DIRECIONAMENTO E ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA EM AÇÕES DE COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA FAST CALC

Jean José Venâncio da Silva [(1)]
Engenheiro Civil pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Técnico em Serviço a Clientes da Unidade de Negócio Leste da Sabesp – SP. (e mail: jjvsilva@sabesp.com.br).
Pedro Luiz Rocha [(2)]
Técnico em Eletrotécnica pela Escola Técnica de São Paulo. Técnico em Sistemas de Saneamento da Unidade de Negócio Leste da SABESP – SP. (e mail: plrocha@sabesp.com.br)
Manoel dos Santos Paiva Neto [(3)]
Engenheiro Químico pela Universidade Mogi das Cruzes. Especializado em Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública de São Paulo. Especializado em Meio Ambiente e Sociedade pela Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo (FESPSP). Gerente da Divisão de Controle de Perdas da Unidade de Negócio Leste da SABESP- SP. (e-mail: mspneto@sabesp.com.br)

Endereço: Rua: Diego Calado, 149 – São Miguel Paulista – São Paulo - SP - CEP: 08011-420 - Brasil - Tel.: +55 (11) 2956-9028 ramal 214 - Fax: +55 (11) 2956-9028 ramal 294 - e-mail: **jjvsilva@sabesp.com.br**

RESUMO

Através de dados anualizados inseridos em planilhas da ferramenta FAST CALC, criada pela empresa Restor, são obtidos dados que possibilitam, após uma calibração dos dados, um direcionamento para as ações de perdas, com as quais poderá se obter um maior ganho na recuperação do volume perdido (perda real). Conforme as alternativas sugeridas e as condições físicas do setor, pode-se escolher qual destas proporcionará um mesmo resultado positivo. Considerando um valor atual pago para locação, execução de reparos e do custo marginal da água, a metodologia oferece resultados de custo ideal para realização das ações, incluindo a periodicidade em que se deve realizá-las, para se obter um melhor resultado na redução de perdas reais com menor custo.

PALAVRAS-CHAVE: Fast Calc, perdas de água, viabilidade econômica.

INTRODUÇÃO

Devido à escassez de água potável em todo o planeta Terra, há uma grande preocupação das empresas concessionárias de água. Existem inúmeras tecnologias em pesquisa e reparo de vazamentos, redução de pressão, etc, desenvolvidas para melhorar a eficiência desse trabalho, que de fato estão cada vez mais avançadas, por esse motivo, existe uma necessidade de direcionamento das ações, para que se obtenha um melhor resultado na redução das perdas.
A Restor ofereceu à Sabesp, a versão personalizada da metodologia FAST CALC, com a qual podemos elaborar os balanços hídrico *dos setores de abastecimento*. A utilização desta metodologia exige que se tenha o maior numero de informações sobre o setor a ser estudado. Então, através dos resultados podemos direcionar as ações mais adequadas considerando as prioridades do setor, tanto para perda real quanto para perda aparente. Um vazamento por exemplo, pode ser detectado meses após seu inicio, se não houver uma ação que o localize enquanto ainda está começando a vazar, esse tempo em que o mesmo fica vazando até que seja detectado ou aflore é considerado e estimado pela metodologia, o que nos leva a entender a relação do período (tempo) da pesquisa atual, *e o período (tempo) necessário para um resultado mais eficiente.* Quando se fala em realização de ações logo vem à questão do investimento necessário, dentro desse contexto a metodologia propõe a intervenção com menor custo e as alternativas que poderão ser adotadas a médio e longo prazo.

OBJETIVO

O objetivo do desenvolvimento desse trabalho é transparecer a importância que tem a metodologia FAST CALC no direcionamento das ações nas perdas reais e aparentes, disseminando sua utilização. A exposição dos resultados que demonstram a sua coerência e também a viabilidade econômica das alternativas sugerida através do menor custo que se terá no combate das perdas de água em um sistema de abastecimento.

MATERIAS E MÉTODOS

- **PLANILHA 01: VARIAÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA**

O trabalho exige para seu desenvolvimento que se obtenha o máximo de informações históricas anualizadas pertinentes ao setor, como por exemplo, número de ligações, volume macromedido, volume micromedido, pressões médias, etc. Ao inserir tais informações na Planilha 01 do FAST CALC, são gerados os dados de balanço hídrico, onde se tem a representação das características do setor estudado em percentual e em números que possibilitam uma análise das dimensões do setor, respaldando a continuidade do trabalho.
Na figura abaixo é apresentada a Planilha 01:

PROGRAMA DE INDICADORES DE DESEMPENHO DE PERDAS DE ÁGUA "FASTCALC" BRASIL				Versão 3A	de Agosto de 20	Entrada de Dados	Dados de outra planilha
CÁLCULO DE BALANÇO HÍDRICO ANUAL - FORMATO PADRÃO IWA, COM LIMITE DE CONFIABILIDADE DE 95%.						Valores padrão	Valores calculados

Nota: É recomendável que o cálculo seja baseado em um período de 12 meses, porém, a planilha poderá calcular para períodos mais curtos ou mais longos.

Unidade Cliente	SABESP ML			01/01/2010	até	01/01/2011	=	365	Dias
Sistema	Suzano	Caixas D'água?	Sim	Calculo por	Jean José V. Silva		Data	21/01/2011	

Faixa de confiança	Cálculo do Balanço Hídrico Terminologia IWA Componentes do Balanço Hídrico				Volume no período 10^3 m^3	Limite de confiabilidade de 95% ±	Variância	INDICADORES DE DESEMPENHO FINANCEIROS PARA ÁGUA NÃO FATURADA % do Volume Fornecido ao Sistema	Valor calculado do percentual de Água Não Faturada em relação aos Custos do Sistema no Período	Avaliação do valor unitário dos componentes de Água Não Faturada	% de Custo do Sistema
A	VFP: Volume de Fontes Próprias				21076,4	2,5%	72271	100,0%			
A	AI : Água Importada				0,0	0,0%	0	0,0%			
	VFS: VOLUME FORNECIDO AO SISTEMA = VFP + AI				21076,4	2,5%	72271	100,0%			
A	AE: Água Exportada				0,0	0,0%	0	0,0%			
	AD: Água Distribuída = VFS - AE				21076,4	2,5%	72271	100,0%			
B	CAFM(1): Consumo Autorizado Faturado: Medido	Até 10 m³			2297,3	2,0%	550	10,9%			
B	CAFM(2): Consumo Autorizado Faturado: Medido	de 11 a 20 m³			4529,8	2,0%	2136	21,5%			
B	CAFM(3): Consumo Autorizado Faturado: Medido	de 21 a 50 m³			2261,5	2,0%	533	10,7%			
B	CAFM(4): Consumo Autorizado Faturado: Medido	Acima de 50 m³			1370,0	2,0%	195	6,5%			
B	CAFM(5): Consumo Autorizado Faturado: Medido	Industrial e Pública			1022,2	2,0%	109	4,9%			
D	CAFNM: Consumo Autorizado Faturado: Não Medido				0,0	0,0%	0	0,0%			
	AF: Água Faturada = CAFM + CAFN				11480,8	1,0%	3523	54,5%	Reais/m3	Real x 10^3	%
	ANF: Água Não Faturada = AD - AF				9595,7	5,6%	75794	45,5%	0,3755	3603,4	47,5%
A	CANFM: Consumo Autorizado Não Faturado : Medido		0,00%	de AD	0,0	0,0%	0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%
C	CANFNM: Consumo Autorizado Não Faturado: Não Medido	Estimado	2,06%	de AD	434,2	50,0%	12268	2,1%	1,2000	521,0	6,9%
	PA: Perda de Água = ANF - (CANFM+CANFNM)				9161,5	6,3%	88061	43,5%	0,3365	3082,4	40,6%
C	PACNA: - Perda Aparente - Consumo não Autorizado	Estimado	1,940%	de AD	408,9	50,0%	10880	1,9%	1,2000	490,7	6,5%
C	PAHSUB: Perda Aparente - Hidrômetro com Submedição:	Até 10 m³	11,00%	de CAFM(1)	283,9	10,0%	210	1,3%	1,2000	340,7	4,5%
C	PAHSUB: Perda Aparente - Hidrômetro com Submedição:	de 11 a 20 m³	11,00%	de CAFM(2)	559,9	10,0%	816	2,7%	0,0000	0,0	0,0%
C	PAHSUB: Perda Aparente - Hidrômetro com Submedição:	de 21 a 50 m³	11,00%	de CAFM(3)	279,5	10,0%	203	1,3%	0,0000	0,0	0,0%
B	PAHSUB: Perda Aparente - Hidrômetro com Submedição:	Acima de 50 m³	5,00%	de CAFM(4)	72,1	10,0%	14	0,3%	0,0000	0,0	0,0%
B	PAHSUB: Perda Aparente - Hidrômetro com Submedição:	Industrial e Pública	5,00%	de CAFM(5)	53,8	10,0%	8	0,3%	0,0000	0,0	0,0%

Figura 01: Variação das Perdas de Água

- **PLANILHA 02: VOLUMES DE VAZAMENTOS**

Partindo dos dados contidos na planilha 01, a Planilha 02 apresenta um detalhamento dos componentes das perdas reais, (vazamentos visíveis e não visíveis) possibilitando uma visualização para análise dos componentes de perdas de água, levando em conta o tempo em que os vazamentos existem, desde seu inicio até quando for consertado, calculando seus volumes em vazamentos visíveis, não visíveis e inerentes, conforme é apresentada na figura abaixo:

Dados do Setor: Suzano

Comprimento de Redes:	731	km
Número de Ligações:	73300	ligações
Pressão Média:	31	mca
Valor do N1:	1,45	

7.503.412

Vazamentos		Número de vazamentos por ano	Frequencia de Vazamentos (nº / 1000 km / ano)	(nº / 1000 lig / ano)	Vazão média do vaza/ a 50 mca (m³/hora)*	Duração Média do Vazamento: Tempo para conhecimento (dias)	Tempo para locação (dias)	Tempo para reparo (dias)	Duração total (dias)	Perda Média Anual por vazamento (m³)	Perda Anual Total (m³)
Visíveis	Redes	1.001	1.370		10,80	1	1	1	3	389	389.187
	Ramais	229	313	3	1,44	2	1	1	4	69	15.828
	Cavaletes	4.444	6.081	61	0,36	1	1	1	3	13	57.594
										20	**462.609**
Não Visíveis	Redes	32	44		5,40	80	1	1	82	5.314	170.034
	Ramais	807	1.104	11	1,44	80	1	1	82	1.417	1.143.481
	Registros		-		0,36	80	1	1	82	354	-
		1672						Volume Total Vazamentos Não Visíveis			**1.313.516**
VOLUME TOTAL ANUAL DE VAZAMENTOS VISÍVEIS E NÃO VISÍVEIS:										**1.776.125**	**m³/ano**
										4.866	**m³/dia**

Figura 02: Volumes de Vazamentos

- **PLANILHA 03: COMPONENTES DE PERDAS**

A planilha 03 contém os dados dos componentes de perdas reais alimentados pela planilha 02, atualmente para o cálculo é utilizado o valor do ILI (Índice Infra estrutural), o diferencial fica pela inclusão do FCI (Fator de Condição de Infra estrutura) sugerido pela metodologia caso não seja feito teste em campo. Através de calibração, obtêm-se os valores em (m³) das perdas inerentes, perdas dos vazamentos visíveis e perdas dos vazamentos não visíveis, conforme é representado na figura a seguir:

UN Leste - Suzano - dezembro/10						
Pressão:	31	**Extensão de Rede:**	731		**Nº Ligações:**	73.300
					100,30	lig/km
Perda real anual (CARL)	625.284	7.503.412	m³/ano		0,24	m³/seg
Perda real inevitável (UARL)		757.961	m³/ano		0,02	m³/seg
Perda real anual (CARL)		280	l/lig/dia			
Perda real inevitável (UARL)		28	l/lig/dia			
ILI		9,9				

Perda Real Inevitável (UARL)	(Fonte: *A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems AQUA*)				
Componentes	Vaz. Inerentes	Vaz. Visíveis	Vaz. Não Visíveis	Total	Unidade
N1	1,45	0,5	0,5	1,13	N1
Rede @ 50m pressão ref.	480	294	118	892	l/km/dia
Ligação @ 50m pressão ref.	30	2	8	40	l/lig/dia
Vol. (Rede) @ 50m pressão ref.	128.038	78.296	31.571	237906	m³/ano
Vol. (Ligação) @ 50m presion ref	802.635	50.665	211.104	1064404	m³/ano
Total UARL @ 50m pressão ref.	930.673	128.961	242.675	1.302.310	m³/ano
Vol. (Rede) corrigido pela pressão	64.019	61.651	24.859	150.529	m³/ano
Vol. (Ligação) corrigido pela pressão	401.316	39.894	166.223	607.433	m³/ano
Total UARL corrigido pela pressão	465.335	101.544	191.083	757.961	m³/ano
Total UARL corrigido pela pressão	0,01	0,00	0,01	0,02	m³/seg
Total UARL corrigido pela pressão	17	4	7	28	l/lig/dia
ILI/FCI	9,23	18,6	6,9	9,9	ILI
Total	161	71	49	280	l/lig/dia
	4.295.038	1.888.723	1.319.651	7.503.412	m³/ano
Meta	3,83		1.888.723	71	l/lig/dia
			5.614.688	2,5	ILI
necessário teste de FCI					

Figura 03: Componentes de Perdas

- **PLANILHA 04: TAXA DE CRESCIMENTO DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS**

Com as informações trabalhadas nas planilhas anteriores foi elaborada a planilha 04 apresentada pela figura 04 abaixo, que permite uma análise na taxa de crescimento de vazamentos não visíveis:

Taxa de Crescimento de Vazamentos Não Visíveis								
Sistema:	UN Leste - Suzano - dezembro/10		**Pressão:**	31 mca		**Data:**	21/01/11	
Intervalo entre Pesquisas	5,33 meses		**Extensão de Redes:**	731 km		**No Ligações:**	73.300	
	Local	**Quantidade**	**Vazão Média Estimada (m3/h)***	**Vazão Total (m3/h)****	**Taxa de Crescimento de Vazamentos Não Visíveis**			
					m3/dia	**litros/ligação/dia**	**m3/km/dia**	**Categoria**
Vazamentos Detectados	**Rede**	32	5,40	107	482	7	0,7	Muito Alta
	Ramal	807	1,44	720	3.242	44	4,4	
	Registro	-	0,36	-	-	-	-	
	Total	839	1,59	828	45.313	618	62,0	

Cálculo dos Parâmetros de Intervenção					
Custo Variável da Água:	0,67 R$/m3			1672,47	km geofonado
Custo de Intervenção para todo o sistema:	255.785 R$				
Intervenção Econômica a cada:	2,58 meses	**Nível Econômico de Vazamentos Não Visíveis**		1.777	mil m3/ano
% de Pesquisa Anual:	465% do sistema			66,41	litros/ligação/dia
Investimento Anual para Intervenção:	1.190 mil reais			6,66	m3/km/dia

Figura 04: Taxa de Crescimento de Vazamentos Não Visíveis

- **PLANILHA 05: COMPONENTES DAS PERDAS APARENTES**

Para obtenção de um bom resultado no combate às perdas de água em um setor de abastecimento, não se pode esquecer as perdas aparentes, que fazem parte da confecção do trabalho para que se torne completo. Portanto a metodologia apresenta uma planilha de componentes das perdas aparentes que permite analisar a situação atual do setor, conforme a figura 05 abaixo:

Componentes das Perdas Apararentes			
Sistema:	UN Leste - Suzano - dezembro/10	Data:	21/01/2011
Extensão de Rede:	731 km	nº Ligações:	73.300

Componentes					Volume (mil m³/ano)
Volumes do setor	Volume de entrada no sistema				21.076,45
	Consumo autorizado faturado medido	Até 10 m³			2.297,33
		de 11 a 20 m³			4.529,75
		de 21 a 50 m³			2.261,50
		Acima de 51 m³			1.369,97
		Indl e Pública			1.022,21
					11.480,76
Perdas Aparentes Atuais	Consumo não autorizado			1,94%	408,88
	Submedição dos hidrômetros	Até 10 m³		11,00%	283,94
		de 11 a 20 m³		11,00%	559,86
		de 21 a 50 m³		11,00%	279,51
		Acima de 51 m³		5,00%	72,10
		Indl e Publica		5,00%	53,80
	Volume total de perdas aparentes				1.658,10
Índice de perdas	em litros/ligação/dia				62
licador de Performar	% do Consumo autorizado faturado medido				14,44%

Perdas Aparentes Inevitávies	Consumo não autorizado Inevitável			1,00%	210,76
	submedição dos hidrômetros	Até 10 m³		6,00%	137,84
		de 11 a 20 m³		6,00%	271,79
		de 21 a 50 m³		6,00%	135,69
		Acima de 50 m³		3,75%	51,37
		Indl e Publica		3,75%	38,33
	volume total de perdas aparentes				845,79
ice de Perdas Inevitá	em litros/ligação/dia				31,61

ILI Perdas aparentes	1,96

Figura 05: Componentes de Perdas Aparentes

RESULTADOS

- **PLANILHA 06: ECONOMIC LEVELS**

Os resultados obtidos através das planilhas 01, 02, 03, 04 e 05, subsidiam o trabalho realizado pela planilha 06 que é: direcionar para execução de ações, oferecendo alternativas considerando o menor custo, comparando o custo da intervenção atual com a intervenção proposta, e as ações de infra estrutura que poderão ser implementadas pelo mesmo valor. Para tanto é considerado o quantitativo das ações executadas em pesquisa, reparo de vazamentos e o custo do volume produzido que se perde, conforme é representado na tabela 01 abaixo, tendo como exemplo o Setor de Abastecimento Suzano no período de dez/2010 (anualizado):

Setor de Abastecimento Suzano	**Atual**	**Sugerida**
Uma pesquisa a cada __ meses	**5,33**	**5,50**
Tempo médio dos vazamentos (meses)	2,67	2,75
Volume anual de perdas de vazamentos não visíveis (m3)	1.319.651	806.453
Custo anual do volume de perdas (R$)	884.166,10	540.323,73
Custo anual de detecção de vazamentos (R$)	575.515,24	558.075,38
Número de vazamentos não visíveis detectados por ano - em rede	32	31
Número de vazamentos não visíveis detectados por ano - em ramal	807	783
Custo anual do reparo de vazamentos (R$)	197.354,00	197.354,00
Custo Total Anual (R$)	**1.657.035,34**	**1.295.753,11**
Nível econômico de vazamentos não visíveis (litros/lig/dia)	49	30

VRPs serem instaladas para obter a mesma economia	**4**
litros/hora de economia por ramal trocado	13,2
ramais a serem trocados para obter a mesma economia dentro da área de VRP	**6.340**
litros/hora de economia por ramal trocado	29,2
ramais a serem trocados para obter a mesma economia fora da área de VRP	**2.866**
litros/hora de economia por km de rede trocada	80

Tabela 01: Nível Econômico

Para o cálculo da extensão de redes que devem ser trocadas para obtenção da mesma economia, foi considerada uma economia média de 80 litros/hora por km de rede trocada. Desta forma, seria necessária a troca de 729 km de redes, portanto para a extensão de rede do setor de abastecimento Suzano (730 km) a economia gerada por esta ação resultará em 100 % da economia proposta, porém uma alternativa inviável do ponto de vista econômico.

CONCLUSÃO

Este trabalho na composição do Balanço Hídrico possibilitou validar e checar o planejamento das ações, metas, indicadores e priorização de investimentos em Perdas Reais e Aparentes (caso concreto) e sugerir revisões se necessário, baseado na análise dos componentes e de causa e efeito, (e o teste para determinação do índice de infra-estrutura) para assegurar o correto nível de investimentos e ferramentas adequadas (quatro setas).

Foram utilizados também os modelos de “botom up” e “top down” para validação dos resultados obtidos em Perdas Reais e Aparentes.

Verificação e priorização do cálculo da freqüência econômica de detecção de vazamentos e comparação com as demais alternativas para controle e redução de perdas reais (controle de pressão, troca de ramal e troca de redes), com os cálculos efetuados para pequeno, médio e longo prazo (5, 10 e 15 anos).

A análise de valor presente, prevista na metodologia, pode ser usada para comparar diversas decisões gerenciais – *quanto maior o valor presente, melhor é a alternativa.*

Esta análise pode ser usada para avaliar uma decisão isolada ou comparar diversas alternativas.

Teoricamente, a companhia pode escolher qualquer alternativa que apresente o valor presente *maior que zero*. Em todos os casos, considerando horizonte de plano de 5, 10 ou 15 anos, as alternativas de detecção de vazamentos, trazem o melhor retorno. A detecção de vazamentos é a que apresenta os resultados positivos mais rapidamente, considerando a atual configuração do setor Suzano.

BIBLIOGRAFIAS

1. TSUTIYA, MILTON TOMOYUKI, Abastecimento de Água, 2º Edição, São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005, 643 p.
2. LAMBERT, A.O., 2002. International Report on Water Losses Management and Techniques: Report to IWA Berlin Congress, October 2001. Water Science and Technology: Water Supply, Vol 2 nº4,August 2002.