



2024

Análise de metodologia de perdas em sistemas de abastecimento de água

Marcello Carneiro Faidiga

Aluno de Graduação em Engenharia Civil, faidigamarcello@hotmail.com

Fábio Veríssimo Gonçalves, Doutor em Engenharia Civil, fabio.goncalves@ufms.br

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Av. Costa e Silva, s/nº | Bairro Universitário | 79070-900 | Campo Grande, MS, Brasil.

RESUMO

De acordo com o SNIS (2021), 40,25% da água no Brasil se perde durante a distribuição, sendo que temos por exemplo o Amapá que perde 74,84%, alarmante saber que existem estados que mais água é perdida do que consumida. Essas informações mostram que é necessário um maior número de estudos dos métodos de análise de perdas, para que assim possasse intervir e analisar a efetividade das intervenções. Os métodos considerados os principais são: o BABE (*Breaks and Backgrounds Estimates*), FAVAD (*Fixed and Variable Area Discharge Paths*), *Top-down* (balanço hídrico) e *Bottom-up* (método da avaliação da vazão mínima noturna). Os métodos foram estudados conforme a metodologia SWOT, que é dividida em 4 classificações: *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Oportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças). Uma vez definidos esses critérios, os métodos foram classificados em quais deveriam ser priorizados em uma análise do sistema, e foi concluído que é pertinente iniciar os estudos sobre um sistema pelo método *Top-Down*, e em sequência conforme se demonstrar pertinente, podemos adotar mais métodos.

Palavras-chave: BABE; FAVAD; Top-Down; Bottom-up; SWOT; Água;

ABSTRACT

According to the SNIS (2021), 40.25% of the water in Brazil is lost during distribution, and we have, for example, Amapá that loses 74.84%, According to the SNIS (2021), 40.25% of the water in Brazil is lost during distribution, and we have, for example, Amapá that loses 74.84%, alarming to know that there are states that more water is lost than consumed. This information shows that a greater number of studies of loss analysis methods are needed in order to intervene and analyze the effectiveness of interventions. The main methods are: BABE (*Breaks and Backgrounds Estimates*), FAVAD (*Fixed and Variable Area Discharge Paths*), *Top-down* (water balance) and *Bottom-up* (method of evaluating the minimum night flow). The methods were studied according to the SWOT methodology, which is divided into 4 classifications: *Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities* and *Threats*. Once these criteria were defined, the methods were classified into which should be prioritized in a system analysis, and it was concluded that it is pertinent to start studies on a system by the *Top-Down* method, and then as it proves pertinent, we can adopt more methods.

Keywords: BABE, FAVAD; Top-Down; Bottom-up; SWOT; Water.

1. Introdução

De acordo com o SNIS (2021), temos que o Brasil tem, em média, um volume de perdas de 40,25%, desperdício esse que gera danos tanto na economia, quanto ambientais. Perdas essas que devem ser medidas, identificadas e combatidas, e nesse trabalho serão abordados métodos para avaliar a rede e os vazamentos de forma computacional.

Nesse trabalho então foram verificados os métodos de diferentes tipos de avaliação, os mais

citados na bibliografia utilizada (Melato, 2010; Bezerra, 2013), temos por exemplo, na tabela 1, o Amapá, que tem 74,84% de volume de perdas na distribuição (SNIS, 2021), isso demonstra que devem ser estudados os vazamentos.

De acordo com a Sabesp (2005 e 2017) a maior parte do volume perdido é vazado na distribuição, então os métodos que serão avaliados serão justamente os aplicáveis para a distribuição.

2. Revisão de literatura

Inicialmente vamos definir o que é perda, de acordo com a Sabesp (2017) o volume de perdas é a

diferença entre o volume produzido e o medido, explicitado pela equação 1:

$$Vol. perdido = Vol. produzido - Vol. medido \quad (1)$$

De acordo com a IWA, *International Water Association*, indicador de perdas é expresso em litros por ramal por ligação, preferencialmente ou por percentual (SABESP, 2017).

Devemos também explicar os tipos de perdas, são elas as perdas reais e as perdas aparentes. As perdas aparentes são consumo não autorizado, erros de medição e erros na contabilização. As perdas reais são vazamentos na distribuição, vazamentos nos reservatórios e vazamentos nos pontos de consumo (AL-WASHALI, 2016).

Para Mutikanga (2013) o gerenciamento das perdas é dividido em 4 partes, quantificação das perdas, monitoramento de vazamentos, detecção, localização e reparo dos vazamentos e gerenciamento ativo de pressão na rede. É necessário definir essas partes porque são utilizadas nos métodos abordados:

A quantificação das perdas é dividida em duas metodologias, a IWA/AWWA e a inglesa, que diferem principalmente em nomenclaturas e terminologias (MUTIKANGA, 2013). A tabela 2 representa o método IWA/AWWA;

2.1. Método SWOT

Para a avaliação de cada um dos métodos descritos em diante será utilizada a metodologia SWOT, de acordo com Silva (2011), o SWOT, método dividido em *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Oportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças), criado por Kenneth Andrews e Roland Cristensen, é um método que visa detectar os pontos fortes e fracos de cada método e as oportunidades e ameaças.

Para a análise feita aqui a abordagem consistira em que a força é a principal vantagem, a fraqueza é a principal desvantagem, a oportunidade será uma conveniência oferecida pelo método, e por fim a fraqueza será algo que impossibilite o método, e por fim, os métodos serão classificados de acordo com a simplicidade e os benefícios.

2.2. BABE - Breaks and Backgrounds Estimates

O primeiro método a ser discutido será o método BABE, *Breaks and Backgrounds Estimates* (estimativa de vazamentos inerentes e por quebra), conceito para estimar perdas físicas com autoria de Allan Lambert. Esse método associa lógica e suposições embasadas no histórico do sistema, com software para encontrar esses dados. Pode ser utilizado internacionalmente e é adaptável e customizável para qualquer modelo desejado (MELATO, 2010).

Vazamentos por quebras para o método BABE são definidas como perda maior que 2gpm (0,126 L/s) em uma pressão de 5 bar. Para classificar os vazamentos como inerentes, basta não cumprir esse requisito (MELATO, 2010).

Tabela de relação entre perda de água e estado (2021)			
UF	perdas distribuição	tarifa de água por m ³	despesa por m ³
Região Norte			
AC	74,44%	R\$ 3,06	R\$ 3,79
RO	61,44%	R\$ 4,04	R\$ 5,09
AM	53%	R\$ 4,36	R\$ 5,21
RR	64%	R\$ 3,27	R\$ 7,23
AP	74,84%	R\$ 2,88	R\$ 3,60
PA	37,36%	R\$ 2,96	R\$ 5,48
TO	35,49%	R\$ 5,37	R\$ 4,79
R. N	51,16%	R\$ 3,88	R\$ 5,18
Região Nordeste			
MA	59,18%	R\$ 3,53	R\$ 4,21
PI	45,33%	R\$ 4,19	R\$ 3,98
CE	45,18%	R\$ 4,00	R\$ 3,86
RN	52,19%	R\$ 4,80	R\$ 5,10
PB	35,38%	R\$ 5,20	R\$ 4,52
PE	45,95%	R\$ 4,45	R\$ 3,95
AL	46,94%	R\$ 5,24	R\$ 5,47
SE	48,36%	R\$ 5,26	R\$ 5,64
BA	39,70%	R\$ 5,47	R\$ 4,62
R. NE	46,15%	R\$ 4,70	R\$ 4,42
Região Centro-Oeste			
DF	35,07%	R\$ 6,33	R\$ 6,50
MT	48,44%	R\$ 3,50	R\$ 3,05
GO	28,54%	R\$ 5,94	R\$ 4,99
MS	33,40%	R\$ 6,28	R\$ 4,61
R. CO	36,18%	R\$ 5,48	R\$ 4,86
Região Sudeste			
ES	38,84%	R\$ 3,78	R\$ 3,16
RJ	44,99%	R\$ 6,53	R\$ 4,92
MG	37,52%	R\$ 4,55	R\$ 4,27
SP	34,50%	R\$ 3,62	R\$ 3,41
R. SE	37,97%	R\$ 4,29	R\$ 3,81
Região Sul			
PR	33,75%	R\$ 6,26	R\$ 4,78
SC	34,06%	R\$ 5,85	R\$ 4,75
RS	41,59%	R\$ 8,16	R\$ 6,82
R. S	36,89%	R\$ 6,83	R\$ 5,40
Brasil	40,25%	R\$ 4,81	R\$ 4,24

Tabela 1 - Relação entre perda de água, estado, tarifa e custo da água. (SNIS, 2021)

As perdas físicas são categorizadas em quebras reportadas, que são aquelas que geram atenção pública, as não reportadas, das quais são necessários trabalhadores especializados para encontrarem as perdas escondidas, que podem ser divididas em quebras não detectadas e erros de contabilidade. Erros esses que são em geral numéricos, sejam esses erros de conversão de unidades, erro de leitura, e erros nos cálculos (BEZERRA et al., 2013).

2.3. FAVAD - Fixed and Variable Area Discharge Paths

FAVAD (Fixed and Variable Area Discharge Paths) caminhos de descarga de área fixa e variável, é um princípio físico, proposto por John May (1994) que correlaciona a pressão com a área dos furos na tubulação. Também correlaciona a rigidez da tubulação com a equação, como expoente que representa a relação entre pressão e volume de vazamento. (Bezerra et al., 2013) Conceitos que são relacionados pela equação 2:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{N_1} \quad (2)$$

Na equação acima temos que: Q_0 é o vazamento inicial, P_0 é a pressão inicial, Q_1 e P_1 são respectivamente o volume e a pressão finais. N_1 é o expoente do material, que é maior quanto menor a rigidez do material. A partir dessa equação temos que materiais menos rígidos tendem a vazar mais quando submetidos a altas pressões. (BEZERRA et al., 2013).

Os valores de N_1 são em geral 0,5 para tubos metálicos e entre 1,5 e 2,5 para tubos plásticos. (MELATO, 2010).

2.4. Top-Down – Balanço Hídrico

O método Top-Down, conhecido no Brasil como Balanço Hídrico, é um sistema de auditoria que compara vários parâmetros para encontrar contradições e incoerências no sistema, são os parâmetros (BEZERRA et al., 2013):

Inicialmente introduzido em 2000 por Lambert e Hirner no Reino Unido e posteriormente em 2002 por Lambert no internacionalmente (AL-WASHALI, 2016).

O método se diferencia dos demais abordados por primeiramente estimar as perdas aparentes, e em seguida calcular as perdas reais por subtração das perdas aparentes do volume total de perdas (AL-WASHALI, 2016).

De acordo com Melato (2010), para mensuração das perdas é montada uma planilha com o consumo faturado e não faturado, imprecisão dos medidores, consumo não autorizado e erro de manipulação dos dados, a diferença de volume corresponderá ao volume de perdas. A tabela 2 representa a classificação de cada um dos volumes de forma mais detalhada e mais fácil de se entender.

Volume de entrada no sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (incluir água exportada)	Água faturada
			Consumo faturado não medido (estimados)	
	Consumo autorizado não faturado	Consumo autorizado não faturado medido (usos próprios, caminhão pipa etc.)	Água não faturada	
		Consumo autorizado não faturado não medido (combate a incêndios, favelas etc.)		
	Perda de água	Perdas aparentes	Uso não autorizado (fraudes e falhas de cadastro)	
			Erros de medição (micromedicação)	
Perdas reais		Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição		
		Vazamentos e extravasamentos em reservatórios		
	Vazamentos em ramais prediais (a montante do ponto de medição)			

Tabela 2- Balanço Hídrico proposta pela IWA/AWWA para sistemas de abastecimento de água (BEZERRA et al., 2013).

2.5. Bottom-up – Método da avaliação mínima noturna.

O Bottom-up é um método que pesquisa a perda real e compara item por item, fazendo assim um somatório de perdas, para a obtenção da mínima vazão noturna, comparando o horário de máximo (em geral entre 11 e 14 horas) com o mínimo (em geral entre 3 e 4 horas) diário. O método consiste em fazer pesquisa de campo, analisando os componentes de perdas reais e perdas aparentes, e por isso é também conhecido como método “de baixo para cima”. A figura 2 demonstra o uso do método, que com o conhecimento do uso noturno pode-se facilmente encontrar os valores de perdas. (MELATO, 2010).

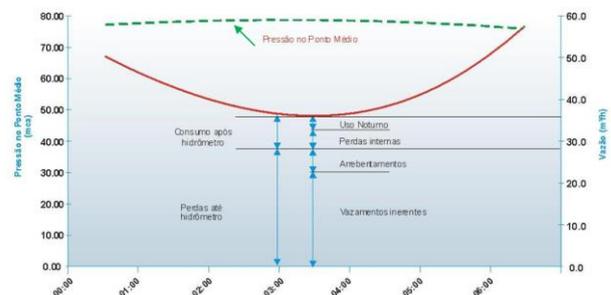


Figura 2 - Componentes de Vazão Mínima Noturna (MELATO, 2010).

3. Método

3.1. BABE - Breaks and Backgrounds Estimates

O método BABE é um método que estima o volume perdido com base no histórico de perdas e no tempo a sanar os vazamentos, é necessária uma grande quantidade de dados e embasamento teórico para termos um método preciso. Para Marco Fantozzi (2004), temos um limite de confiança para esse método computacional de 95%, ainda para ele o método é pouco alterado se houver erro no volume ou variação no custo marginal.

O método BABE não é de fato um método que busca identificar todos os vazamentos, mas sim fazer uma análise

estatística agrupando eventos para fazer uma previsão dos volumes de vazamentos, então a partir do número de perdas reais é possível deduzir as perdas ocultas. O método também é muito útil para definir a eficiência da política de reparos (BEZERRA et al., 2013).

De acordo como Marco Fantozzi (2004) podemos usar esse método, mesmo que não houver controle ativo de vazamentos utilizando uma forma simplificada de forma a prever o aumento da taxa de vazamentos com o histórico do Orçamento Anual Aproximado e o Volume Econômico de Perdas Ocultas.

O método BABE então é um método econômico para determinar a quantidade de campanhas de manutenção e melhorias no sistema, os impactos do controle de pressões (BEZERRA et al., 2013). E de acordo com (THORNTON et al., 2008) o método BABE é um método estatístico, então com informações abundantes temos alta precisão.

3.2. FAVAD - Fixed and Variable Area Discharge Paths

De acordo com Melato (2010) “A pressão exerce forte influência na frequência de vazamentos, bem como na vazão perdida através desses, sendo um dos primeiros parâmetros a serem medidos”.

Temos um método então que correlaciona volume de vazamentos e pressão, sendo que a última é facilmente medida, então podemos adotar um gerenciamento ativo de pressão de forma a diminuir o volume de perdas. (LAMBERT, 2001).

Temos então que variar a pressão de forma correta diminuirá o volume vazado imediatamente. Mas de acordo com Lambert (2001), a diferença de pressão diminui a vida útil da tubulação, em até 10 vezes mais em casos extremos. Então para sistemas com grandes variações recomenda-se o uso de reservatórios após a bomba, e não direto ao sistema de distribuição.

A quantidade de vazamentos também fica em função da pressão, alta pressões estão associadas a mais quebras no sistema, como Lambert (2001) demonstrou na figura 3, o numero de quebras de acordo com a pressão adota um regime exponencial.

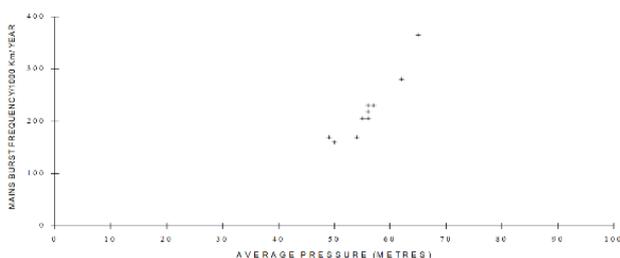


Figura 3 Relação entre pressão em MCA (horizontal) e quebras por mil quilômetros por ano (vertical) (LAMBERT, 2001).

Ainda de acordo com Lambert (2001) temos que na Austrália, 40% de redução de pressão diminuiu 55% a

frequência de manutenção e no Brasil, o gerenciamento de pressão diminuiu em 61% a frequência de manutenção.

No estudo de caso em Pederneiras, São Paulo (BASTOS et al., 2015), foi feita a modelagem via software da cidade, onde foram constatados pontos de sobrecarga de pressão, dos quais já foi constatado que existe um maior potencial de quebras. A partir desse estudo de caso, foi proposta uma equalização das pressões de forma a reduzir potenciais perdas, a comparação está representada na figura 4.

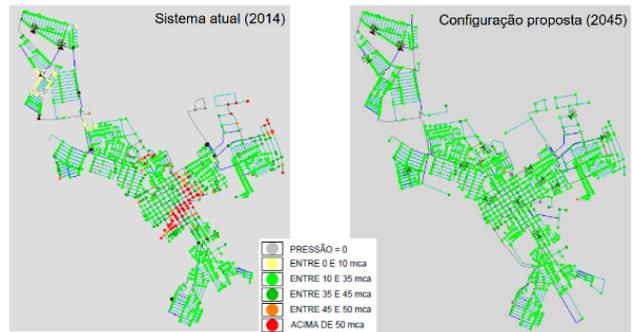


Figura 4 – Comparação entre o sistema atual e o proposto para a redução de perdas e manutenção (BASTOS et al., 2015).

3.3. Top-Down – Balanço Hídrico

Como explicitado antes, Top-Down é, de acordo com Bezerra et al. (2013), um método de auditoria, para ver os pontos que necessitam atenção, comparando com o histórico, então ele não é pensado para fazer previsões, mas sim para encontrar um culpado, dando assim para a operação local um ponto para iniciar as verificações finas e assim sanar os problemas, se possível.

Existem softwares a serem utilizados para facilitar essa auditoria, entre eles o que vale ser citado é o *AWWA's Free Water Audit Software*, software representado na tabela 3, que se baseia em uma planilha de Excel disponibilizado gratuitamente pela AWWA (*American Water Works Association*), Associação Americana de Obras de Água, traduzido livremente. Também é válido citar a planilha do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, LNEC. Mas na autoria desse trabalho o site se encontrava fora de serviço (BEZERRA et al., 2013).

AWWA Free Water Audit Software		Water Balance		Billed Water Exported		Revenue Water (Exported)
Water Exported (WE) (corrected for known errors)	0,000	Authorized Consumption	0,000	Billed Metered Consumption (BMAC) (water exported is removed)	0,000	Revenue Water (Exported)
Volume from Own Sources (VOS) (corrected for known errors)	0,000	Unbilled Authorized Consumption	0,000	Billed Unmetered Consumption (BUAC)	0,000	Revenue Water (Exported)
System Input Volume	0,000	Water Supplied	0,000	Unbilled Metered Consumption (UMAC)	0,000	Non-Revenue Water (NRW)
Water Imported (WI) (corrected for known errors)	0,000	Water Losses	0,000	Unbilled Unmetered Consumption (UUC)	0,000	Non-Revenue Water (NRW)
		Real Losses	0,000	Systematic Data Handling Errors (SDHE)	0,000	Non-Revenue Water (NRW)
				Customer Metering Inaccuracies (CMI)	0,000	Non-Revenue Water (NRW)
				Unauthorized Consumption (UC)	0,000	Non-Revenue Water (NRW)
				Leakage on Transmission and/or Distribution Mains	0,000	Non-Revenue Water (NRW)
				Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks	0,000	Non-Revenue Water (NRW)
				Unauthorized Consumption (UC)	0,000	Non-Revenue Water (NRW)
				Leakage on Service Connections	0,000	Non-Revenue Water (NRW)

Tabela 3 - Planilha AWWA Free Water Audit Software, print tirado pelo autor do programa.

3.4 *Bottom-up* – Método da avaliação mínima noturna.

A verificação do método *Bottom-up* é eficaz porque, de acordo com Ghidetti (2013), as caixas d’água estão cheias, então o sistema fica estável, não é necessário um histórico longo para encontrar possibilitando um rápido diagnóstico de perdas reais em um setor abastecido, com o método de vazão noturna mínima é possível evitar a micromedição, assim evadindo erros de precisão na obtenção das perdas reais, e é possível estimar grande parte da vazão mínima noturna.

A partir da avaliação mínima noturna, Bittencourt (2015) propôs uma intervenção de forma a instalar válvulas de redução de pressão (VRPs), assim houve uma redução de 57% na vazão mínima noturna, explicitado pela tabela abaixo:

Parâmetro	Antes do começo dos estudos	Após a conclusão das ações
Vazão mínima noturna (L/s)	11,4	4,9
Vol. de água mensal distribuído no setor (m³/mês) Valor obtido através de macromedição	36288	17500
Pressão de água na ponta do sistema	40	8

Tabela 4 valores antes e após a intervenção das VRPs, (BITTENCOURT, 2015)

4 – Resultados e discussões

Método	Força	Fraqueza	Oportunidade e	Ameaça
BABE	É um método de simples implementação o via software e ele é versátil, desde previsão de manutenção até a avaliação deles.	Para sistemas de maior porte, se verificarmos de forma geral, haverá um grande fator de incerteza, o que força o usuário a dividir em partes os sistemas para grandes áreas.	O método é muito útil se utilizado com outros, gerando maior confiabilidade nos dados encontrados por outros métodos e por meio do estudo estatístico preenchendo lacunas, diminuindo incertezas.	Para sistemas novos, o método BABE se torna inútil pela falta de informações, uma vez que a análise estatística fica com alto nível de incerteza.
FAVAD	É um método muito útil para a identificação de pontos de risco, sendo de grande ajuda no controle de vazamentos inerentes e diminuindo o número de quebras.	O sistema necessita de vários pontos de medição para conseguir os parâmetros necessários para mapear os pontos com excesso de pressão.	Em conjunto com o BABE é possível definir os principais pontos de atenção no sistema para maior eficiência da manutenção.	O sistema é inviabilizado o caso seja necessária uma avaliação rápida do sistema, uma vez que a instalação de medidores é demorada e burocrática.

<i>Top-Down</i>	É o sistema mais simples de todos, sendo também o mais fácil de aprender a utilizar, sendo versátil desde para análises mais simples, com tabelas simplificadas, quanto para mais detalhadas com softwares mais elaborados.	O software não realiza previsões, então pode ser necessário o uso de demais softwares para encontrar a informação necessária.	Existe uma grande variedade de softwares gratuitos e pagos para o uso, e a simplicidade do método oferece ao usuário a oportunidade de fazer um software customizado que melhor atenda a necessidade.	Não existe nada que inviabilize esse método.
<i>Bottom-up</i>	O método dispensa longo histórico, podendo se utilizar de outros métodos para o auxílio do encontro de fatores de correção noturna, é simples estimar as perdas, uma vez que durante a noite a maior parte do volume utilizado são perdas e é fácil definir o uso noturno.	Sem o parâmetro da obtenção do fator de correção da vazão noturna, o método que não necessita de muitos parâmetros se torna complicado e estimar o fator pode se tornar difícil.	O método dispensa a micromedição, o que torna desnecessários gastos com equipamentos de medição eletrônicos ou equipes para mensurar o gasto noturno.	Em sistemas muito precários o método pode ser inviabilizado, uma vez que alguns métodos da obtenção dos parâmetros consistem na adição de pressão o que pode gerar quebras no sistema.

Tabela 5 – Avaliação de acordo com o método SWOT (autoria própria).

A tabela 5 define os principais pontos para cada um dos métodos estudados, de acordo com o SWOT, para cada um deles. É necessário dizer que o uso dos métodos em conjunto é possível e recomendado, gerando dados mais aprofundados.

O método que deveria ser o primeiro a ser usado em qualquer análise é o *Top-Down*, ele não possui inviabilidade para o uso e é simples demais para não ser adotado mesmo que para suplementar qualquer outro método.

Em sequência o BABE, método de também fácil uso que gera previsões e gera resultados que podem ser úteis para outros testes, caso os parâmetros sejam conhecidos, ele também deveria ser usado mesmo que para suplementar a análise. Por outro lado, utilizar o método sem os parâmetros necessários gerara grande incerteza e não auxiliará, mas sim prejudicará a análise.

O método *Bottom-up* é o terceiro na lista por ser um método mais rápido e que o FAVAD e que necessita de

menos intervenções, então deve ser considerado antes, mas caso o fator de correção noturna seja de mais difícil obtenção pela má condição do sistema, o método FAVAD deverá ser priorizado.

Por fim o FAVAD, o maior motivo para estar no fim é o tempo e as intervenções para as medições, caso seja necessária uma análise mais minuciosa do sistema ele deve sim ser adotado, mas as alternativas devem ser consideradas antes.

5- Conclusão

O início de uma investigação em relação da vazamentos deveria iniciar pelo método Top-Down, não existe bom motivo para descartar esse método.

Se houver parâmetros para o uso do método BABE, é recomendado que se use também, mesmo que em um primeiro momento ele não seja útil, ao final da análise e da intervenção ele adicionará uma medida de comparação e com o auxílio do Top-Down é possível julgar o trabalho feito. Ainda servirá de previsão para quando será recomendada uma intervenção futura.

O FAVAD e o *Bottom-up* oferecem análises mais rigorosas e mais caras sobre os sistemas, o que tornam eles mais caros. Eles não são dispensáveis, mas ao fazer uma análise damos preferência a ferramentas mais rápidas e de menor custo.

Por fim basta dizer que o *Top-Down* e o BABE deveriam ser feitos com maior periodicidade que o FAVAD e o *Bottom-up*, e assim teríamos um sistema analisado de forma efetiva e econômica.

6- Referências bibliográficas

- AL-WASALI, T.; SHARMA, S.; KENNEDY, M. Methods of Assessment of Water Losses in Water Supply Systems: a Review **Springer Science+Business Media Dordrecht**, 2016.
- AL-WASHALI, T. M. Y . Water Loss Assessment in Distribution Networks: Methods, Applications and Implications in Intermittent Supply. CRC Press / Balkema, 2020.
- BASTOS, M. M.; MOTTA, S. H. S.; IMADA R. G.; SILVA, E. M. F.; ALVES, J. A. Estudo de caso: estudo de redução de perdas no sistema de distribuição de água do município de Pederneiras/SP através de ferramenta de modelagem. **Anais... XIX Exposição de experiências municipais em saneamento, Poços de Caldas – MG**, 2015.
- BEZERRA, S. T. M.; CHEUNG, P. B. Perdas de Água. Tecnologias de Controle 1ª ed. João Pessoa: Editora da UFPB, 2013.
- BITTENCOURT, M.; EMANUEL, G. M. Diminuição de vazão mínima noturna por redução de pressão. **Anais... XIX Exposição de experiências municipais em saneamento, Poços de Caldas – MG**, 2015.
- FANTOZZI, M.; LAMBERT, A. Applicazione in italia dei piu' recenti sviluppi nel calcolo della frequenza economica di controllo perdite. **Anais... Conferenza H2O sulla 'Gestione delle perdite idriche'**, Ferrara, Italy, 2004.
- GHIDETTI, A. J. Eficácia do Método das Vazões Mínimas Noturnas Para Diagnosticar as perdas de Água. Campinas, 2013.
- Information on BABE. 2001. Disponível em <http://www.geocities.ws/kikory2004/23_Babe_De_tail.pdf>. Acesso em: 10/01/2024.
- LAMBERT, A. What do we know about pressure: leakage relationships in distribution systems? **Anais ... Conference: Proc. IWA System Approach to Leakage Control and Water Distribution Systems Management**, 2001.
- MELATO, D. S. Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água: aplicação no sistema de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo, São Paulo, 2010.
- MUTIKANGA, H. E.; SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. Methods and Tools for Managing Losses in Water Distribution Systems. **J. Water Resour. Plann. Manage**, v. 139, n. 2, p 166-174, 2013.
- SABESP. Apostila do Curso de Perdas. São Paulo: SABESP, 2005.
- SABESP. O que são perdas de água, 2017. Disponível em <https://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/cartilha_perdas_dez2017.pdf> . Acesso em 20/12/2023.
- SILVA, A. A.; SILVA N. S.; BARBOSA, V. A.; HENRIQUE, M. R.; BAPTISTA, J. A. A Utilização da Matriz Swot como Ferramenta Estratégica – um Estudo de Caso em uma Escola de Idioma de São Paulo, **Anais... Resende/RJ, VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT**, 2011.
- SILVA, G. N.; SILVA, J. G. F.; SANTANA, W. M. Estimativa do balanço hídrico climatológico: um estudo de caso Vivências. Vol. 13, N.25: p.117-127, 2017.
- SNIS-sistema nacional de informações sobre o saneamento (2021). Disponível em <http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_e_sgoto/mapa-agua/?cod=3550308>. Acesso em 20/01/2024.