

AVALIAÇÃO DE PERDAS REAIS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PEQUENO PORTE E ANÁLISE DE AÇÕES PARA REDUÇÃO E CONTROLE

Yasmin Coelho Ribeiro da Silva (Mestranda PPGEC/UFPA) E-mail: yasmincoelho.ufpa@gmail.com

Augusto da Gama Rego (DSANMA/ESAIF/IFPA-TUC) E-mail: augusto.rego@ifpa.edu.br

José Almir Pereira Rodrigues (LENHS/GPHS/FAESA/PPGEC/UFPA) E-mail: rpereira@ufpa.br

Resumo: As perdas de água se caracterizam como barreira para o desenvolvimento sustentável e nesse contexto a pesquisa teve como objetivo a avaliação das perdas reais de água no sistema de abastecimento de água potável do bairro da Coleipa, no município de Santa Bárbara do Pará, Pará, Brasil. A pesquisa foi desenvolvida com as seguintes atividades: monitoramento contínuo por três dias de vazão demandada e de pressão na rede de distribuição de água, utilização do método das vazões mínimas noturnas para determinação das perdas reais de água e, por fim, avaliação das perdas reais de água. Os resultados mostraram valor médio de 128,29 m³/d de água consumida e de 102,87 m³/d de perdas reais. Assim, considerando os demais dados levantados em campo foram determinados os índices de perdas reais percentuais (45%), de perdas reais (0,343 m³/lig.d), de perdas reais inevitáveis (0,021 m³/lig.d) e de vazamentos na infraestrutura (16,33). A partir do índice de vazamentos na infraestrutura, o setor foi classificado como “D” na Matriz de Benchmarking do Banco Mundial, ou seja, muito ineficiente e, nesse sentido, de acordo com a metodologia Prioridade NPR, criada nessa pesquisa, a principal necessidade é a pesquisa de vazamentos.

Palavras-chave: abastecimento de água; perdas reais de água; indicadores de desempenho; benchmarking.

EVALUATION OF REAL WATER LOSSES IN SMALL WATER SUPPLY AND ACTIONS ANALYSIS FOR CONTROL AND MITIGATION

Abstract: The water loss is obstacle for sustainable development and for this paper evaluates the real water loss in water supply system of the Coleipa in Santa Bárbara do Pará, Pará, Brazil. The following activities were developed: hydraulic monitoring of the water demand and the distribution network pressure, using the method of minimum night flows rates for water loss determination, evaluation of the water loss in water supply. The results show 128.29 m³ per day of water consumption and 102.87 m³ per day of unavoidable real losses. Considering other information's obtained in the study, were determined the Non-Revenue Water Index (NRWI = 45%), the Real Loss per connection Index (RLI = 0.343m³/conn.day), Unavoidable Real Losses per connection Index (URLI = 0.021m³/conn.day), Infrastructure Leakage Index (ILI = 16.33). Analyzing the ILI, the water supply was rated "D" in the Benchmarking of the World Bank (very inefficient system). The application of Priority NPR methodology (Need, Possibility, Response), created in this investigation resulted in the "search for leakage" as main action for reduction and control of the water real losses in water supply of Coleipa.

Keywords: water supply system; real water losses; performance index; benchmarking.

1. Introdução

A água potável possui importância sanitária, social e econômica, pois sua oferta visa o controle e a redução de doenças; o conforto, o bem estar e o lazer da população, a segurança alimentar, o aumento da esperança de vida, a diminuição da mortalidade etc. (BRASIL, 2006). Nesse contexto, o abastecimento de água com quantidade e qualidade suficiente para as populações é imperioso, principalmente, porque o Brasil ainda busca universalização da prestação desse serviço que é estabelecida na Lei Federal 11.445/2007, que estabelece a Política Nacional de Saneamento (BRASIL, 2007). Para isso a avaliação de desempenho

permite realizar o planejamento e a gestão corretamente, pois leva em consideração aquilo que é importante no contexto, conforme a percepção do gestor, permitindo-lhe visualizar as consequências das suas decisões (ENSSLIN et al., 2015).

Para padronizar o estudo das perdas de água em sistemas de abastecimento de água potável (SAAP), a International Water Association (IWA) elaborou os conceitos de “Perdas reais” (referentes ao volume de água produzido que, porém não foi recebido pelo consumidor final) e de “Perdas aparentes” (referentes ao volume de água perdido devido a fatores como erros de medição – nos hidrômetros ou em outros tipos de medidores, fraudes, ligações não autorizadas e falhas no cadastro comercial) (LAMBERT; HIRNER, 2000). Existem ferramentas comumente utilizadas para avaliação de perdas de água em SAAP, tais como o Balanço Hídrico proposto pela IWA e os indicadores de perdas que vêm sendo desenvolvidos por inúmeras instituições de pesquisa e companhias de saneamento do mundo todo (PEREIRA; CONDURÚ, 2014). No entanto, quase sempre para a utilização desses métodos são necessários níveis de conhecimento da infraestrutura do saneamento não condizentes com a realidade de sistemas de pequeno porte, principalmente, em Países em desenvolvimento.

Para sistemas de grande porte, do ponto de vista econômico, as perdas de água nos SAAP representam prejuízos para as concessionárias de abastecimento de água, devido o investimento perdido. No entanto, em sistemas de pequeno porte, onde a própria população faz o gerenciamento do SAAP por meio de uma associação comunitária, as despesas que podem ser evitadas com perdas de água podem ser muito representativas no orçamento dessas entidades, podendo repercutir no aumento das taxas de manutenção desses locais. Sob a ótica social e ambiental, os pontos de vazamento no sistema estão susceptíveis a contaminação da água, devido a possíveis subpressões ocasionadas na rede de distribuição de água, que podem permitir infiltrações de agentes nocivos nas tubulações e, conseqüentemente, transmissores de doenças relacionadas à água (TSUTIYA, 2006). Além disso, a redução da pressão nos pontos de consumo, ocasionada pelas perdas de água, repercute na insatisfação por parte dos consumidores, que normalmente optam por soluções individualizadas para abastecimento que são paliativas. A água proveniente dessas fontes alternativas pode inclusive se apresentar fora dos padrões de potabilidade, situação também determinante para o surgimento de doenças relacionadas à água, o que pressiona para o uso insustentável de recursos hídricos (REGO et al., 2008, REGO et al., 2013).

Nesse sentido, visando contribuir para pesquisas relacionadas ao planejamento e gestão de SAAP de pequeno porte, o presente artigo visa determinar o volume de perdas reais de água no SAAP do bairro da Coleipa no município de Santa Bárbara do Pará - PA, utilizando o Método das Vazões Mínimas Noturnas (MVMN), bem com analisar e propor ações de redução e controle de perdas reais.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi planejada em duas etapas duas etapas distintas: a primeira com base em atividades de campo para monitoramento de grandezas hidráulicas no setor de distribuição de água do bairro Coleipa¹ e a segunda com atividades no Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento.

¹ O bairro da Coleipa está localizado em Santa Bárbara do Pará-PA (área territorial total de 278,154 km², 17.141 habitantes e densidade demográfica de 61,62 hab./km², segundo INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE, 2014).

2.1. Etapa 1: área de estudo e monitoramento de grandezas hidráulicas

A pesquisa foi desenvolvida no bairro da Coleipa, o qual é observado na Figura 1, que apresenta área territorial de aproximadamente 319.000 m² e população 1.200 habitantes, sendo que os pontos de monitoramento de vazão de água demandada e de pressão dinâmica na rede de distribuição de água do SAAP Coleipa são apresentados na Figura 2.

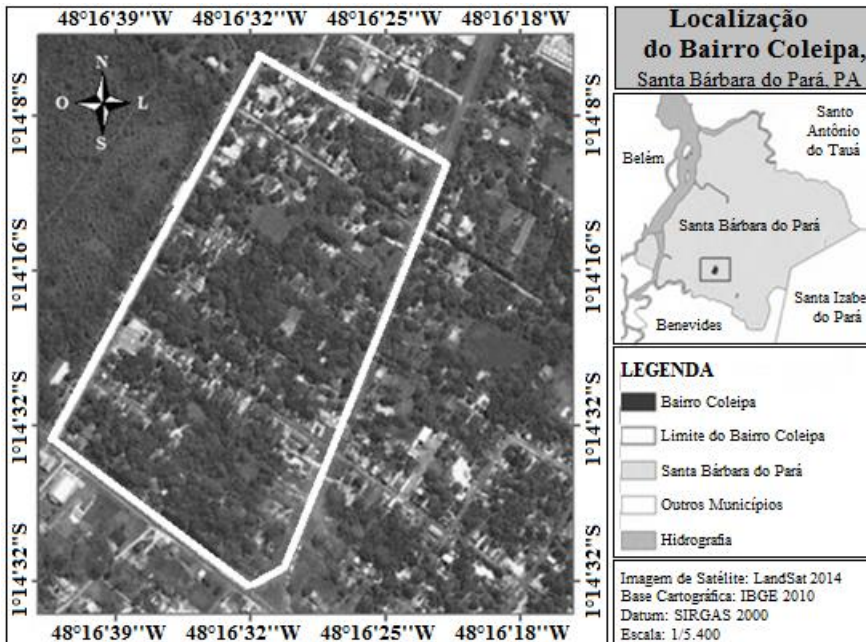


Figura 1 – Mapa de localização do bairro da Coleipa (Fonte: autores).

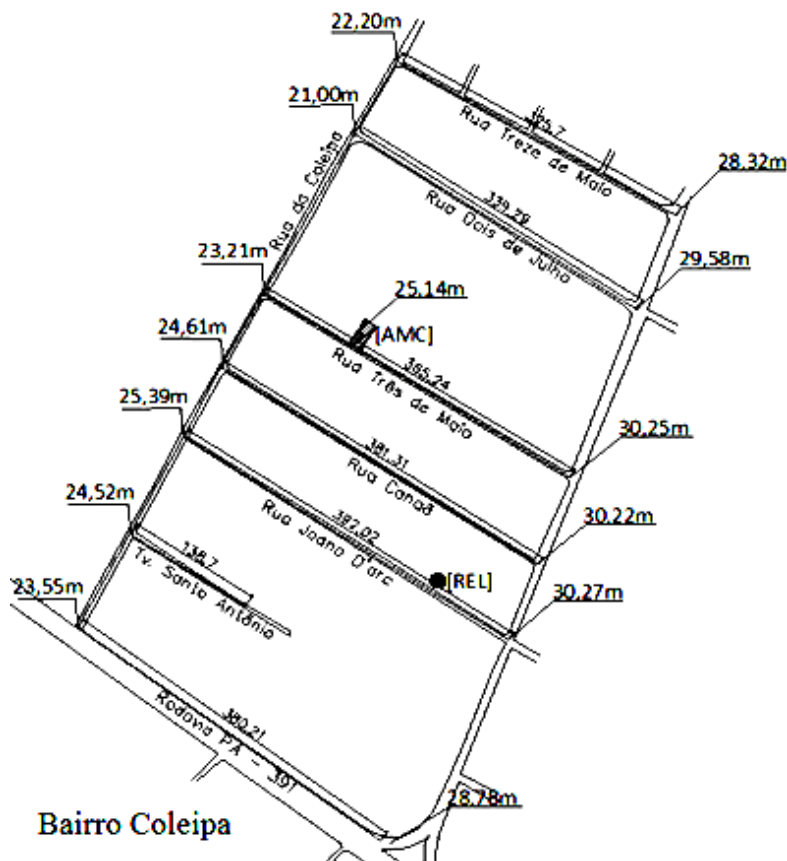


Figura 2 – Ponto de instalação do sensor de pressão para a rede de distribuição (Fonte: autores).

O bairro foi selecionado para realização da pesquisa por possuir SAAP de pequeno porte (área relativamente pequena) com rede de distribuição de água setorizada, que é condição facilitadora para a aplicação do MVMN. Na área de estudo, a maioria das construções são de alvenaria, as ruas são asfaltadas e o tipo de ocupação é, na maior parte, domiciliar, não apresentando indústrias ou comércios de médio ou grande porte.

Para o monitoramento de vazão foi utilizado medidor do tipo ultrassônico por correlação de tempo de trânsito com data logger interno, o qual foi instalado na tubulação de saída de água do reservatório elevado para a rede de distribuição do SAAP Coleipa. Para o monitoramento de pressão foi utilizado transdutor de pressão piezoresistivo conectado em série com caixa data logger para armazenamento dos dados adquiridos, o qual foi instalado em tubulação na cota topográfica média da área do bairro da Coleipa, visto que por se tratar de uma rede de abastecimento de água com características homogêneas em relação à densidade de residências, não houve necessidade de ponderação pelo número de ramais. O monitoramento de vazão e pressão foi efetuado de forma contínua por 72 horas, durante os dias. Com os dados adquiridos no monitoramento, foram desenvolvidas curvas de variação de vazão instantânea de água demandada e de variação de pressão hidráulica instantânea na rede de distribuição de água potável.

2.2. Etapa 2: Determinação das perdas reais de água e indicadores de perdas

Os resultados obtidos no monitoramento de vazão e de pressão do SAAP Coleipa foram sistematizados em tabelas para os três dias de aquisição de dados. As informações foram analisadas e comparadas com objetivo de definir os hidrogramas das vazões de distribuição e as curvas de comportamento de pressões no ponto médio, visando à aplicação do MVMN. Para aplicação do método foi seguido recomendações, tais como a representatividade da área para todo SAAP, a estanqueidade do sistema, o período de monitoramento relativo ao consumo mínimo noturno, o conhecimento do perfil dos consumidores e a determinação do ponto médio de medição da pressão (BEZERRA; CHEUNG, 2013).

Devido a fatores como a inexistência de registro de água na entrada do setor e a não autorização da instalação deste equipamento no mesmo, não foi possível realizar o teste para determinação do expoente N , sendo seu valor estimado com base em valores encontrados na literatura para tubos plásticos, em que $1,5 < N < 2,5$. Neste caso, adotou-se o valor médio de 2,0, para então calcular o valor do Fator Noite/Dia (FND) e, por fim, calcular o valor das perdas reais de água do SAAP Coleipa para cada dia. Além do valor de N , foram utilizados os dados de pressão horária para as 24 horas, de pressão média no horário das vazões mínimas, para determinação do FND conforme a Equação 1. As perdas reais diárias na rede de distribuição foram calculadas conforme Equação 2.

$$FND = \sum_{i=1}^{24} \left(\frac{P_i}{P_{médiaMN}} \right)^N \quad (1)$$

$$PR = FND \times Q_{MN} \quad (2)$$

Em que: P_i é a pressão média horária (mca); $P_{médiaMN}$ é a pressão média no horário da vazão mínima noturna (mca); N é o expoente que depende do tipo de material da tubulação; FND é fator noite/dia (h/dia); PR é o volume diário de perdas reais (m³/dia) e Q_{MN} é a vazão extraída da vazão mínima noturna (m³/h).

2.3. Etapa 3: Avaliação das perdas reais de água

Com os valores obtidos de demanda de água, de consumo de água e de perdas de água, foram calculados três indicadores, os quais foram utilizados para a avaliação do cenário das perdas reais de água no SAAP Coleipa: Índice de Perdas Reais por Ligação (Equação 3), Índice de Perdas Reais Inevitáveis (Equação 4) e, por fim, calculado o Índice de Vazamentos na Infraestrutura (Equação 5). O último índice foi utilizado para classificação do SAAP do bairro da Coleipa em relação ao seu desempenho, de acordo com a Matriz de Benchmarking para meta de redução de perdas reais, conforme Tabela 1 referente a países subdesenvolvidos para verificar sua situação e a descrição do desempenho do mesmo, conforme Figura 3.

$$IPRL = \frac{Vp}{Nc \times 365} \tag{3}$$

$$IPRI = \frac{(18 \times Lm + 0,8 \times Nc + 25 \times Lp)}{Nc} \tag{4}$$

$$IVI = \frac{IPRL}{IPRI} \tag{5}$$

Em que: *IPRL* é Índice de Perdas Reais por Ligação (m³/lig.dia); *IPRI* é o Índice de Perdas Reais Inevitáveis (m³/lig.dia); *IVI* é o Índice de Vazamentos na Infraestrutura; *Vp* é o volume referente às perdas de água reais (m³/ano); *Nc* é o número de ligações (unid.); *Lm* é o comprimento total da rede de distribuição de água (km); *Lp* é a distância entre o limite do lote e o medidor hidrômetro (km).

Tabela 1 – Desempenho de setores de abastecimento de água de acordo com as perdas reais para países subdesenvolvidos.

Informação		Perdas reais de água (l/ramal.dia)			
Pressão na rede de distribuição de água	10 mca	<50	50-100	100-200	>200
	20 mca	<100	100-200	200-400	>400
	30 mca	<150	150-300	300-600	>600
	40 mca	<200	200-400	400-800	>800
	50 mca	<250	250-500	500-1000	>1000
IVI		1-4	4-8	8-16	>16
Categorias de desempenho		A	B	C	D

Fonte: Kingdom et al. (2006).

Classe	Desempenho	Cenário das perdas reais
A	Bom	A redução de perdas pode não ser economicamente viável.
B	Regular	Considerar gerenciamento de pressões, melhorias práticas de controle ativo de vazamentos e melhor manutenção.
C	Ruim	Tolerável apenas se há água em abundância, mas é necessário intensidade na redução de perdas.
D	Muito Ruim	Uso ineficiente de recursos, programas de redução de perdas são imperiosos e prioritários.

Figura 3 – Classificação do setor de abastecimento em função das perdas reais de água (Kingdom et al., 2006).

Para orientar as ações de redução e controle de perdas reais, foi elaborada matriz considerando os fundamentos de gerenciamento de acordo com o apresentado pela cruz de perdas reais (THORNTON, 2002): gerenciamento de pressão, pesquisa de vazamentos, Gerenciamento de infraestrutura e agilidade e qualidade dos reparos.

Os itens da matriz foram classificados de 1 a 5, de acordo com os parâmetros “necessidade – N”, “possibilidade – P” e “retorno – R”. O resultado foi obtido a partir da soma entre as notas dos parâmetros “necessidade” e “possibilidade”, multiplicado pela nota do “retorno”, conforme Tabela 3. Com os valores dos resultados, foi possível hierarquizar as ações para redução de perdas reais de água no SAAP Coleipa, onde o item da cruz de Lambert com maior nota apresenta, de acordo com a metodologia, a maior prioridade.

Tabela 3 – Matriz de priorização de ações para redução de perdas reais.

Parâmetro	N	P	R	Resultado	Prioridade
Gerenciamento de pressão	N1	P1	R1	$(N1+P1) \times R1$	X
Pesquisa de vazamentos	N2	P2	R2	$(N2+P2) \times R2$	Y
Gerenciamento de infraestrutura	N3	P3	R3	$(N3+P3) \times R3$	Z
Agilidade e qualidade dos reparos	N4	P4	R4	$(N4+P4) \times R4$	W

Fonte: autores.

3. Resultados e Discussões

Os resultados foram apresentados de acordo com as etapas desenvolvidas na pesquisa: primeiramente, referente ao monitoramento de grandezas hidráulicas, na sequência a aplicação do MVMN para determinação de perdas reais do SAAP Coleipa e, por fim, a análise das ações para controle e redução de perdas no mesmo.

3.1. Monitoramento da vazão demandada e da pressão na rede de distribuição

Com base nos resultados obtidos no monitoramento de vazão foi verificado que os hidrogramas dos dias 1, 2 e 3 do monitoramento são semelhantes, conforme Figura 4.a, e que apresentam características de atendimento contínuo e sem manobra de registro na tubulação de distribuição. Além disso, com base nos resultados obtidos no monitoramento da pressão foi verificado que as curvas de pressão apresentam variações semelhantes, conforme Figura 4.b, o que evidencia características de atendimento contínuo.

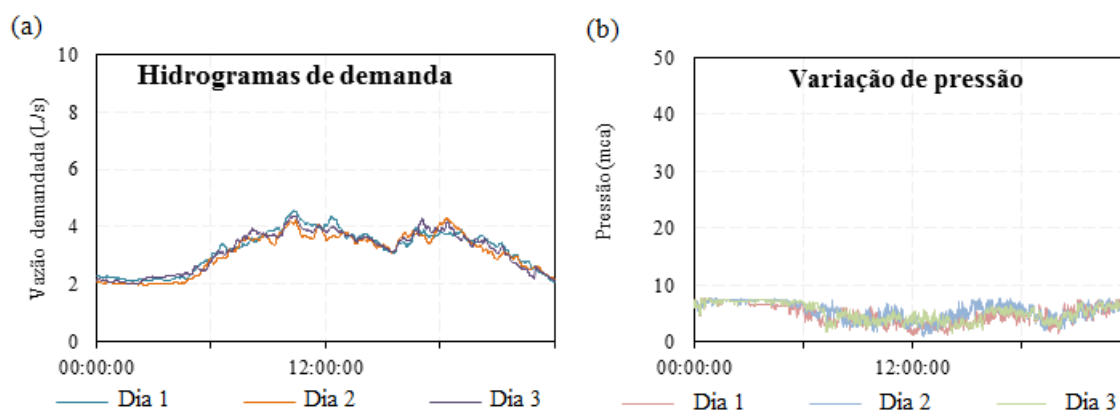


Figura 4 – Hidrograma de demanda (a) e curva de variação de pressão (b).

Entretanto, foram observados valores abaixo do especificado para pressão dinâmica mínima na NBR ABNT 12.218/1994 que é de 10 mca. Portanto, foi possível verificar que o SAAP Coleipa não atende a demanda satisfatoriamente do ponto de vista operacional. Na sequência, foram determinados os valores máximos, os médios e os mínimos de vazão de água e de pressão, para cada dia do monitoramento no SAAP Coleipa, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Resumo das informações de vazão e pressão.

Grandeza monitorada		Máximo	Médio	Mínimo
Dia 1	Vazão (l/s)	4,56	3,22	2,07
	Pressão (mca)	7,73	4,89	1,31
Dia 2	Vazão (l/s)	4,38	3,10	1,98
	Pressão (mca)	7,70	5,52	0,85
Dia 3	Vazão (l/s)	4,32	3,18	2,03
	Pressão (mca)	7,73	5,27	1,61

É importante ressaltar que, considerando o relacionamento entre valores de vazões referentes à demanda mínima e à demanda máxima de água no SAAP, foi possível verificar que a demanda no horário de menor consumo (vazões mínimas) é elevado, sempre chegando a ser ligeiramente superior a metade da vazão máxima, no caso, 51,97% (dia 1), 52,80% (dia 2) e 54,32% (dia 3), fato que pode ser indicativo de elevadas perdas reais de água, considerando que a área é predominantemente residencial (demanda tênue de água).

Com base nos hidrogramas de distribuição e nas curvas de variação de pressões, foi observado no SAAP Coleipa o comportamento perfeitamente inverso, conforme Figura 5, o que nesse caso caracteriza uma rede de distribuição setorizada, a qual não possui pontos de exportação e importação de água.

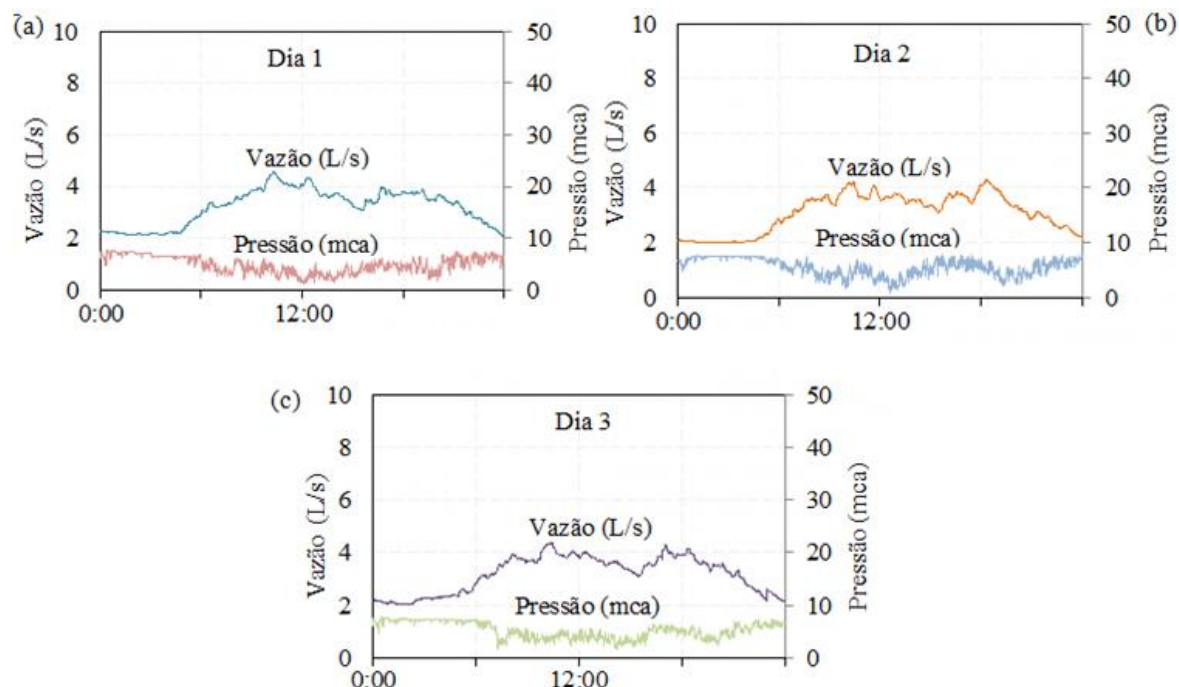


Figura 5 – comportamento inverso da vazão e da pressão para o dia 1 (a), dia 2 (b) e dia 3 (c).

Os resultados do monitoramento de vazão e de pressão no SAAP Coleipa, os quais serão utilizados para aplicação do MVMN, foram sistematizados conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Vazões e Pressões com respectivos valores médios e desvios padrões (D. P.).

Hora	Vazão (m ³ /h)					Pressão (mca)				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Média	D. P.	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Média	D. P.
1	8,11	7,42	7,67	7,74	0,29	6,89	6,65	6,91	6,82	0,12
2	7,83	7,23	7,46	7,51	0,25	7,25	7,41	7,26	7,31	0,07
3	7,76	7,20	7,76	7,57	0,26	7,12	7,45	7,12	7,23	0,16
4	7,80	7,28	8,18	7,75	0,37	6,51	7,46	7,30	7,09	0,42
5	8,08	7,53	8,44	8,02	0,38	6,42	7,38	7,16	6,98	0,41
6	9,69	8,99	9,24	9,31	0,29	6,18	6,85	7,05	6,69	0,37
7	11,52	10,50	11,05	11,02	0,42	4,83	5,47	6,43	5,58	0,65
8	11,92	12,18	12,55	12,22	0,26	3,57	5,69	3,96	4,41	0,92
9	13,08	13,01	13,65	13,24	0,29	4,67	4,05	4,70	4,48	0,30
10	14,22	13,22	13,63	13,69	0,41	3,92	3,99	3,77	3,89	0,09
11	15,68	14,27	14,98	14,98	0,58	3,70	4,56	3,97	4,08	0,36
12	14,55	13,63	14,09	14,09	0,38	3,11	4,25	4,06	3,81	0,50
13	14,78	13,21	14,00	14,00	0,64	2,68	2,87	4,13	3,23	0,64
14	13,16	12,97	13,06	13,06	0,08	2,55	3,37	3,78	3,23	0,51
15	12,81	12,36	12,58	12,58	0,18	3,34	4,86	3,12	3,77	0,77
16	11,64	11,98	11,81	11,81	0,14	3,77	5,99	3,34	4,37	1,16
17	13,02	13,50	13,40	13,31	0,21	4,70	6,39	5,55	5,55	0,69
18	13,40	13,27	14,29	13,65	0,45	4,66	6,16	5,41	5,41	0,61
19	13,55	14,85	14,06	14,15	0,53	4,69	5,16	4,93	4,93	0,19
20	12,94	12,84	12,69	12,82	0,10	3,77	3,86	3,81	3,81	0,04
21	12,63	11,29	12,12	12,01	0,55	4,78	3,96	4,37	4,37	0,33
22	11,45	10,79	10,83	11,02	0,30	5,73	5,49	5,61	5,61	0,10
23	9,88	9,55	8,93	9,45	0,39	6,24	6,48	6,36	6,36	0,10
24	8,30	8,60	8,45	8,45	0,12	6,36	6,62	6,49	6,49	0,11

3.2. Determinação das perdas reais de água

Com base nas Equações 1 e 2 e o intervalo de entre 2:00 e 4:00 o de mínimas vazões, foram calculados os valores de *FND* e *PR*, sendo importante observar que em função do valor inferior de pressão no Dia 1, o valor das perdas reais foi inferior aos demais, ainda que as vazões mínimas noturnas para os três dias tenham sido semelhantes: 7,80 m³/h (Dia 1), 7,24 m³/h (Dia 2) e 7,80 m³/h (Dia 3), conforme observado na Tabela 6.

Tabela 6 – Aplicação do método das mínimas noturnas.

Dia	P _{mMN} (mca)	FND (h/dia)	Q _{mMN} (m ³ /h)	PR (m ³ /d)
1	6,96	12,86	7,80	100,31
2	7,44	14,02	7,24	101,47
3	7,23	13,69	7,80	106,83

Com base nos valores de volume de água demandado, consumido e perdido, foi possível calcular o valor médio de perdas reais de água no SAAP Coleipa, conforme Tabela 7. Além disso, partindo dos valores observados foram apresentados percentuais de volumes consumidos e de perdidos, conforme Figura 6.

Tabela 7 – Volumes de água demandado, consumido e perdido.

Dia monitorado	Volume de água (m ³ /dia)		
	Demandado	Consumido	Perdido
Dia 1	277,8	107,47	100,31
Dia 2	267,7	138,95	101,47
Dia 3	274,9	138,46	106,83
Média	273,5	128,29	102,87
D. Padrão	4,27	14,73	3,47

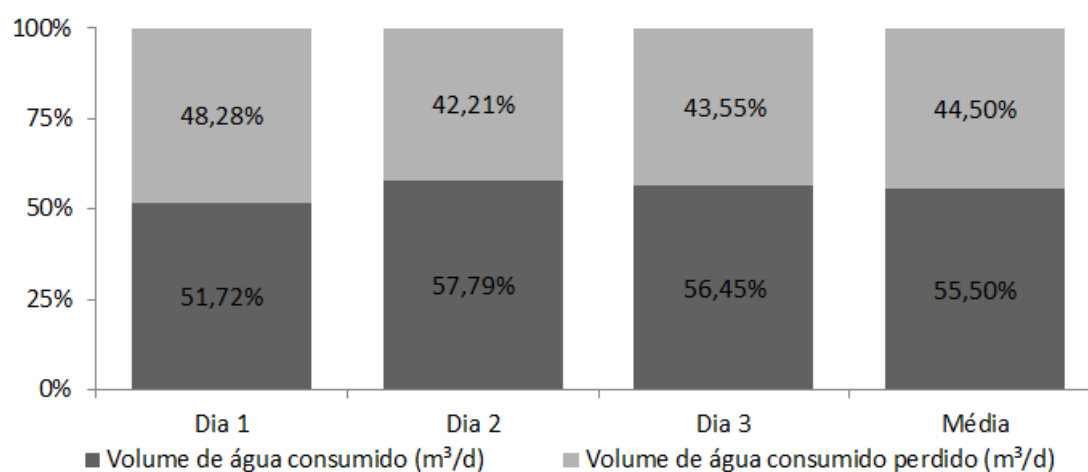


Figura 6 – Perdas reais de água em percentual.

3.3. Avaliação das perdas reais de água

Considerando período de um ano, obteve-se o Índice de perdas para o referido período (IPR) de 37.547,55 m³/ano e com a posse do número de ramais (Nc = 300 lig.), foi calculado o Índice de Perdas Reais por Ligação (IPRL, recomendado onde a densidade de ramais é superior a 20 ramais/km, no caso do SSAP Coleipa é de 100 ramais/km).

$$IPRL = \frac{37.547,55}{300 \times 365} = 0,343m^3 / lig. dia$$

Além disso, foi determinado o Índice de Perdas Reais Inevitáveis (IPRI), considerando os seguintes valores: comprimento aproximado da rede de distribuição (Lm = 3 km), número de ramais (Nc = 300 lig.), distância média entre o limite do lote e o medidor hidrômetro (Lp = 1 m), pressão média da operação adequada (P = 20 mca), número de dias do ano (Nd= 365 dias):

$$IPRI = \frac{(8 \times 3 + 0,8 \times 300 + 25 \times 0,001) \times 20}{300} = 0,021m^3 / lig. dia$$

Para o Índice de Vazamentos na Infraestrutura do SAAP Coleipa, foram considerados os valores de IPRL (0,343m³/Lig.dia) e IPRI (0,021m³/Lig.dia), obtendo-se, então, 16,33, que o classifica, de acordo com o Banco Mundial, como “classe D”, conforme Tabela 9. Nesse caso, o sistema é muito ineficiente e nele devem ser aplicados muitos recursos na pesquisa de vazamentos. Além disso, a pressão considerada para a boa operação no SAA Coleipa foi de 20 mca, logo foi possível estimar o potencial de redução de perdas reais superior a 400 Litros/Lig.dia, conforme também Tabela 8.

$$IVI = \frac{IPRL}{IPRI} = 16,33$$

Tabela 8 - Classificação e potencial de recuperação de perdas do SAAP Coleipa.

Categorias de desempenho		A	B	C	D
IVI		1-4	4-8	8-16	>16
Informação		Perdas reais de água (l/ramal.dia)			
Pressão na rede de distribuição de água	10 mca	<50	50-100	100-200	>200
	20 mca	<100	100-200	200-400	>400
	30 mca	<150	150-300	300-600	>600
	40 mca	<200	200-400	400-800	>800
	50 mca	<250	250-500	500-1000	>1000

Por fim, a partir de uma metodologia simples elaborada nessa pesquisa (batizada como Prioridade NPR), foram avaliados os quatro fundamentos da cruz de Lambert, de forma subjetiva. Porém, os resultados das avaliações sob a ótica da “Necessidade”, “Possibilidade” e “Retorno”, resultaram nas ações de pesquisa de vazamentos como prioridade máxima, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9: Metodologia Prioridade NPR.

Parâmetro	N	P	R	Resultado	Prioridade
Gerenciamento de pressão	1	1	1	(1+1)×1=2	4º
Pesquisa de vazamentos	5	3	5	(5+3)×5=40	1º
Gerenciamento de infraestrutura	5	2	4	(5+2)×4=28	3º
Agilidade e qualidade dos reparos	5	3	4	(5+3)×4=32	2º

No entanto, é importante ressaltar que SAAP é de pequeno porte e operado pela própria associação de moradores e, dessa forma, não possui recursos financeiros para contratação de equipes especializadas para a detecção de vazamentos não visíveis. No entanto, é imprescindível a atuação da comunidade na pesquisa de vazamentos visíveis no SAAP, sendo importante o cadastro para desenvolvimento de planilhas simples de ocorrência e, se possível, substituições de trechos que apresentem recorrentes vazamentos.

4. Conclusões

Os hidrogramas de demanda de água e as curvas de variação da pressão apresentam características de atendimento contínuo e que ambas têm o comportamento inverso, o que evidencia que a rede de distribuição é setorizada, ou seja, não possui pontos de exportação e importação de água.

No monitoramento de pressão obtiveram-se valores abaixo do estabelecido pela NBR ABNT 12.218/1994 para pressão dinâmica mínima no SAAP de 10 mca. Considerando que o REL Coleipa é caracterizado por reservatório de fibra de vidro apoiada em estrutura de madeira, recomenda-se o aumento da altura do reservatório elevado por se tratar de uma intervenção de menor custo comparada à troca por tubulações de diâmetros maiores na rede de distribuição (que a priori é considerada inviável para a Associação de Moradores da Coleipa). Vale ressaltar que essa medida eleva diretamente os volumes de perdas de água na rede de distribuição em função do aumento de pressão, logo a mesma deve ser acompanhada de campanha de combate a vazamentos.

O Método das Mínimas Noturnas foi aplicado com sucesso no SAAP Coleipa e possibilitou a avaliação das perdas reais de água, principalmente, a partir dos índices de perdas reais percentuais (45%), de perdas reais (0,343 m³/lig.dia), de perdas reais inevitáveis (0,021 m³/lig.dia) e de vazamentos na infraestrutura (16,33). O último índice permitiu, ainda, a classificação do sistema como “D”, considerado muito ineficiente e que nele devem ser aplicados muitos recursos na pesquisa de vazamentos (a mais deficiente de todas, segundo o Banco Mundial). Essa conclusão vai ao encontro do resultado da metodologia da Prioridade NPR, a qual verificou que a maior necessidade está relacionada ao fundamento da pesquisa de vazamentos.

No entanto, ao verificar que a pesquisa de vazamentos é a principal ação a ser tomada no SAAP Coleipa, é importante ressaltar que os moradores não têm condições financeiras de arcar com as despesas de um programa de redução e controle de perdas. Nesse sentido, recomenda-se que a identificação dos vazamentos visíveis seja noticiada a Associação de Moradores do local e que esta mantenha o cadastro destes, para serem reparados com rapidez e de forma adequada para evitar a reincidência do trabalho e, se necessário, substituição de materiais para maior confiabilidade na rede de distribuição de água.

O maior impacto das perdas de água na região é a influência exercida para se manter o cenário de insustentabilidade do uso dos recursos hídricos, uma vez que quase metade da água retirada dos mananciais para abastecer o bairro da Coleipa não chega aos consumidores finais. Além disso, a parcela de água que chega para o consumo não possui pressão suficiente para atender as expectativas do consumidor, situação que potencializa a busca por fontes alternativas como poços individuais para as residências, os quais não possuem condições sanitárias adequadas. A consequência maior é o consumo de água fora dos padrões de potabilidade e risco potencial de contaminação por agentes nocivos e, por fim, doenças relacionadas com a água.

Todo esse contexto demonstra que apesar dos olhares voltados aos grandes centros urbanos, as comunidades menores sofrem bastante com as perdas de água nas redes de distribuição, bem como com a operação inadequada, realidade é desconhecida dos dados oficiais. O cenário negativo apresentado na pesquisa aponta ainda para outras problemáticas maiores, onde os moradores desses locais por muitas vezes são impedidos de ir à escola (crianças) ou ao trabalho (adultos), por consequências diretas relacionadas à falta de qualidade do abastecimento de água que impactam a saúde pública, o comércio, o meio ambiente como um todo, torando, portanto, o uso da água insustentável.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.** *NBR 12218 – Projeto de rede de abastecimento de água para abastecimento público.* Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- BRASIL, FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA.** *Manual do Saneamento.* Brasília: FUNASA, 2006.
- BEZERRA, S. T. M.; CHEUNG, P. B.** *Perdas de água: tecnologias de controle.* João Pessoa: Editora da UFPB, 2013.
- GOOGLE MAPS.** *Bairro Coleipa, Santa Bárbara, Pará, Brasil.* 2015. Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/@-1.2388176,-48.2723161,1213m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.** *Informações Completas: Santa Bárbara do Pará.* 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 jan. 2015.
- LAMBERT, A; HIRNER, W.** *Losses from Water Supply Systems: Standart Terminology and Recommended Performance Measures.* London: International Water Association, 2000.
- BRASIL, CASA CIVIL, SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS.** *Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.* Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 13 fev. 2015.
- PEREIRA, J. A. R.; CONDURÚ, M. T.** *Sistema de informação para eficiência hidroenergética.* João Pessoa: Editora UFPB, 2014.
- REGO, A. G.; FERNANDES, L. L.; BLANCO, C. J. C.; BARP, A. R. B.** *Evaluation of sustainability in the use of water within the Amazon deforestation area: a case study in Rondon do Pará, Pará State, Brazil.* Acta Scientiarum. Technology, v.35, n.2, p. 327–245, 2013.
- REGO, A. G.; FERNANDES, L. L.; LIMA, A. C. M.; MULLER, E. A.** *Avaliação do uso da água potável em sistemas urbanos de abastecimento de água na região metropolitana de Belém: estudo de caso da comunidade do Canarinho.* Revista Traços, v.10, n.21, p.23–34, 2008.
- TSUTIYA, M. T.** *Abastecimento de Água.* São Paulo: EPUSP, 2006.
- ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; KUSTERKO, S. K.; CHAVES, L. C.** *Avaliação de desempenho em sistemas de abastecimento de água: seleção de referencial teórico e análise bibliométrica.* Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, n.19, v.2, p.899–912, 2015.
- KINGDOM, W.; LIEMBERGER R.; MARIN, P.** *The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries – How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting.* Washington: World Bank, 2006.