



## XI-083 – BALANÇO HÍDRICO EM GESTÃO DE CONTROLE DE PERDAS

**Robson Fontes da Costa<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL/SP), Tecnólogo em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC/SP) e Especialista em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública de São Paulo (FSP/USP)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Conselheiro Saraiva, 519 - SP - CEP: 02037-021 - Brasil - Tel: (31) 2971-4100 - e-mail: [rfcosta@sabesp.com.br](mailto:rfcosta@sabesp.com.br)

### RESUMO

As perdas nas redes de abastecimento de água tem sido um dos grandes desafios das empresas de distribuição, visto que sua eficiência operacional é medida por este importante indicador.

Os conhecimentos de como as perdas reais e aparentes se distribuem pelos setores de abastecimento, se torna fundamental no planejamento das ações a serem aplicadas.

Desta forma o balanço hídrico de perdas se torna uma ferramenta no auxílio da determinação destas distribuições.

**PALAVRAS-CHAVE:** Balanço Hídrico, Vazão Mínima Noturna, Perdas Globais.

### INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição das perdas de água é uma das importantes ferramentas nas decisões das ações a serem aplicadas no combate às perdas. Para isso o balanço hídrico reúne os parâmetros necessários para estas verificações, visto que procura compor deste a produção de água que é distribuída ao sistema até os volumes consumidos, além de volumes operacionais e os usos sociais. A tabela 01 representa a divisão destes consumos, divididos em:

- Volume que entra no sistema: é todo o volume produzido é disponibilizado ao sistema;
- Consumos Autorizados - são divididos em duas subcategorias:
  - Consumos Autorizados Faturados: o volume de água medido e/ou estimado que é faturado pela empresa (ligações normais, grandes consumidores etc.).
  - Consumos Autorizados Não-Faturados: usos legítimos da água, conhecidos pela Sabesp – bombeiros, públicos, Favelas etc., incluindo os consumos operacionais (descargas, lavagem de redes e reservatórios etc.).

Estes usos não podem ser confundidos com perdas, visto que se não possuem medição, como em casos de favelas, os volumes são estimados, ficando dentro dos consumos autorizados não-medidos e não-faturados do Balanço Hídrico.

- Perdas: são relativas às perdas de água, que é toda perda real ou todo o consumo não autorizado que determina aumento de custo de funcionamento ou impeça a realização de plena receita operacional. As perdas podem ser divididas em:
  - Reais: são perdas físicas de águas decorrentes de vazamentos na rede de distribuição e extravasamentos em reservatórios. Este tipo de perda impacta a disponibilidade de recursos hídricos superficiais e os custos de produção de água tratada.
  - Aparentes: são perdas não-físicas, de decorrentes de submedição nos hidrômetros, fraudes e falhas do cadastro comercial. A água é consumida, porém não é faturada pela empresa de saneamento.
- Consumos Não-Autorizados: Consistem nos consumos existentes em furtos ou fraudes através de ligações clandestinas, by pass, hidrantes, hidrômetros e em outros componentes dos sistemas de abastecimento de água, sem a devida autorização da Sabesp. É perda aparente.
- Medição – Conjunto de operações que tem por objetivo determinar um valor de uma grandeza.



- Macromedição – Volumes produzidos e/ou disponibilizados à distribuição.
- Micromedição – Volumes medidos junto ao cliente.
- Volumes estimados – Volumes não-medidos, avaliados através de parâmetros médios, estabelecidos por ensaios ou de forma empírica.

Imprecisão da Medição: Representa um componente importante das perdas aparentes de água causadas pela imprecisão dos equipamentos de medição de vazão dos sistemas de micro e macromedição. Caracterizam, portanto, a qualidade e eficiência do sistema de medição, e se relacionam com os aspectos de avaliação da quantidade de água e não com a perda de água propriamente dita.

**Tabela 01 – Balanço Hídrico (Fonte:Sabesp/2000)**

Volume que Entra no Sistema	Consumos Autorizados	Consumos Autorizados Faturados	Consumos medidos faturados (incluindo água exportada)	Águas Faturadas
			Consumos não-medidos faturados (estimados)	
		Consumos Autorizados Não Faturados	Consumos medidos não-faturados (usos próprios, caminhão-pipa etc.)	Águas Não-Faturadas
			Consumos não-medidos, não-faturados (corpo de bombeiros, favelas etc.)	
	Perdas de Água	Perdas Aparentes	Consumos não-autorizados (fraudes e falhas de cadastro)	
			Imprecisão dos medidores (macro e micromedição)	
		Perdas Reais	Vazamentos nas adutoras de água bruta e nas estações de tratamento de água (se aplicável)	
			Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição	
			Vazamentos nos ramais prediais até o hidrômetro	
			Vazamentos e extravasamentos nos aquedutos e reservatórios de distribuição	

Portanto o Balanço Hídrico de um sistema de água é uma forma estruturada de avaliar os componentes dos fluxos e usos da água no sistema e os seus valores absolutos ou relativos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Podemos dividir as metodologias aplicadas nos balanços em duas categorias principais:

**Balanço Hídrico:** neste método são inseridos os volumes macro de entrada dos sistemas de abastecimento, como o volume macromedido de entrada no setor e o volume micromedido do mesmo, ou seja, a análise e feita de cima para baixo, subtraindo-se do volume macromedido, todos os parâmetros restantes conhecidos, mensuráveis ou estimados. A figura 01 representa um destes balanços.



Fontes Próprias	Vol. Fornec.	Água Exportada	Água Exportada	Água Exportada	Água Importada	Água Exportada
		Água Distribuída	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Faturado	Água Faturada	Consumo Medido Faturado
Água Import.	levar em conta erros				Consumo Autorizado Não Faturado	Água Não Faturada
		Perdas de Água	Perdas Aparentes		Consumo Medido Não Faturado	
	Perdas Reais			Consumo Não Autorizado		
			Imprecisão dos Hidrômetros			
			Vazamentos na Rede			
	Vazam. e Extrav. em Reserv.					
	Vazamentos em Ramais até o hidrômetro					

**Figura 01 – Exemplo de Balanço Hídrico (Fonte: A. Lambert-Mar/2002)**

Porém, esta metodologia necessita para uma correta análise, que os dados de entrada estejam com um desvio de erro baixo, pois podem modificar significativamente os resultados.

Podemos destacar alguns destes pontos principais:

- Volume Fornecido: É a somatória do volume produzido ou importado e sua precisão dependerá da precisão dos equipamentos de medição (Tubo Venturi, Hidrômetros). É necessário um acompanhamento periódico destes equipamentos e aferições programadas;
- Água Exportada: Devem-se ter os mesmos cuidados do volume fornecido.

Ainda podemos ressaltar que os inseridos na última coluna do Balanço Hídrico representam a maior percentual de erro, devido a imprecisão de alguns parâmetros:

- Consumo medido faturado: É a somatória de todas as medições individuais realizadas nas ligações dos clientes. Podem sofrer influência por leituras pela média ou pela idade do parque de hidrômetros.
- Consumo medido e não faturado: Aqueles utilizados nas próprias instalações e prédios;
- Consumo não medido e não faturado: Decorrente dos chamados usos operacionais, que são aqueles volumes de água utilizados em lavagens de filtros, desobstrução de redes de esgoto e combate a incêndios. Sua precisão dependerá, portanto da medição correta destes usos;

Os dados abaixo estão relacionados diretamente aos indicadores de perdas.

- Consumo não autorizado: Decorrentes das ligações clandestinas, furtos de água e fraudes. Para determinarmos estes volumes é necessário o acompanhamento após sua regularização para termos com o volume consumido a estimativa do consumo perdido.
- Imprecisão dos hidrômetros: Atualmente estão em andamento muitos estudos a respeito da submedição provocada pelo uso de caixas de água, ou mesmo pela classe metrologica dos hidrômetros instalado. Portanto a imprecisão dos hidrômetros dependerá não somente da idade do mesmo, como da sua classe e se há reservação no imóvel.
- Vazamentos: O calculo do volume perdido por vazamento será em função do tempo de conhecimento, associado a pressão média do local. Por se tratar de um calculo estimado, há muitos erros inseridos nestes volumes.

Devemos ainda mencionar os volumes das Perdas Inerentes, que são decorrentes daqueles vazamentos não detectáveis pelos métodos acústicos. Podemos estimar estes volumes pela seguinte equação:



Perdas Inevitáveis Anuais =  $(18 \times L_m + 0,8 \times N_l + 25 \times L_p) \times P$  onde:

- $L_m$  = comprimento da rede (km)
- $N_l$  = n° de ligações
- $L_p$  = comprimento de tubo entre o limite da rua e o hidrômetro (km)
- $P$  = pressão média (mca)

Portanto,

Perdas Inevitáveis Anuais =  $(18 \times L_m + 0,8 \times N_l) \times P/1000$  (m³/dia)

**Vazão Mínima Noturna:** Nesta metodologia o balanço das perdas será composto de baixo para cima, ou seja, da análise da vazão de consumida nos setores serão subtraídas as perdas do setor. Como no método anterior, a precisão dependerá da qualidade das informações e medições efetuadas. A figura 02 representa estes parâmetros.

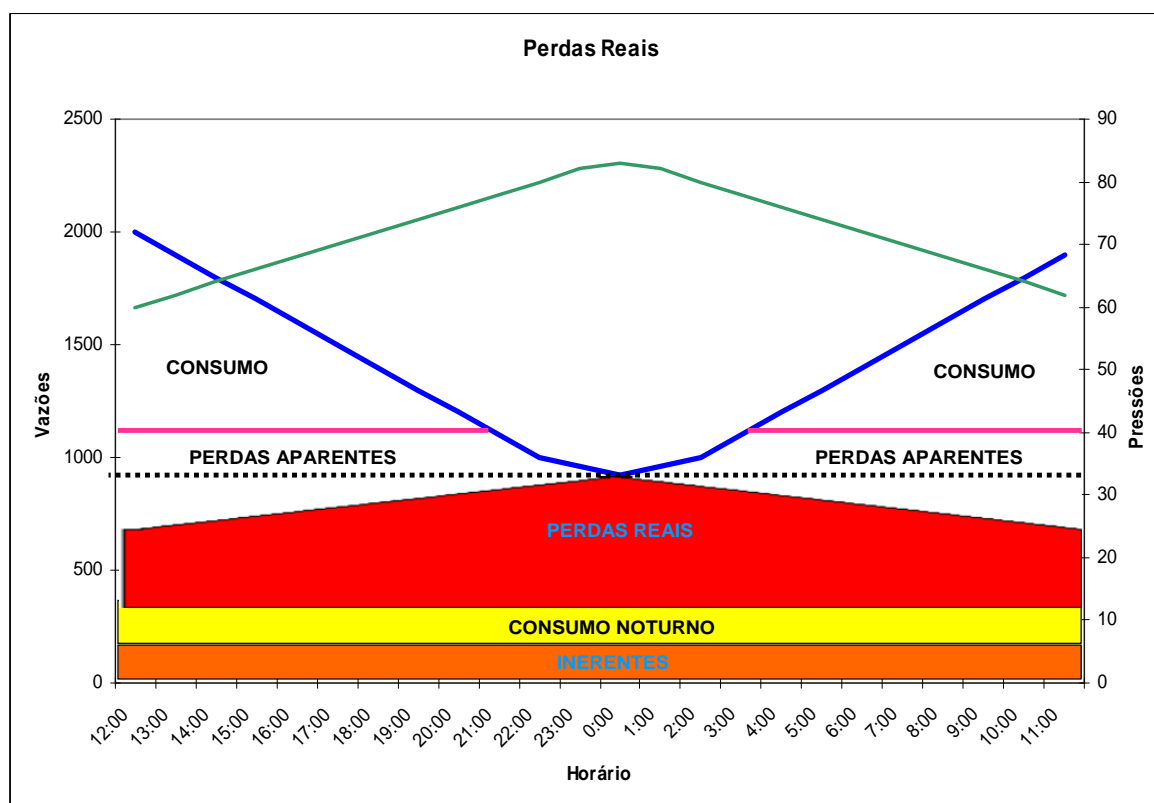
Vazão Mínima Noturna Medida	Taxa de Vazamentos Noturnos	Taxa de Vazamentos Noturnos na Distribuição	Vazamentos Não Visíveis Estimados	Vazamentos Não Visíveis Estimados
			Vazamentos Inerentes no Sistema de Distribuição	Na Rede
				Nos ramais (rede até o hidrômetro)
		Consumo Noturno	Vazamentos após o hidrômetro	Em encanamentos internos até a caixa d'água, e na própria caixa d'água
				Vazamentos em bóias de caixas d' água
	Vazam. em encanam. internos Economias residenciais			
	Vazam. em encanam. internos Economias não residenciais			
	Consumo Noturno		Consumo Noturno Excepcional	Não Residencial
				Residencial
			Consumo Noturno Estimado	Não Residencial
				Residencial

Figura 02 – Componentes na Vazão Mínima Noturna (Fonte: A. Lambert/Mar/2002)

Porém os parâmetros necessários para a determinação deste método podem conter mais erros na sua precisão devido a necessidade de muitas medições, muitas delas após o hidrômetros. Em geral a vazão mínima noturna é utilizada como acompanhamento das ações realizadas em áreas de controle.



Podemos assim, simplificarmos sua utilização conforme a figura 03.



**Figura 03 – Vazão Mínima Noturna (Fonte: Análise de Perdas - Costa, R.F./Dez/07)**

As determinações do volume das perdas reais serão compostas, portanto pela subtração dos seguintes parâmetros:

**Consumo noturno:** Para a sua determinação é necessário o monitoramento de grandes consumidores existentes. Os consumos noturnos serão então a subtração dos volumes recuperados (Perdas Reais) e os volumes inerentes.

**Consumos inerentes:** Aqueles não detectáveis pelos métodos acústicos e determinados empiricamente pela equação  $(18 \times L_m + 0,8 \times N_l) \times P/1000$  (m³/dia)

**Perdas Aparentes:** É o volume decorrente dos vazamentos nas ligações clandestinas que tendem a aumentar seu volume com o aumento da pressão noturna. São de difícil medição sendo necessários macromedidores para seu conhecimento.



A figura 04 representa um exemplo de balanço hídrico utilizado na determinação das metas de volumes reduzíveis no setor de abastecimento denominado Jaraguá no extremo norte da cidade de São Paulo.

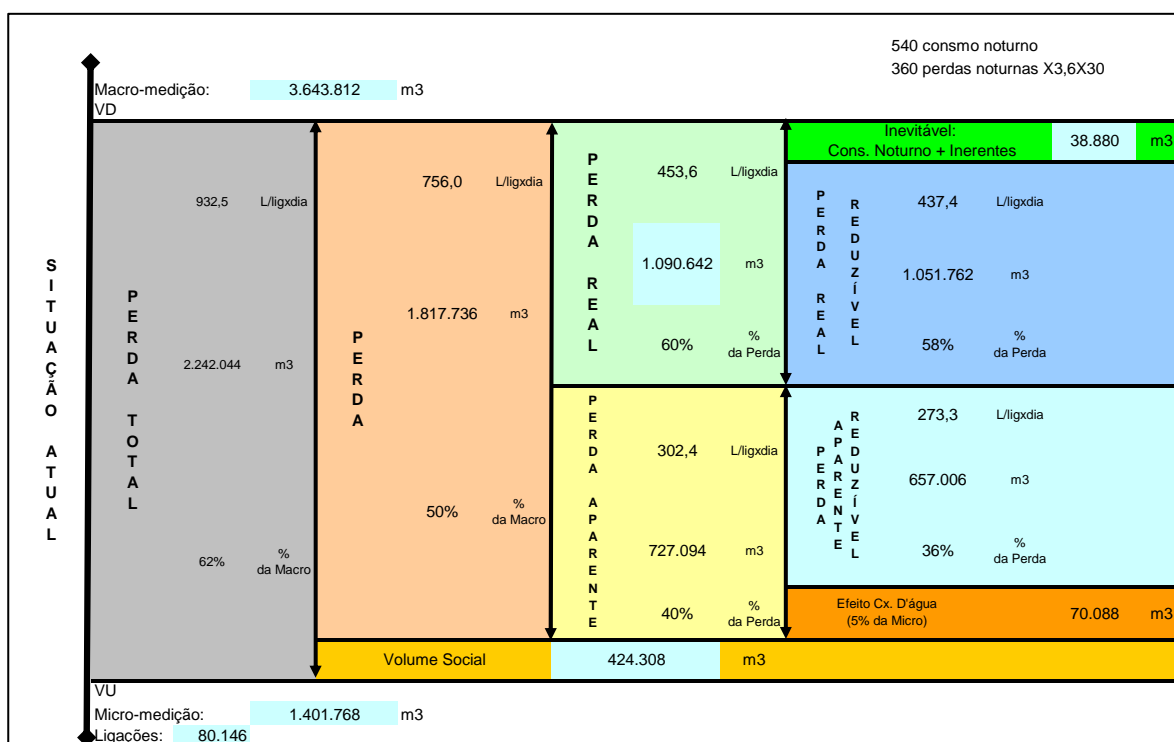


Figura 04 – Exemplo de Balanço Hídrico (Fonte: Sabesp/Dez/07)

## CONCLUSÕES

É importante aplicar a matriz de Balanço Hídrico para que os resultados entre sistemas diferentes sejam comparáveis, porém, este método apresenta dificuldades na sua aplicação devido a:

- Baixa qualidade dos hidrômetros e caixas d'água
- Necessidade de um sistema de informações confiável (macromedicação, favelas, fraudes)

Quando os consumidores têm caixas d'água, a análise da vazão mínima noturna deve se dar quando as caixas estiverem cheias e as pressões ficarem estáveis, o que ocorre, geralmente, entre 3h00 e 4h00 da madrugada

O ideal é se ter longas séries de medições de vazões mínimas noturnas no setor ou subsetor (1 ano)

Os consumos noturnos devem ser estimados

A vazão dos vazamentos (m<sup>3</sup>/h) é a diferença entre os consumos noturnos e a vazão mínima noturna

Apesar da dificuldade do conhecimento e precisão dos parâmetros de entrada esta metodologia ajuda a ter uma visão sistêmica de seu setor, direcionando as perdas e mensurando entre as reais e aparentes determinantes nos planejamento de metas de redução.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. Lambert – Consultoria de Perdas Reais – Sabesp, São Paulo, março 2002