

## XI-054 - REDUÇÃO DAS PERDAS REAIS DE ÁGUA EM UM BAIRRO DE MONTES CLAROS-MG

**Antonio Carlos Câmara Júnior**<sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade FUMEC. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG. MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Gerente Operacional da COPASA MG em Montes Claros/MG. Professor do Curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas Pitágoras (FIP-MOC). Professor da Disciplina Sistema de Abastecimento de Água do Curso de Engenharia Civil da UNIMONTES.

**Geraldo Cícero Veloso Júnior**

Engenheiro Civil pelas Faculdades Integradas Pitágoras (FIP-MOC).

**Luiz Gustavo da Silva**

Engenheiro Civil pelas Faculdades Integradas Pitágoras (FIP-MOC). Graduado em História pela Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. Cursando Pós Graduação em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Técnico de Projetos e Obras pela Divisão de Expansão Norte da COPASA em Montes Claros.

**Raul César Ferreira Doreis**

Engenheiro de Controle e Automação pela Fundação Educacional de Montes Claros (FEMC/FACIT). Engenheiro Eletricista pelas Faculdades Santo Agostinho (FASA). Especialista em Saneamento e Meio Ambiente pela Fundação Educacional de Montes Claros (FEMC/FACIT). MBA em Administração pelo Instituto Superior de Educação Ibituruna (ISEIB). Cursando MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Gerente da Divisão Expansão da COPASA em Teófilo Otoni.

**Warley Barroso Silva**

Engenheiro Civil pelas Faculdades Integradas Pitágoras (FIP-MOC). Engenheiro Residente do Instituto Federal do Norte de Minas – IFNMG.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Doutor Santos, 14 – Centro – Montes Claros – MG – CEP: 39400-001 – Brasil – Tel: +55 (38) 3229-5713 – e-mail: [antonio.camara@copasa.com.br](mailto:antonio.camara@copasa.com.br)

### RESUMO

A redução e o controle das perdas de água no setor de saneamento são de grande importância para garantirmos a continuidade do fornecimento de água à população. Assim, este trabalho objetivou estudar as possibilidades de redução das perdas reais de água, localizadas no bairro Jardim São Luiz no município de Montes Claros/MG. No processo de distribuição hidráulica do setor de controle de perda/pressão (SCP) em estudo, utilizou-se o monitoramento diário através de software de telemetria, tendo em vista os dados hidráulicos do bairro, assim como a vazão mínima noturna, vazão média diária e o controle de pressão à montante e Jusante. Dessa maneira, neste trabalho foram abordadas as ações que podem ser implementadas pelas concessionárias do setor de saneamento para tentar reduzir as perdas reais de água a índices aceitáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistemas de Abastecimento, Redução, Perdas de Água.

### INTRODUÇÃO

A água é um bem indispensável para nossa existência, pois sem ela a vida não seria possível sendo que todos os seres vivos dependem dela para sua sobrevivência. Nos últimos anos, a água tem sido motivo de grande preocupação tanto para a população quanto para o poder público. A poluição das águas, a distribuição demográfica irregular e a pouca disponibilidade de recursos hídricos nas áreas de maior consumo, irá demandar a ampliação dos sistemas de abastecimento e captação de água.

Para garantir a continuidade do fornecimento de água à população, torna-se necessário o gerenciamento mais eficaz, por parte das operadoras de saneamento básico, no que tange à implementação de medidas mitigadoras voltadas à redução de perdas de água em seus sistemas de distribuição.

Diante disso, na realização deste trabalho pretendeu-se implementar medidas que possam contribuir para a redução das perdas reais de água, utilizando os dados do bairro Jardim São Luiz em Montes Claros/MG. Para

o alcance dos objetivos propostos, contamos com a colaboração da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG, que nos autorizou utilizar as instalações do Centro de Operação do Sistema – COS, para coleta de dados e monitoramento das variáveis hidráulicas tais como: pressão e vazão do bairro em estudo.

A motivação para o desenvolvimento dessa pesquisa surgiu no ano 2013 após constatarmos que o consumo mínimo noturno de água estava muito elevado quando comparado com o número de ligações atendidas no bairro. Diante desse fortuito, os pesquisadores foram instigados a investigar quais ações poderiam ser tomadas para amenizar ou solucionar o problema apresentado. Assim, esta pesquisa poderá contribuir para o desenvolvimento de métodos para a eficiência nos processos de distribuição no que se refere ao combate as perdas reais de água. Pois, a redução dessas perdas permite diminuir os custos de produção, com energia elétrica além de utilizar as instalações existentes para o aumento da oferta de água sem expansão do sistema produtor. O combate às perdas reais num sistema de abastecimento de água torna-se imprescindível quando se espera melhorarias em sua operacionalização.

## OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo principal implementar ações que possam contribuir para a redução das perdas reais de água no bairro Jardim São Luiz em Montes Claros/MG. Os principais objetivos específicos são:

Monitorar as variáveis hidráulicas por meio do COS;

Fazer pesquisa de vazamentos não visíveis com a equipe própria da COPASA;

Sanar vazamentos detectados nas pesquisas com a equipe própria da COPASA;

Otimizar o abastecimento de água e aumentar a sua disponibilidade para os consumidores.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica em artigos científicos, livros e sites do governo relacionados ao tema abordado.

Já o trabalho de campo constituiu de levantamento de dados no COS, pesquisar os vazamentos não visíveis e saná-los com equipe própria da COPASA. Abaixo, a descrição dos recursos utilizados para melhor entendimento:

- **COS – Centro de Operação de Sistema**

Foi implantado em 2011 com o objetivo de melhorar a operacionalização do sistema de abastecimento de água de Montes Claros e servir como ferramenta auxiliar no combate a perdas de água. O seu funcionamento é baseado no sistema 3T que significa: telemetria, telesupervisão e telecomando. Com isso, é possível controlar e monitorar variáveis hidráulicas tais como pressão montante, pressão jusante e vazão em cerca de 30% do abastecimento da cidade, conforme Figura 1A. Para tanto, o sistema conta com uma estrutura composta de computadores, macromedidores, sensores, Válvulas Redutoras de Pressão – VRP's, e ainda possui 5 técnicos de macromedição e pitometria que atuam em escala de revezamento 24 horas por dia.

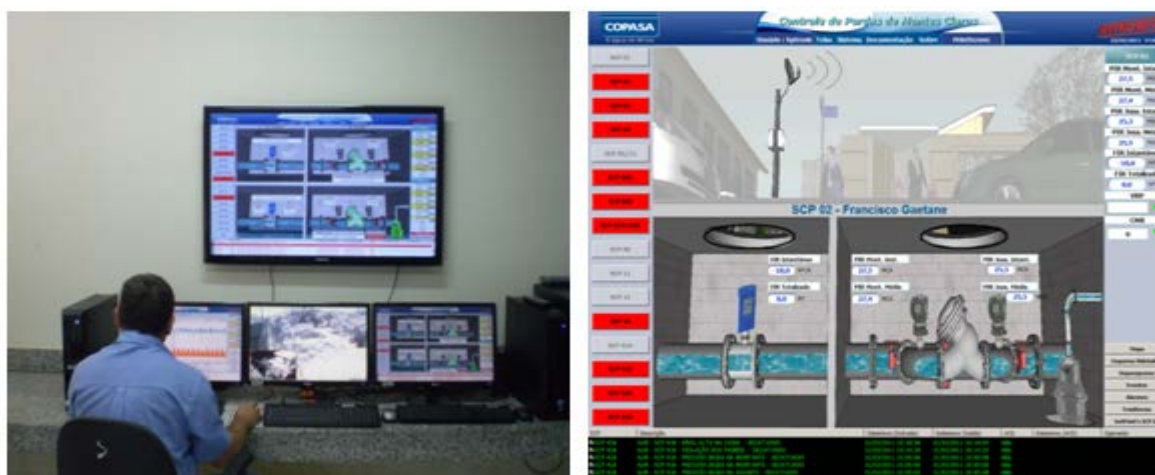


Figura 1A: Imagens da sala e da tela de comando do COS. Fonte: COPASA

### • GEOFONE ELETRÔNICO

Conforme a Figura 1B o geofone eletrônico é composto por um sensor, um amplificador, um filtro de ruídos e um fone de ouvidos. O sensor é colocado na parte superior do solo, acima das tubulações, a qual o ruído é captado, nesta situação os vazamentos são localizados exatamente abaixo do ponto em que o ruído é mais preciso.



Figura 1B: Pesquisa acústica com Geofone.  
Fonte: [www.saaemcr.com.br](http://www.saaemcr.com.br)

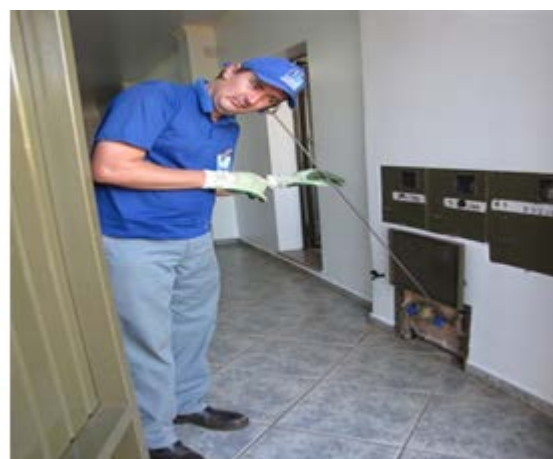


Figura 1C: Pesquisa acústica com Haste de Escuta.  
Fonte: [www.sondeq.com.br](http://www.sondeq.com.br)

### • HASTE DE ESCUTA

Conforme a Figura 1C a haste de escuta é um dos equipamentos utilizados para detecção acústica de vazamentos composta por um amplificador mecânico ou eletrônico ligado a uma haste metálica, que em contato com o solo, capta ruídos produzidos pelos vazamentos em acessórios da rede, como hidrantes, cavaletes, registros, etc.

### • CORRELACIONADOR DE RUÍDOS

Na Figura 1D é ilustrado um correlacionador de ruídos composto por sensores, pré-amplificadores e uma central processadora. Nesta, os sensores são posicionados sobre o solo, acima da rede, e os ruídos de vazamentos são detectados pelos sensores. Devido o correlacionador ser mais sofisticado e com preço elevado em relação aos outros equipamentos, este foi aplicado em situações onde o geofone não pode ser utilizado e em casos de vias urbanas de tráfego intenso.

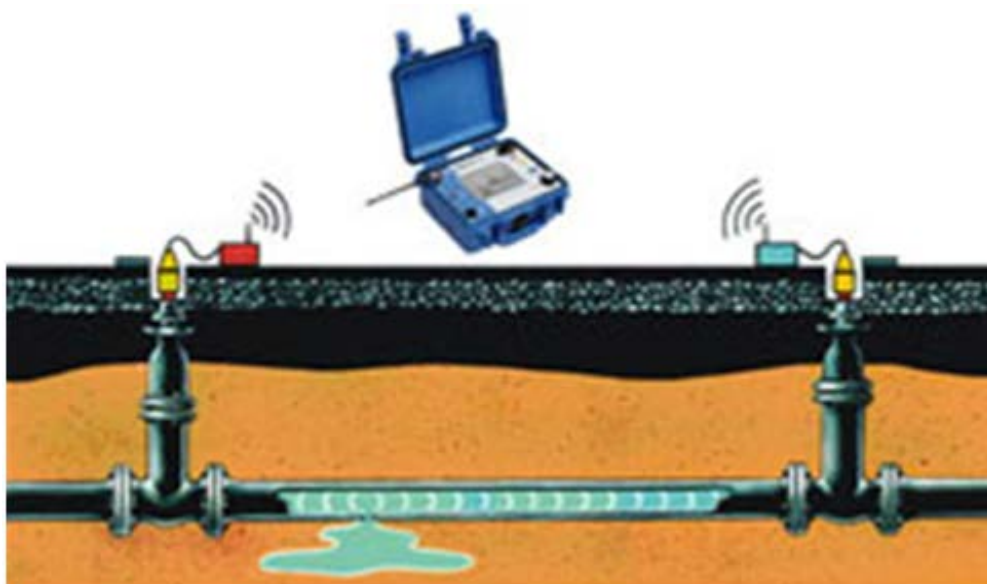


Figura 1D: Pesquisa acústica com Correlacionador de Ruídos. Fonte: [www.sondeq.com.br](http://www.sondeq.com.br)

## REFERENCIAL TÉORICO

No Brasil, o setor de saneamento vem apresentando como um dos mais ineficientes através dos números apresentados, principalmente, com relação à perda de água. Desde a captação no manancial até a entrega da água tratada ao consumidor final ocorrem perdas de vários tipos, que em grande parte são causadas por operação e manutenção deficientes das tubulações e inadequada gestão comercial das companhias de saneamento (TSUTYA, 2006, p.458).

As perdas em sistemas de abastecimento é toda a água tratada que foi produzida e se perdeu no caminho, não chegando a ser consumida pelos clientes da companhia de saneamento. O conceito de perda também pode ser considerado como, sob o ponto de vista empresarial, todo produto que foi entregue e por alguma razão não foi faturado pela companhia.

Segundo o *International Water Association* - IWA as perdas de água são classificadas como perdas aparentes e perdas reais. Onde a perda aparente, corresponde ao volume de água consumido e não contabilizado pela empresa de saneamento, decorrente de erro de medição, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial.

Já as perdas reais, Gomes (2007), define que é toda a água que se perde por meio de vazamentos ou extravasamentos antes de ser entregue nas instalações dos consumidores. Para esse autor, isso constitui, de modo geral, um problema grave nos Sistemas de Abastecimento de Água brasileiros.

Em relação à definição dos vazamentos, estes podem ser considerados como inerentes, visíveis e não visíveis. Os vazamentos inerentes não são detectáveis por nenhum método acústico de pesquisa por possuírem vazões muito ínfimas e não afloram sobre o solo. Geralmente, ocorrem em juntas e conexões das tubulações. Os vazamentos visíveis são aqueles naturalmente detectados por empregados das concessionárias de água ou pela própria população. Já os vazamentos não visíveis exigem um maior conhecimento e uso dos equipamentos como geofones, hastes de escuta ou correlacionadores de ruído para identificá-los uma vez que, não afloram sobre o solo.

Extravasamentos em reservatórios ocorrem na maioria das vezes, no período da noite, devido à inexistência de dispositivos de automatização ou avarias no sistema. Portanto, a intensidade das perdas por extravasamento é variável e depende das características do controle de nível existente.



Os programas de combate a perdas no país foram iniciados na década de 80, enfocavam mais em sanar rapidamente os vazamentos visíveis e substituir redes antigas, não se preocupando com a pesquisa de vazamentos não visíveis e nem com o controle de pressão elevada de água nas redes de distribuição.

Caracterizando assim, um grave erro, pois segundo o IWA, a quantidade de vazamentos está diretamente ligada com a pressão da água na malha hidráulica de cada localidade. O que pode também ser confirmado de acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS, que apontam a quase total ausência de controle operacional, notadamente nas redes distribuidoras, na maioria das operadoras do setor.

## **CONTROLE DE PERDAS REAIS**

O controle de perdas reais varia de acordo com as condições locais. Sendo que cada tipo de circunstância, as ações variam de acordo com o diagnóstico feito e a relação custo-benefício. No entanto o programa de controle e redução de perdas reais é composto por quatro componentes:

- Controle ativo e detecção dos vazamentos. Esse controle é representado pelas campanhas de investigação em campo para a detecção de vazamentos não visíveis.
- Melhoria dos materiais e da manutenção, remanejamento e reabilitação das tubulações, que representa a melhoria da infraestrutura do sistema de abastecimento de água.
- A rapidez e qualidade dos reparos é representada pela redução no tempo entre a detecção do vazamento, visível ou não.
- Controle de pressão e de nível de reservatórios, gerenciadas pelas pressões de forma a garantir uma operação eficiente do sistema de distribuição e minimizar a ocorrência e as vazões dos vazamentos.

## **CONTROLE DA PRESSÃO DA ÁGUA**

O controle de pressões elevadas surgiu após a criação das recomendações gerais e normas de referência do PNCD – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água que trazem informações importantes sobre a setorização das malhas hidráulicas em zonas de alta e baixa pressão. O que propiciou o uso de sistemas de telemetria associado com a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão – VRP's, nas regiões onde a pressão estática e dinâmica ultrapassa o limite máximo definido pela Norma Técnica Brasileira NBR-12218/1994.

Para que ocorra o controle de pressão, deve ser feito um zoneamento piezométrico ou setorização, por qual é geralmente criado duas zonas de pressão. Sendo uma de baixa pressão determinada pela cota do reservatório apoiado e uma de alta pressão determinada pela cota do reservatório elevado. Caso este zoneamento não seja satisfatório para garantir pressões apropriadas em toda a rede, utiliza-se boosters e VPR's.

Diante disso, a COPASA em 2010, setorizou vários bairros da cidade, inclusive o Jardim São Luiz que é nosso objeto de estudo. Para melhor controle das perdas é importante a setorização (Estação/Setor de Controle de Perdas – ECP/SCP) de redes na operação, isto é, redes extensas de distribuição de água necessitam de uma divisão em setores para se obter um melhor gerenciamento do sistema de água. A setorização possibilita também identificar com maior eficiência os pontos da rede sujeitos à maior incidência de vazamentos ativos, otimização de tempo nas manutenções corretivas e, sobretudo, o controle de pressão nas redes de distribuição por meio da instalação de VRP's.

Na cidade de Montes Claros/MG existem dois sistemas produtores de água tratada, quais sejam: Sistema Verde Grande e Sistema Morrinhos. Conforme dados dos relatórios Informações Básicas Operacionais e Gerenciais (IBO/IBG) de (abril/2015) da COPASA MG, a população urbana (residente mais flutuante) de Montes Claros/MG atendida com água tratada é de 466.583 habitantes, o número de ligações ativas de água 122.771 unidades e a extensão de rede de distribuição perfazem um total de 1.762.835 metros.

Em 2011 foram implantadas nesta etapa do projeto, 19 (dezenove) SCP's e o COS para atender a área de distribuição de água do sistema produtor da ETA Morrinhos, compreendendo cerca de 30% de todo o abastecimento da cidade de Montes Claros/MG. A Figura 2 apresenta o mapa de localização dessas SCP's. O COS trouxe grandes ganhos para a concessionária que devido ao seu sistema 3T associado com uso de VRP's

foi possível não só controlar as variáveis hidráulicas como vazão, pressão montante e pressão jusante, como também, dar mais eficiência na operacionalização dos SCP's.

Câmara Júnior *et al* (2013) afirmaram que o sistema implantado tem se revelado uma ótima ferramenta de tomada de decisão para realizar os investimentos prudentes em cada SCP. Dessa forma, considerando os diagnósticos realizados, as ações propostas e especialmente, os estudos de viabilidade econômica e financeira, observou-se que as ações de melhoria de infraestrutura demonstram ser imprescindíveis para a eficiência operacional e garantir a sustentabilidade do sistema de Montes Claros.

O Jardim São Luiz ou SCP-7B, como é definido pelo COS, possui juntamente com o SCP-7A Ibituruna aproximadamente 1750 ligações ativas de água. A associação do SCP-7A com o SCP-7B é necessária porque ambos possuem a mesma entrada de água, o que dificulta a sua dissociação em termos hidráulicos. Assim, ainda que os resultados alcançados nesse trabalho impactarão positivamente nos dois SCP's, as medidas mitigadoras de combate a perdas reais de água serão implementadas somente no SCP-7B.



Figura 2 – mapa de localização das SCP's do Sistema produtor Morrinhos da Cidade de Montes Claros/MG. Fonte: CÂMARA JÚNIOR *et al* (2013).

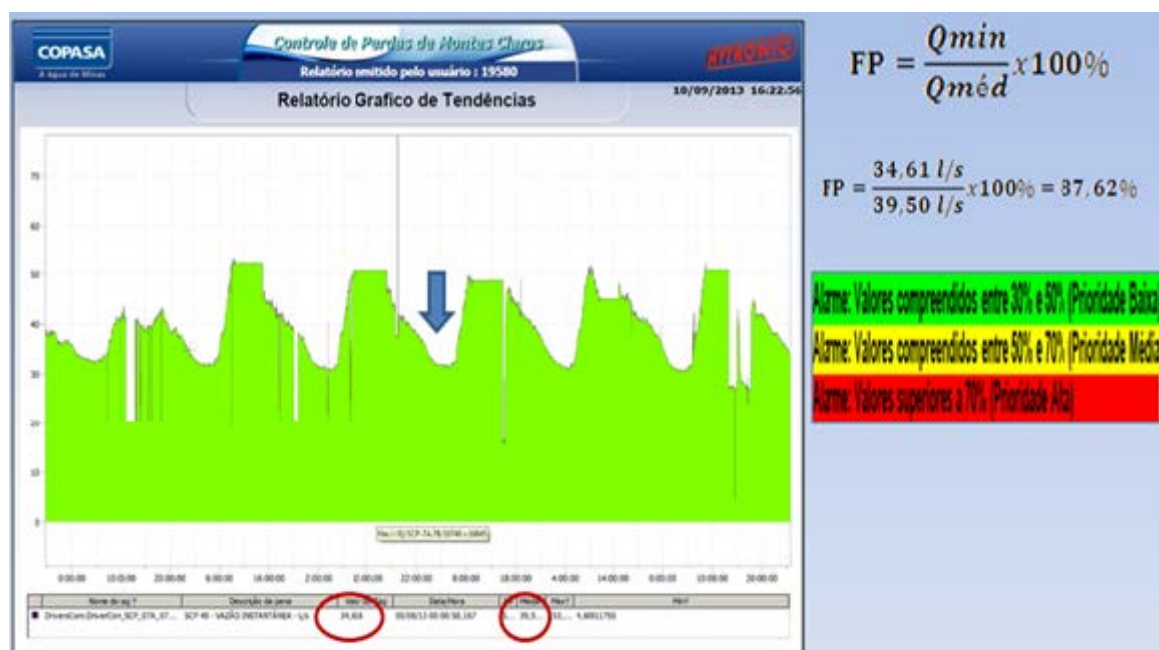
## MÉTODO DAS VAZÕES MÍNIMAS NOTURNAS

Esse método tem como base a variação dos consumos no sistema de abastecimento de água ao longo do dia. O pico de consumo geralmente se dá entre 11h e 14h e o mínimo consumo normalmente se dá entre 3h e 4h. A vazão correspondente a esse consumo mínimo é denominada Vazão Mínima Noturna, podendo ser medida por meio do uso de equipamentos de medição de vazão e pressão, desde que sejam adotados procedimentos adequados a esse sistema.

Para se chegar à vazão dos vazamentos é necessário estimar praticamente todos os componentes dos consumos noturnos, a menos dos grandes consumidores, onde é possível medir os seus consumos individuais observados durante os ensaios. Para os consumos residenciais, costuma-se assumir hipóteses baseadas em medições específicas de consumo e extrapoladas para o conjunto de consumidores da área envolvida ou utilizar dados de literatura.

As vantagens desse método é a maior precisão do valor numérico das perdas reais para o subsetor, demonstrando a realidade física e operacional da área, e sua desvantagem é que o ensaio é feito em uma área muito pequena do setor de abastecimento, podendo levar a equívocos se os valores forem simplesmente excedidos ao conjunto do setor, gerando custos aos mesmos.

Dessa maneira, no mês de agosto de 2013 após constataremos pelo gráfico de tendências do SCP-7A/7B, conforme Figura 3, uma vazão variando de 32 a 34,6 l/s e uma vazão média de 39,6 l/s, utilizamos o método FP - Fator de Pesquisa para verificarmos a necessidade de pesquisar de vazamentos no bairro. De acordo com o PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento o FP é um parâmetro que dá indicações fortes sobre a existência de vazamentos na área. Valores altos superiores a 70% significam grande potencial de retorno nos trabalhos de pesquisa acústica para detecção dos vazamentos. Já os valores compreendidos de 30 a 50% indicam a não viabilidade técnica-econômica de pesquisa de acústica de vazamentos. Estão descritos no gráfico da Figura 3, a fórmula do FP assim como o resultado encontrado.



**Figura 3: Gráfico com perfil de consumo dos SCP-7A/7B, identificando a vazão mínima noturna e a vazão média. Fonte: COPASA.**

Com o resultado do FP igual a 87,62% indicando a viabilidade das pesquisas acústicas, foi dado início a partir do dia 12/08/2013 a caça aos vazamentos não visíveis no bairro São Luiz, onde foram percorridos cerca de 7,8 Km de extensão de rede e localizados 17 vazamentos conforme relacionado na Tabela 01.

**Tabela 01: Relação Vazamentos Não Visíveis Localizados**

Nº Vaz.	Endereço	Nº	Ø (mm)	Tipo de Vazamento	Material Recomposição	Planta	Nº Equip
0001	R - JUQUINHA PACULDINO	30	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	418
0002	R - JUQUINHA PACULDINO	184	50 mm	REDE	ASFALTO	SCP 07B	418
0003	R - AFONSO CELSO GUIMARÃES	578	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	418
0004	R - JOSE MARIA ALKIMIN	379	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	417
0005	R - JUCA MIRANDA	220	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	417
0006	R - JUCA MIRANDA	256	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	417
0007	R - JUCA MIRANDA	349	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	417
0008	R - GERALDA GOMES DA SILVA	74	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	417
0009	R - GERALDA GOMES DA SILVA	508	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	418
0010	R - GERALDA GOMES DA SILVA	570	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	418
0011	R - MÁRIO VELOSO	233	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	417
0012	R - MÁRIO VELOSO	271	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	417
0013	R - MÁRIO VELOSO	283	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	417
0014	R - OLÍMPIO DIAS DE ABREU	653	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	418
0015	R - JOÃO CHAVES	611	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	418
0016	R - JOÃO CHAVES	538	50 mm	RAMAL	ASFALTO	SCP 07B	418



No dia 29/08/2013 foram finalizados os trabalhos de campo e sanados todos os vazamentos detectados nas pesquisas acústicas. Segue abaixo na Figura 4, fotos de um dos vazamentos encontrados pela equipe da COPASA.



**Figura 4: Fotos de um dos vazamentos encontrados. Fonte: COPASA**

Com retirada dos vazamentos encontrados foi possível reduzir a vazão mínima noturna que antes chegava até 34,6 l/s para valores compreendidos entre 18 a 21 l/s conforme pode ser confirmado na Figura 5. Uma redução significativa de aproximadamente 13 l/s, o que resultou na otimização do abastecimento no setor estudado, aumento no faturamento da empresa e no aumento da oferta de água aos clientes sem investimentos em novas fontes de captação água. Esse ainda não é o resultado ideal, mas a COPASA investe continuamente em novas tecnologias buscando o que há de mais moderno no combate a perdas de água.



**Figura 5: Gráficos de antes e depois da redução das perdas reais SCP-7A/7B. Fonte: COPASA.**



Segundo dados do SNIS em seu Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto referente ao ano de 2012, a COPASA tem uma perda 33,1% menor do que a média nacional que é de 37,4%, conforme Figura 6. De todas as concessionárias de saneamento no país, a CAESB – Companhia de Água e Esgoto de Brasília-DF é a que tem o melhor indicador, cerca de 23%. O elevado índice de perdas de água no Brasil gera grandes prejuízos para estas empresas uma vez que, a água tratada é um produto industrial que exige altos investimentos para a sua produção, controle de qualidade, reservação e distribuição.

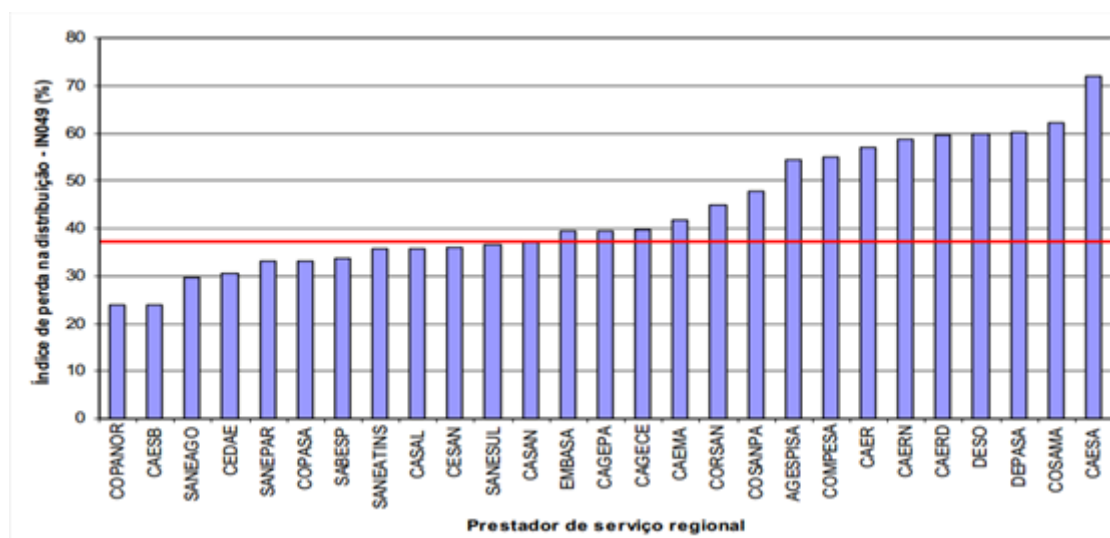


Figura 6: Gráficos do indicador de perdas de todas as concessionárias do país. Fonte: SNIS.

## CONCLUSÃO

Para ocorrer efetivamente a redução de perdas reais de água nos sistemas de abastecimento é necessário muito empenho por parte das concessionárias em reduzi-las a índices aceitáveis.

Pois, apesar de o índice de perdas representar um dos indicadores mais importantes dos sistemas de abastecimento de água, pouco tem sido feito para reduzir drasticamente os percentuais de perdas reais de água. A velocidade com que decrescem tais percentuais é extremamente baixa, por isso o combate às perdas de água transformou-se em um grande desafio dos operadores brasileiros públicos e privados.

Apesar do cenário nacional não ser muito otimista com relação ao combate a perdas de água, pode-se concluir que os objetivos propostos foram alcançados, tendo em vista que conseguiu-se reduzir consideravelmente o índice de perdas do bairro Jardim São Luiz, em Montes Claros/MG. Tal resultado não teria sido possível se a COPASA MG não investisse em tecnologia de ponta para tentar melhorar a sua posição no ranking nacional de empresas de saneamento e principalmente, perante a sociedade.

Dessa maneira, pode-se concluir que a busca pela otimização do sistema de abastecimento de água, no que diz respeito ao controle eficiente de sua distribuição até o consumidor final, já possui medidas até o momento suficientes para sanar ou mitigar os problemas existentes, faltando apenas mais incentivos com recursos onerosos e não onerosos por parte dos governos e mais vontade das empresas de saneamento para implementá-las.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-12218: Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
2. Companhia Saneamento de Minas Gerais – COPASA. Informações Básicas Operacionais / Informações Básicas Gerenciais – IBO/IBG. Belo Horizonte, 2015.
3. CÂMARA JR, A. C.; LIMA, J. V.; DURÃES, R. C. F.; OLIVEIRA, V. A. A.; AMORIM, V. J. Implantação do Sistema Supervisório para o Controle de Perda na Distribuição de Água de Montes Claros/MG. In: 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2013, Goiânia. Saneamento, Ambiental e Sociedade: Entre a gestão, a política e a tecnologia, 2013.
4. FRANÇA, J. L.; VASCONCELLOS, A. C. de. Manual para normatização de publicações técnico-científicas. 8a ed. rev. Belo Horizonte: UFMG, 2009.
5. GOMES, Airton Sampaio; MORAES, Hugo Tomaz Neto. Gerenciamento integrado de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica no saneamento. Disponível em: <<http://www.abes-dn.org.br/>>. Acesso em: 15 mai. 2014.
6. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 10 mai. 2014.
7. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS. Disponível em: <http://www.pmss.gov.br/>. Acesso em: 10 mai. 2014.
8. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água-PNCDA. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index.php/programas/264-pncda>. Acesso em: 10 mai. 2014.
9. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2012. disponível em:<<http://www.portal2014.org.br/noticias/7873/ministerio+das+cidades+lanca+diagnostico+de+saneamento.html>> Acesso em: 15 mai. 2014.
10. TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de Água. 3ª ed. São Paulo: 2006. 458 p.
11. THE INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION - IWA. Disponível em: <http://www.iwahq.org/1nb/home.html>. Acesso em: 09 mai. 2014.