal: ABES, 2004. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água. In: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA- Documento Técnico de Apoio nº A 2. 80 p. Brasília, DF: 2003. Versão preliminar para discussão
- CAGECE. *Programa de controle e redução de perdas*. Fortaleza: GCORP, 2003. 60 p.
- CARVALHO, F. S. et al. Estudos sobre perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Maceió. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7., 2004, São Luis. *Anais...* São Luis: ABRH, 2004. 1 CD-ROM.
- COELHO, A. C. *Medição de água e controle de perdas*. Rio de Janeiro: ABES, 1983. 339 p.
- DA SILVA, F. J. A.; ALMEIDA, M. M. M.; SILVA, A. E. L. Comparação da qualidade de água entre bacias cearenses. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7., 2004, São Luis. *Anais...* São Luis: ABRH, 2004. 1 CD-ROM.
- GODINHO, G.; MONTEIRO, A. J. Análise de desempenho hidráulico e planejamento de sistemas de distribuição de água. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11., 2004, Natal. *Anais...* Natal: ABRH/APRH, 2004. 1 CD-ROM.
- IPLANCE. *Anuário estatístico Ceará*. Fortaleza, 2002.
- MAGALHÃES, P. C. O custo da água gratuita. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 36 n. 211. p. 45-49, dez. 2004. MUKAI, T. *Concessões, permissões e privatizações de serviços públicos*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 1998. 126 p.
- SILVA, F. C. et al. Panorama de perdas em sistemas de abastecimento de água. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7., 2004, São Luis. *Anais...* São Luis: ABRH, 2004. 1 CD-ROM.
- TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. In: TSUTYIA, M. T. (Ed.). *Abastecimento de água*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. cap. 10, p. 475-525.
- TOMAZ, P. *Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos*. São Paulo: MF Navegar, 2000. 250 p.
- TUROLLA, F. A. *Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas*. Brasília, DF: IPEA, 2002. (Texto para discussão nº 922).

SOBRE O AUTOR

Fernando José Araújo da Silva

Engenheiro Civil pela Universidade de Fortaleza - UNIFOR em 1991. Mestre em Engenharia Civil, área de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB em 1994. Professor Adjunto do curso de Engenharia Civil da UNIFOR.