

# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

## **ÍNDICES DE PERDAS DE DISTRIBUIÇÃO E FATURAMENTO DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE LAVRAS, MINAS GERAIS**

**Ivani Pose Martins<sup>(1)</sup>; Roberta Hilsdorf Piccoli<sup>(2)</sup>; Nathane Manuelle Silva Vilela<sup>(3)</sup>; Michael Silveira Thebaldi<sup>(4)</sup>**

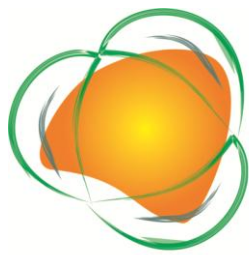
<sup>(1)</sup> Professora Titular do Centro Universitário de Formiga – MG, Doutora em Ciências de Alimentos. Avenida Doutor Arnaldo de Senna, 328 Água Vermelha - Formiga/MG. CEP 35570-000, Minas Gerais; Brasil. [ivani@uniforg.edu.br](mailto:ivani@uniforg.edu.br) <sup>(2)</sup> Professora Associada da Universidade Federal de Lavras, Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Caixa Postal 3037 Campus Universitário – Lavras/MG. CEP 37200-000, Minas Gerais, Brasil. [rpiccoli@dca.ufla.br](mailto:rpiccoli@dca.ufla.br); <sup>(3)</sup> Graduanda em Engenharia Civil. Centro Universitário de Formiga, Avenida Doutor Arnaldo de Senna, 328 Água Vermelha - Formiga/MG. CEP 35570-000, Minas Gerais; Brasil. [nathanecivil@gmail.com](mailto:nathanecivil@gmail.com); <sup>(4)</sup> Professor Titular do Centro Universitário de Formiga – MG, Doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas. Avenida Doutor Arnaldo de Senna, 328 Água Vermelha - Formiga/MG. CEP 35570-000, Minas Gerais; Brasil. [msthebaldi@uniforg.edu.br](mailto:msthebaldi@uniforg.edu.br).

**Eixo temático:** Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

**RESUMO** – Atualmente, o principal desafio para os gestores das áreas urbanas do Brasil é a garantia do abastecimento e fornecimento de água tratada para a população. Embora o país possua as maiores reservas de água doce, grande parte está concentrada na região da bacia Amazônica onde há baixa densidade populacional. Nas áreas mais densamente povoadas do país, convive-se com a falta do produto e também com rodízios e políticas de racionamento. Embora as concessões de serviço de saneamento e abastecimento de água à população pertençam aos municípios, na maior parte do país eles são operados pelas empresas estatais, que exercem monopólio sobre todas as fases de produção, tratamento e distribuição. As empresas estaduais, entretanto, enfrentam sérias dificuldades para investir em expansão e melhorias. Nesta situação, convive-se com perdas que ocorrem durante os vários processos que compõem a produção, a reserva, a distribuição e a comercialização da água. Neste contexto, este trabalho objetivou obter o índice de perdas de água tratada e água faturada no município de Lavras, MG. Para tal, utilizaram-se dados dos volumes de água potável, produzidos e consumidos, obtidos da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), correspondentes ao período de 2001 a 2003, obtendo-se o índice médio de 18,52% para perdas da distribuição e 5,66% para perdas de faturamento.

**Palavras-chave:** Água potável. Controle de perdas. Macromedição. Saneamento básico.

**ABSTRACT** - Nowadays the main challenge for urban areas managers in Brazil is the guaranty of provisioning and furnishment of treated water for population. Although the country owns the biggest fresh water reserves, great part is concentrated in Amazonic basin region where there is low populational density. In more densely populated areas of the country, we live together with the product lack and also with turns and rationing policies. Although the service concessions of sanitation and water



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

provisioning for the population belongs to the cities, in major part of the country they are operated by state companies, which exercise monopoly over all production, treatment and distribution steps. The state companies, however, face serious difficulties to invest in expansion and improvement. In this situation we deal with losses, which occur during various processes that compose production, reservation, distribution and water commercialization. In this context, the aim of this paper was to obtain the loss index of treated water and invoiced water in Lavras, Minas Gerais. For that, potable water volumes data, produced and consumed, obtained at Minas Gerais Sanitation Company (COPASA), from 2001 to 2003, were utilized and the 18.52% medium index was obtained for distribution losses and 5.66% for invoicing losses.

**Key words:** Potable water. Losses control. Macromasurement. Basic sanitation.

## **Introdução**

De acordo com Herrera e Leopoldo (1997), todo sistema produtor de água potável é dimensionado para o atendimento de determinada demanda de água. Em situações de equilíbrio entre demanda e capacidade de produção, a não produção dos volumes esperados pode levar a problemas sanitários e também à perda de faturamento devido à entrega de menor quantidade do produto.

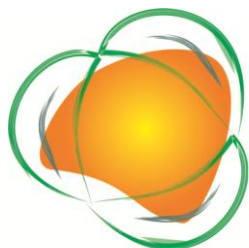
A perda de água, seja a proveniente da estação de tratamento de água (ETA) ou do desperdício doméstico, significa esbanjar recursos que vão desde consumos individuais até o dispêndio de recursos públicos, tendo em vista os subsídios sociais embutidos nas tarifas de água e esgotos (BREGA FILHO e BOMBONATTO JUNIOR, 1993).

Podem ocorrer perdas físicas que envolvem fases desde a captação até a distribuição, além de processos operacionais da estação de tratamento de água. Há também as perdas não-físicas ou perdas de faturamento que provém de ligações clandestinas ou não-cadastradas, hidrômetros defeituosos ou fraudes. A relevância está na relação entre volume disponibilizado e volume faturado (COÊLHO, 2001; MCKENZIE e SEAGO, 2005).

Pelo fato de todo sistema de produção e distribuição de água estar sujeito a perdas pelo simples fato de existir, o objetivo do presente estudo foi quantificar as perdas no sistema de abastecimento de água potável em Lavras, MG, levando-se em consideração os volumes de água produzidos, consumidos e faturados, no período de 2001 a 2003.

## **Material e Métodos**

A área de estudo compreendeu o município de Lavras, MG, localizado nas coordenadas geográficas: 21°14'30" de latitude Sul, e de 45°00'10" de longitude Oeste, com altitude de 970 m e classificação climática mesotérmica, apresentando verões brandos e chuvosos (Sistema Köppen). A precipitação média anual é de 1.411mm e a temperatura média anual em torno de 19,3°C (ABRAHÃO et al., 20012). Para a elaboração do presente estudo, foram coletados, na Companhia de



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Saneamento de Minas Gerais (COPASA-Lavras), no período de 2001 a 2003, os volumes diários da água disponibilizada (VD), representando toda água tratada produzida pela ETA e distribuída aos reservatórios do município; os volumes mensais utilizados de água (VU), representando os consumos medidos e contabilizados pela COPASA, obtidos por meio da leitura dos hidrômetros e os volumes de água faturada (VF): volumes utilizados cobrados.

Os índices de perdas de água no sistema foram calculados, anualmente, no período de 2001 a 2003, de acordo com Silva et al. (1999), utilizando-se a relação do índice de perdas da distribuição ou água não contabilizada (Equação 1) e a relação do índice de perdas de faturamento ou de água não faturada (Equação 2).

$$IPD(\%) = \frac{(VD - VU) \times 100}{VD} \quad (1)$$

em que:

IPD é o índice de perdas da distribuição ou água não contabilizada (ANC)

VD é o volume distribuído

VU é o volume consumido ou utilizado

Esta diferença entre os dois valores representa as perdas de subsistemas de distribuição.

$$IPD(\%) = \frac{(VD - VF) \times 100}{VD} \quad (2)$$

em que:

IPF é o índice de perdas de faturamento ou água não faturada

VD é o volume distribuído

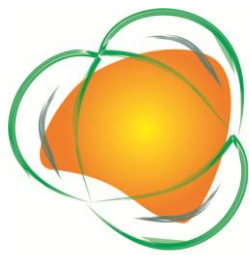
VF é o volume faturado.

Este indicador é composto de perdas físicas e não físicas, além daquelas atribuídas a desvios de medição, incorporando volumes utilizados não cobrados, como o volume especial e o volume operacional.

## **Resultados e Discussão**

As Figuras 1, 2 e 3 mostram, respectivamente, os volumes disponibilizados (VD) de água nos reservatórios e os volumes faturados anualmente, no período de 2001 a 2003, em Lavras, MG.

Os volumes de água disponibilizados (Figura 1) e os volumes de água faturados (Figura 3) apresentaram, do ano de 2001 para 2002, crescimento médio anual de 6,28% e 2,92%, respectivamente. Apesar de não haver dados relativos ao índice de crescimento populacional relativo a este período, este acréscimo, possivelmente, reflete o crescimento da população e, por conseguinte, os acréscimos nas quantidades demandadas do produto.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

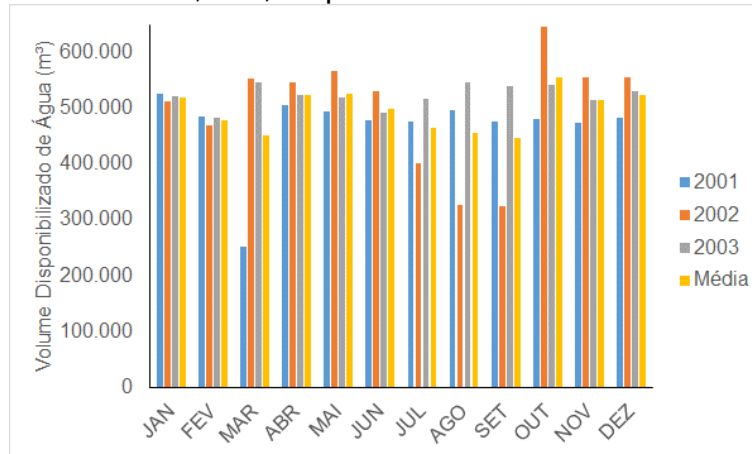
[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

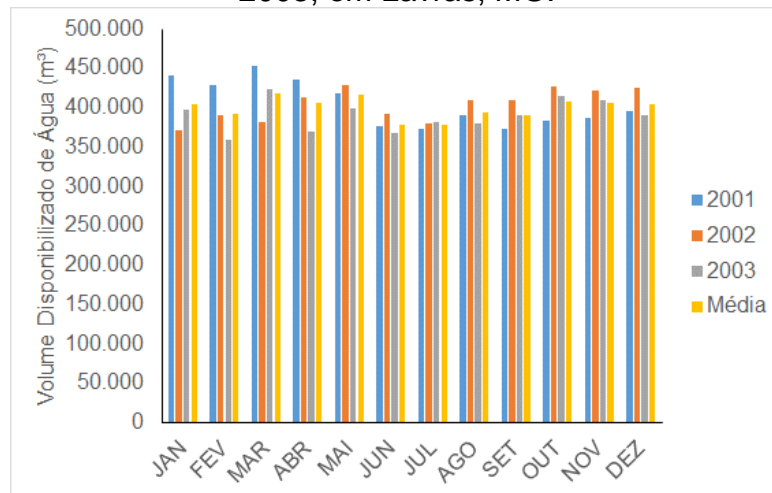
Com relação aos volumes de água utilizados anualmente pela população de Lavras (Figura 2), observou-se queda de 0,12%. De acordo com SATO (2000), somente parte das ligações dos consumidores é medida.

**Figura 1** – Volumes disponibilizados de água (VD), mensal e anualmente em Lavras, MG, no período de 2001 a 2003.

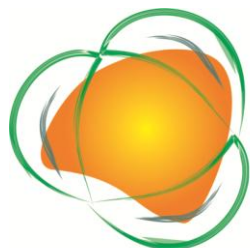


Fonte: dos autores, 2016.

**Figura 2** – Volumes utilizados de água (VU) anualmente, no período de 2001 a 2003, em Lavras, MG.



Fonte: dos autores, 2016.



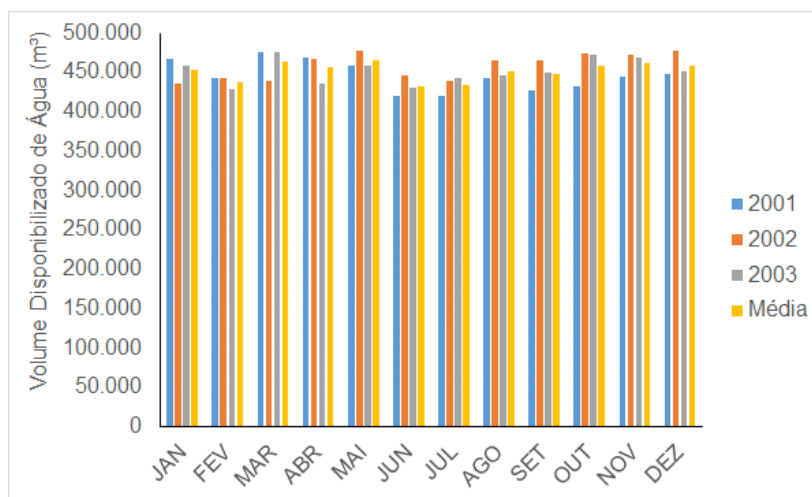
# XIII Congresso Nacional de MEIO AMBIENTE de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

**Figura 3** – Volumes faturados de água (VF) anualmente, no período de 2001 a 2003, em Lavras, MG.



Fonte: dos autores, 2016.

Os volumes anuais das perdas de distribuição e seus respectivos índices estão apresentados na Tabela 1.

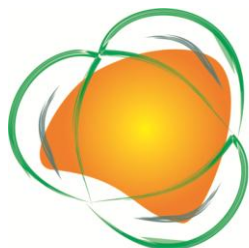
Tabela 1. Volumes totais anuais de água disponibilizada, consumo, perdas e percentuais de perdas e consumo, em Lavras, MG, no período de 2001 a 2003.

Ano	Disponibilidade	Consumida	Perdida	Consumida
		m <sup>3</sup>	%	
2001	469.141	404.925	13,69	86,31
2002	498.626	404.425	18,89	81,11
2003	496.698	404.425	18,58	81,42
MÉDIA	488.155	404.592	17,05	82,95

Fonte: dos autores, 2016.

No período de 2001 a 2003, foi verificado índice médio de perdas de distribuição de 17,05%, considerado relativamente baixo. Os índices encontrados para a perda de água durante a distribuição não estão de acordo com os índices encontrados em sistemas de grande e médio porte, como é o caso da região metropolitana de São Paulo que, em 1992, atingiu 40% (AJZEMBERG e AIROLDI, 1995) e de Botucatu, estado de São Paulo, em 1990, onde o índice de perdas correspondeu a 41,62% do volume total da água tratada produzida (ATP), atingindo, posteriormente, 36,59% do volume total da água tratada produzida (HERRERA e LEOPOLDO, 1997).

Em 2001, o índice de perdas correspondeu a 13,69% do volume total da água tratada produzida (ATP). Em 2002, observou-se um acréscimo, tendo o índice atingido sido de 18,89%. No ano de 2003, com a introdução do Programa de Redução de Perdas de Água no Sistema de Distribuição, desenvolvido pela



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

COPASA, obteve-se novo decréscimo, observando índices de 18,58%. Considerando-se a expansão da rede e o crescimento do volume de água disponibilizada, verificou-se que a concessionária tem buscado formas de controle para atenuar os volumes perdidos.

Os volumes anuais das perdas de faturamento e seus respectivos índices são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Volumes totais anuais de água disponibilizada, consumo, perdas e percentuais de perdas e consumo, em Lavras, MG, no período de 2001 a 2003.

Ano	Disponibilizada m <sup>3</sup>	Faturada	Não faturada %	Faturada
2001	469.141	445.693	4,50	95,50
2002	498.626	458.711	8,00	92,00
2003	496.698	458.711	7,65	92,35
MÉDIA	488.155	454.372	6,72	93,28

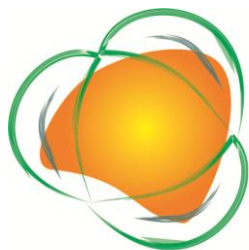
Fonte: dos autores, 2016.

As perdas relacionadas ao volume de água faturada foram relativamente baixas, apresentando índices de 4,50%, 8,00% e 7,65%, nos anos de 2001, 2002 e 2003, respectivamente, apesar de terem apresentado um aumento, de 2001 para 2002, de 3,5%.

É importante lembrar que a água é um produto natural industrializado, de custo significativamente alto, considerando-se que, na sua produção, são utilizados produtos químicos, mão-de-obra e energia elétrica, havendo gastos com manutenção do sistema e muitos outros, os quais são agregados ao preço final do produto e repassados à sociedade. As empresas que gerenciam o abastecimento público de água devem estar conscientes do quanto se perde e devem implantar um estado de controle rígido em seus sistemas, com vistas a minimizar estas perdas.

Ao avaliar as perdas num sistema é necessário avaliar também o estado físico do mesmo, em termos de concepção e qualificação. Nesse sentido, o desempenho operacional e as instalações da COPASA em Lavras, MG, são qualificadas como excelentes, tanto que os índices de perdas de faturamento são considerados ínfimos quando comparados com os de outros sistemas de médio porte.

As perdas de distribuição encontradas nesta pesquisa podem estar relacionadas tanto a aspectos técnicos (vazamento na rede de distribuição e nos ramais prediais), bem como a aspectos comerciais (ligações clandestinas, submedições de medidores, avarias e desvios fraudulentos de hidrômetros) e também a utilização das fontes alternativas. Este trabalho não teve o objetivo de identificar e qualificar perdas no Sistema de Abastecimento de Água da (COPASA-Lavras), mas sim o de apresentar que, apesar das perdas existirem, os índices são baixos. É importante ressaltar que a implantação do Programa de Redução de Perdas de Água no Sistema de Distribuição, implantado pela COPASA em 2003,



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

demonstrou redução de 0,31% e 0,35% para os índices de perdas de água distribuída e faturada.

## **Conclusões**

No período entre 2001-2003, obteve-se o índice médio de perdas distribuição de 17,02% e de faturamento de 6,72%, no município de Lavras – MG.

Já no ano de 2003, obteve-se o índice de perdas de distribuição de 18,58% e de faturamento de 7,65% do volume total tratado.

Observou-se uma redução de 0,35% para perdas de faturamento e de 0,31% para perdas de distribuição de 2002 para 2003, com a implantação do Programa de Redução de Perdas de Água no Sistema de Distribuição, pela COPASA.

## **Agradecimentos**

Ao UNIFOR-MG, pelo auxílio para participação do evento.

## **Referências**

ABRAHÃO, E.; ALVARENGA, A. A.; FRÁGUAS, J. C.; REGINA, M. A.; SILVA, V. J. Potencialidades do município de Lavras-MG para produção extemporânea de uvas 'niágara rosada' para mesa. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 4, p. 865-868, jul./ago., 2002.

BREGA FILHO, D., BOMBONATTO JUNIOR, C. Do saneamento básico ao saneamento ambiental. *Rev. DAE*, v. 53, p. 4-14, 1993.

COELHO, A. C. Medição de água e controle de perdas. Rio de Janeiro: ABES, 1983. 339 p, 21 cm, volume 1, 2a edição. Bibliografia: p. 119-132 e 229. ISBN 85-7022-016-2.

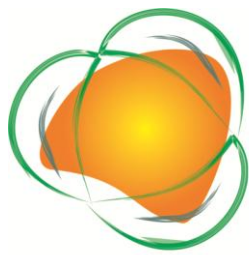
COELHO, A. C. Manual de Economia de Água (Conservação de Água). Recife: ed. Comunigraf, 2001.

COELHO, A. C. Metodologia para estudos de perdas em setor de abastecimento de água. [On line]. Disponível em: <[http://www.lrh.ct.ufpb.br/serea/trabalhos/A18\\_34.pdf](http://www.lrh.ct.ufpb.br/serea/trabalhos/A18_34.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2003.

COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). Programa de redução de perda de água no sistema de distribuição: aprovadas pelo Conselho de Administração em 16/06/2003. Belo Horizonte, 2003, 60 p.

GONÇALVES, E. Metodologias para controle de perdas em sistemas de distribuição de águas – Estudo de caso da CAESB. Brasília, 1998. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e recursos hídricos) – Departamento de Engenharia Civil, UNB, 1998, 173 p.

HERRERA, O. M.; LEOPOLDO, P. R. Perdas de água tratada no sistema de abastecimento público de Botucatu. *Energia na agricultura*. v. 12, n. 3, 1997, p. 19-25.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

MCKENZIE, R.; SEAGO, C. Assessment of real losses in potable water distribution systems: some recent developments. *Water Science and Techn.: Water Supply*, v. 5, n 1, 2005, p. 33-40.

SATO, M. Y. Controle de perdas de água no sistema público de distribuição de água. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado em engenharia hidráulica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 2000, 246 p.

SILVA, R. T.; CONEJO, J. G. L.; ALVES, R. F. F.; MIRANDA, E. C. Indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água. 2 ed. Brasília, : SEPURB, 1999. 70 p.

SOARES DE ARAÚJO, S. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Avaliação de perdas em setor de abastecimento de água em Cruz de Rebouças, município de Igarassu, estado de Pernambuco. [On line]. Disponível em: [http://www.lrh.ct.ufpb.br/serea/trabalhos/A07\\_26.pdf](http://www.lrh.ct.ufpb.br/serea/trabalhos/A07_26.pdf). Acesso em: 23 out. 2003.