

**Avaliação das adutoras de água bruta do Córrego da Laje e do
Ribeirão das Chácaras, em Piracema, MG**

Dárcio de Araujo Cintra¹

Laísa Cristina Carvalho²

RESUMO

Este trabalho trata da avaliação das adutoras de água bruta do Córrego da Laje e do Ribeirão das Chácaras, parte integrante do sistema urbano de abastecimento de água de Piracema, MG. O objetivo desta análise foi verificar aspectos relacionados à vida útil dessas instalações, bem como o estado atual desses dois sistemas, no que tange à quantidade e à qualidade da água captada. A fim de se atingir o objetivo, a metodologia incluiu uma vistoria para levantamento de características físicas e registros fotográficos, seguida de uma reunião técnica de aferição de dados junto à SEMAE (Secretaria Municipal de Água e Esgoto). A pesquisa demonstrou que as instalações possuem problemas em sua vida útil, bem como o risco de não atender às demandas futuras, ficando também evidenciado que ambos os mananciais necessitam de um “Plano de Segurança da Água” (PSA).

Palavras-chave: Manancial. Abastecimento. Adutoras-instalações.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho pretende avaliar as adutoras de água bruta do Córrego da Laje e do Ribeirão das Chácaras, que fazem parte do sistema de abastecimento de água de Piracema, MG. Ambas as adutoras, em conjunto, representam atualmente 80% de todo o fornecimento

¹ Dárcio de Araujo Cintra, graduado em Tecnologia da Construção Civil pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo, modalidade Obras Hidráulicas. E-mail: darcio.cintra@gmail.com.

² Profa. orientadora Dra. Laísa Cristina Carvalho. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Minas Gerais, mestre e doutora em Estruturas e Construção Civil pela Universidade Federal de São Carlos. Docente no Centro Universitário do Sul de Minas.

urbano do município (SEMAE, 2022), assim, torna-se importante esta avaliação, no sentido de que, uma vez constatados problemas, obras poderão ser realizadas, afastando-se riscos de desabastecimento.

Como finalidade decorrente, o trabalho também busca contribuir para que se firme na gestão pública municipal a ideia de que todo avanço no setor necessita de acurado estudo e planejamento, ressaltando-se que, para a obtenção de verbas públicas junto aos órgãos responsáveis, exigem-se projetos cada vez mais embasados e detalhados (CESAR, 2009).

A sociedade piracemense beneficia-se com esta avaliação, uma vez que sua Secretaria Municipal de Água e Esgoto, a SEMAE, municiada de importantes subsídios, poderá empreender estudos de viabilidade técnico-econômica, com vistas a obras no sistema de abastecimento de água urbano da cidade, em especial desses dois mananciais: o Córrego da Laje e o Ribeirão das Chácaras.

2 ESCOPO DE TRABALHO

O escopo deste trabalho abrange as captações nos cursos d'água do Córrego da Laje e do Ribeirão das Chácaras, até a entrada das respectivas adutoras de água bruta na estação de tratamento "Onofre Pinto Lara". Serão analisados também o tempo de operação e as capacidades de produção e de reservação da estação.

Para a perfeita compreensão do escopo, é importante primeiramente conhecer as partes básicas de um sistema de abastecimento de água.

2.1 Partes integrantes de um sistema de abastecimento de água

Com base na figura 1, onde são apresentados desenhos esquemáticos de um sistema de abastecimento de água, depreende-se as seguintes definições (TSUTIYA, 2006):

a) Curso de água: manancial ou fonte de abastecimento (nascente, rio, ribeirão córrego, lago, etc);

b) Captação: dispositivo ou estrutura instalada no manancial, para a retirada da água bruta, a ser encaminhada através de canalização até a estação de tratamento³.

³ Água bruta: água ainda não tratada (não potável).

c) Estação elevatória de água bruta: conjunto de obras e equipamentos destinados ao bombeamento da água bruta, desde a captação no manancial, até a estação de tratamento de água⁴.

d) Adutora de água bruta (por gravidade ou por bombeamento): canalização localizada entre a captação no manancial e a estação de tratamento de água, com ou sem interposição de estação elevatória;

e) Estação de tratamento de água (ETA): unidade responsável por adequar a água bruta aos padrões de potabilidade, visando o consumo humano;

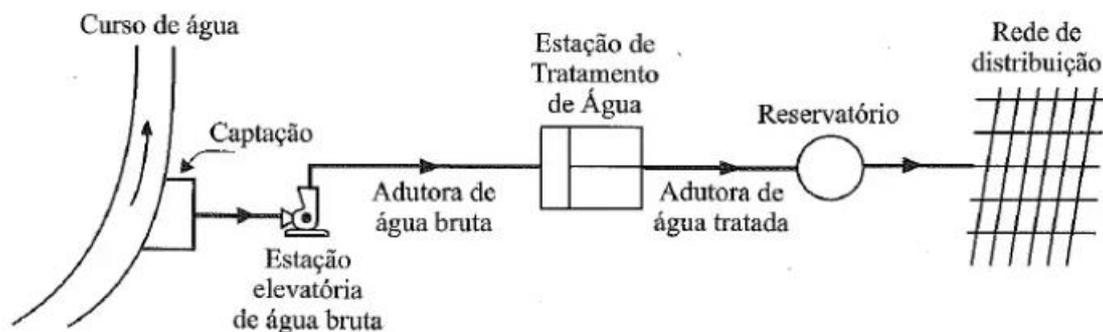
f) Adutora de água tratada: canalização localizada entre a ETA e o reservatório;

g) Reservatório: elemento do sistema onde é armazenada a água tratada, para fins de distribuição, sendo também um dispositivo de regularização de pressões e vazões nas redes de abastecimento;

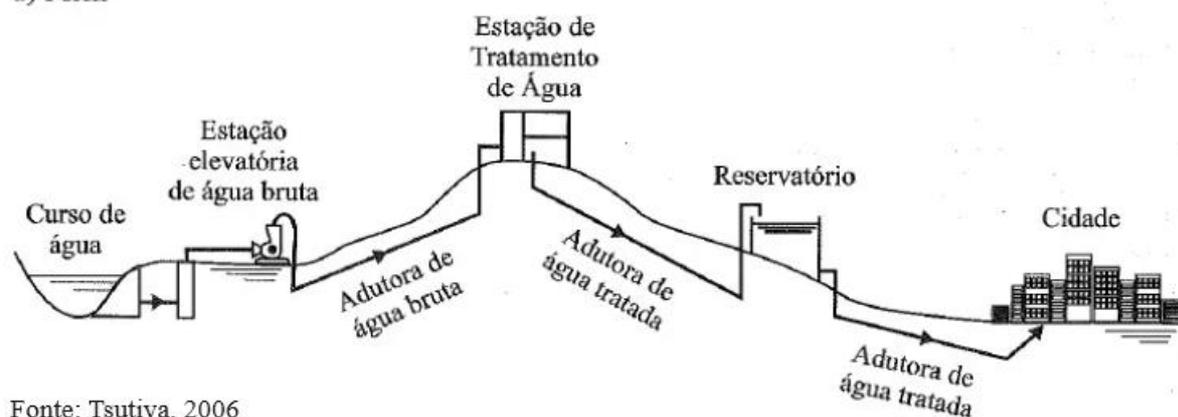
h) Rede de distribuição: tubulações assentadas sob as vias públicas, para o abastecimento individualizado dos domicílios, a partir do reservatório.

Figura 1. Desenho esquemático de um sistema de abastecimento de água (planta e perfil)

a) Planta



b) Perfil



Fonte: Tsutiya, 2006

⁴ Quando a adução se dá por gravidade (por desnível geométrico), não há a estação elevatória.

3 TÓPICOS PARA A AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS

A escassez hídrica é um desafio global e o Brasil, embora possuidor de aproximadamente 12% de toda a água doce superficial do planeta, enfrenta problemas devido ao crescimento demográfico desordenado, somado ao uso descuidado de seus mananciais (GOMES, 2019).

Tal fato já havia levado a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a afirmar, em 2010, que “a segurança hídrica para o abastecimento da população urbana segue sendo um dos principais desafios para a gestão das águas no Brasil”, salientando que isso envolve não só a quantidade e a qualidade da água ofertada, mas também a infraestrutura utilizada nesta oferta.

Quando se fala em infraestrutura, não se pode deixar de falar em período de vida útil das instalações, que é delimitado por alguns fatores, dentre eles a durabilidade de suas obras e equipamentos, bem como a necessidade de ampliações que visem o atendimento a novas demandas (ANDRADE, 2004).

Diante do exposto, análises periódicas em sistemas de abastecimento de água tornam-se imprescindíveis às cidades, cujos resultados visam fornecer parâmetros para a elaboração de projetos de ampliações, adequações e/ou melhorias (ANA, 2021).

Podemos, portanto, dividir em três os tópicos desta avaliação, que, isolados ou em conjunto, podem determinar obras em sistemas de abastecimento: a) As demandas *versus* o crescimento demográfico; b) A segurança da água; c) A vida útil das instalações.

3.1 Demandas e crescimento demográfico

Mesmo em locais em que a oferta de água não sofra decréscimos devido à redução na disponibilidade hídrica, salienta-se outrossim que o crescimento populacional, na relação crescimento demográfico *versus* demanda (grandezas diretamente proporcionais), podem levar à escassez de recursos (SOUZA, et al., 2016).

O crescimento populacional e o conseqüente uso consuntivo da água, levam também à escassez hídrica, não só pelo aumento das vazões de operação, mas também pelo risco de

maior carga poluente sendo despejada nos corpos d'água, fatores que afetam não só “a quantidade, mas também a qualidade” (MEDEIROS, 2009).

3.2 Segurança da água

Segundo Souza (2016), a análise e o monitoramento periódico da água produzida, que garantam fornecimento “sem comprometer a saúde dos consumidores”, torna-se uma necessidade não só à jusante das estações de tratamento, mas igualmente à montante, junto às fontes primárias ou mananciais de abastecimento.

Por sua vez, Vieira (2013) nos informa que na gestão de um sistema de abastecimento de água urbano, é importante a adoção de procedimentos que garantam a qualidade da água na sua fonte, em aspectos microbiológicos, químicos e organolépticos⁵.

Por fim, de acordo com o MS (2012), tais questões só são devidamente contornadas com a adoção de um detalhado “Plano de Segurança da Água” (PSA), que englobe não só a análise laboratorial, mas também aspectos preventivos, desde a captação no manancial, até a distribuição aos consumidores. Trata-se do “gerenciamento da qualidade da água, baseado em uma abordagem preventiva de risco”, o que auxilia a garantir a segurança do valioso bem quando do consumo humano.

3.3 Vida útil das instalações

No Brasil, segundo Andrade (2004), quando se trata de estabelecer o período de alcance em projetos de instalações de um sistema de abastecimento de água, “é comum adotar-se períodos de 20 anos para as pequenas e médias cidades”, sendo que para as grandes metrópoles utiliza-se intervalo de tempo maior, em torno de 30 anos. Para a cidade de Piracema, portanto, é adequado o horizonte de 20 anos, como período em que suas instalações necessitam ser reavaliadas.

É importante frisar que numa análise desse tipo, conforme Leal (2009), “cada elemento é parte de um sistema integrado, onde o comportamento de cada um afeta o

⁵ Organoléptico: que possui propriedades que atuam sobre os sentidos e/ou órgãos (diz-se da substância). No caso da água: cor, transparência, brilho, textura, odor e sabor.

desempenho do sistema como um todo”, sendo assim, todos os componentes precisam ser avaliados, e no presente caso, não apenas as canalizações, mas também as estruturas de captação, balsas, bombas de recalque, barriletes, válvulas, registros, ventosas, descargas, dispositivos de tratamento, unidades de reservação, etc.

4 CRITÉRIOS PARA A AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS

Como aspectos passíveis de verificação, considerados nesta análise, foram adotados, conforme Farias (2008), o seguinte: a) Desgaste; b) Corrosão; c) Excesso de pressão; d) Incorreções na instalação; e) Problemas na fabricação; f) Vida útil.

Quanto às terminologias empregadas, foi seguida a tabela sugerida por Grilo *apud* Alegre *et al.* (2004), para utilização quando da intervenção em instalações de saneamento (tabela 1), em resumo: a) Reabilitação; b) Substituição; c) Reforço; d) Renovação; e) Reparação; f) Recuperação.

Tabela 1. Terminologias para intervenções em sistemas de abastecimento de água

Terminologia		Definição	Observações
em português	em inglês		
Reabilitação	Rehabilitation	Qualquer intervenção física que prolongue a vida de um sistema existente e/ou melhore o seu desempenho estrutural, hidráulico e/ou de qualidade da água, envolvendo uma alteração da sua condição ou especificação técnica.	<i>Em geral, refere-se ao sistema ou a um seu sector e não a componentes individuais (ex.: conduta isolada, grupo electrobomba, válvula).</i> <i>A reabilitação estrutural inclui a substituição e a renovação.</i> <i>A reabilitação hidráulica inclui a substituição, o reforço e, eventualmente, a renovação.</i> <i>A reabilitação da qualidade da água inclui a substituição e a renovação.</i>
Substituição	Replacement	Substituição de uma instalação em que a função da nova instalação é a mesma que a da existente.	<i>Na prática, isto significa normalmente que tem o mesmo diâmetro nominal (caso das tubagens), a mesma potência nominal (sistemas de bombeamento), etc.</i>
Reforço	Reinforcement	Construção de uma instalação adicional que complemente a capacidade de outra já existente ou que lhe sirva de alternativa.	
Renovação	Renovation	Qualquer intervenção física que prolongue a vida do sistema, no seu todo ou em parte, que melhore o seu desempenho no seu todo ou em parte, mantendo a capacidade e a função iniciais.	<i>A renovação pode incluir a reparação.</i>
Reparação	Repair	Intervenção destinada a corrigir anomalias localizadas	
Recuperação	Refurbishment	Todos os métodos de recuperação das instalações existentes, para atingirem o desempenho pretendido	<i>Recuperação é sinónimo de renovação e aplica-se a grupos electrobomba e a outros equipamentos electromecânicos.</i>

Fonte: adaptado de Grilo *apud* Alegre *et al.*, 2004

5 BASE DE DADOS OFICIAIS

Em sua “Apresentação”, o Atlas Águas informa que a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), possui competência para “emitir normas de referência nacional para o setor”, em conformidade com a lei nº 14.026, promulgada em 2020, lei esta que “estabelece o novo marco legal do saneamento”.

Foram consultados, portanto, o Atlas Brasil (2010) e o Atlas Águas (2021), para a obtenção de referências oficiais relativas ao sistema municipal de abastecimento de água de Piracema, MG.

A consulta também se estendeu ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

5.1 O Atlas Brasil

O “Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água”, publicado no ano de 2010 pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), foi um trabalho desenvolvido pelo governo federal, visando obter um panorama geral da utilização dos mananciais em todo o território, junto aos seus, até então, 5565 municípios (atualmente 5570).

Voltado para a “garantia da oferta de água para o abastecimento da população urbana do País”, o Atlas Brasil iniciou-se pela região Nordeste em 2005, finalizando suas pesquisas em 2009, quando então englobou a região Sul e as áreas metropolitanas (ANA, 2021). Assim, foram mapeados e catalogados todos os mananciais e sistemas de abastecimento do Brasil, tornando-se a publicação ferramenta de fundamental importância para balizar qualquer novo projeto de saneamento (ANA, 2010).

Com o diagnóstico da disponibilidade hídrica, bem como da qualidade da água dos mananciais e da capacidade operacional dos sistemas de produção, o trabalho indicou “as melhores opções técnicas para que as demandas urbanas de água até 2025” viessem a ser atendidas (ANA, 2010).

5.2 O Atlas Águas

Buscando consolidar os dados de 2010, como base confiável de balizamento para novos projetos e investimentos, o Atlas Águas (2021), partindo das informações do Atlas Brasil, associadas a “planos municipais de saneamento básico, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), planos diretores, dentre outros”, atualizou as informações sobre as 5.565 cidades brasileiras, acrescentando mais cinco novos municípios emancipados, totalizando os atuais 5.570.

A atualização dos croquis e indicadores municipais coletados entre 2005 e 2009, em um banco de dados georreferenciado, deu-se não só através de consulta por e-mail e videoconferência, mas também *in loco*, junto aos prestadores de serviço, por meio de reuniões técnicas e entrevistas (ANA, 2021).

5.3 Indicadores do SNIS

Os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), segundo o próprio órgão, “são coletados anualmente junto aos municípios e aos prestadores de serviços” (SNIS, 2023).

Para o presente trabalho, os indicadores do SNIS não foram utilizados, por se tratar de “informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade da prestação de serviços” (SNIS, 2023), dessa forma, estritamente relacionados às redes de distribuição, fora do escopo desta análise.

6 MATERIAL E MÉTODOS

Após a realização da pesquisa bibliográfica, para se estabelecer o referencial teórico, foi realizada a pesquisa documental, com o objetivo de levantar-se os dados técnicos oficiais⁶, junto aos órgãos governamentais, referentes ao sistema de abastecimento urbano de água da

⁶ A pesquisa documental foi realizada em bases de dados oficiais, cujas referências foram o Atlas Brasil (2010) e o Atlas Águas (2021), ambas publicações da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

cidade de Piracema, MG. Na sequência, procedeu-se à vistoria, para levantamento em campo das características físicas das instalações e registros fotográficos (SOUZA, 2016).

A coleta de dados foi acompanhada pela SEMAE (Secretaria Municipal de Água e Esgoto), órgão da prefeitura responsável pela gestão do sistema de abastecimento de água no município, quando então foram efetuados os seguintes levantamentos: a) Nas captações: tipo, estado de conservação e segurança da água; b) Nas adutoras de água bruta: se enterrada, se aérea, pontos de transição, tipos de materiais, estado de conservação, vida útil, etc.

Em reunião com o departamento técnico da SEMAE, obteve-se também informações sobre a ETA, tais como: a) Demanda média de operação⁷; b) Vazões mínimas e máximas; c) Tempo de operação; d) Capacidade de reservação.

Sobre os mananciais e sistemas: a) Nome e localização; b) Vazão de captação; c) Comprimento, diâmetro e material da adutora; d) Se a adução se dá por bombeamento (número de bombas) ou por gravidade; e) Número de domicílios (economias) atendidos; f) Tipo de tratamento; g) Capacidade dos reservatórios.

6.1 Pesquisa documental

As tabelas 2 e 3 trazem a compilação dos dados oficiais utilizados para balizar a avaliação dos sistemas das adutoras do Córrego da Laje e do Ribeirão das Chácaras, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), tendo sido sintetizadas as informações sobre os mananciais, seus dispositivos de captação e tubulações de adução, bem como os dados sobre as capacidades de tratamento e de reservação da ETA, além das estimativas de vazões para um horizonte de projeto de 30 anos (2005 a 2035).

6.1.1 Tabelas - Atlas Brasil (2010) e Atlas Águas (2021)

Os dados oficializados na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), são os apresentados nas tabelas 2 e 3.

⁷ A SEMAE forneceu as planilhas de macromedição, detalhadas de hora em hora e meia, com as leituras realizadas ao longo do ano de 2022, num total de 3727 medições em calha Parshall, estabelecendo-se assim a vazão média de operação da ETA.

Tabela 2. Dados técnicos do Sistema de Abastecimento de Água em Piracema, MG

Dados Técnicos - Atlas Brasil - 2010*											
Município: Piracema, MG			Código IBGE: 3150604			Sub-bacia Nível 2: Alto São Francisco			Sub-bacia Nível 3: Pará		
DEMANDAS ESTIMADAS			MANANCIAIS								
Ano	População	Vazão (l/s)	Nº	Localidade	Vazão de Captação (l/s)	L (m)	Ø (mm)	Material	Bombas	Trata/o	Reserva
2005	2.964	7	1	Rio das Chácaras	10,80	500	100	PVC PBA	1+0R	ETA	-
2015	3.666	9	2	Nascente da Laje	5,00	7000	100	PVC PBA	Gravidade		
2025	4.663	11	3	Nascente do Mato Dentro	2,50	10000	50	PVC	Gravidade		
ETA Convencional (2009)		Reservação	4	Poço 1 - Rio das Chácaras	2,77	1500	75	PVC PBA	1+0R	Desinf.	20 m ³
Q = 20 l/s (Máxima)		-	5	Poço 2 - Casas Populares	2,38	350	60	PVC PBA	1+0R	Desinf.	15 m ³
Tempo de Operação: -		-	Vazão máxima =>			Σ = 23,50		* Dados levantados em 2009. Fonte: ANA.			

Fonte: elaborado pelo autor (síntese de dados), adaptados de croqui e planilhas do Atlas Brasil (ANA, 2010)

Tabela 3. Dados técnicos do Sistema de Abastecimento de Água em Piracema, MG

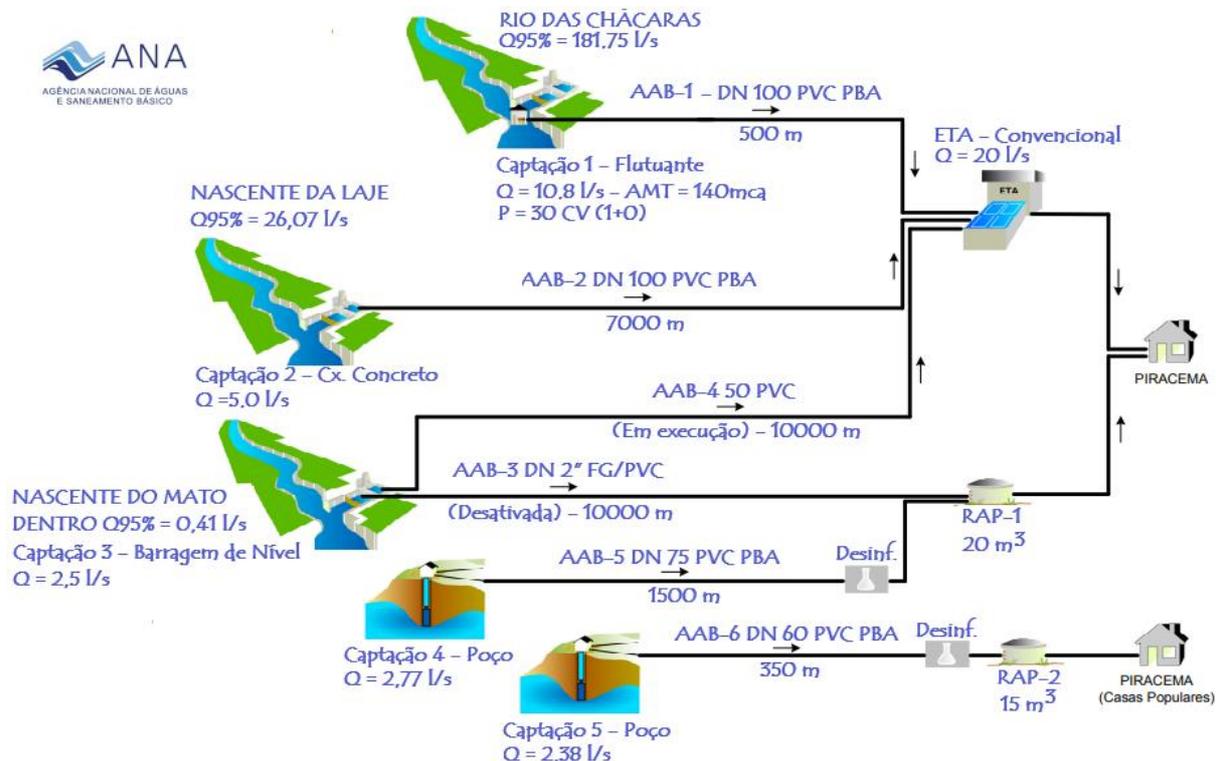
Dados Técnicos - Atlas Águas - 2021*											
Município: Piracema, MG											
DEMANDAS ESTIMADAS			MANANCIAIS								
Ano	População	Vazão (l/s)	Nº	Localidade	Vazão de Captação (l/s)	L (m)	Ø (mm)	Material	Bombas	Trata/o	Reserva
-	-	-	1	Rio das Chácaras	10,8	500	100	PVC	1+0R	ETA	35 m ³
2020	3.528	10	2	Nascente da Laje	2,9	7000	100	PVC	Gravidade		
2035	4.323	12	-	-	-	-	-	-	-		
ETA Convencional (2020)		Reservação	3	Poço 1 - Rio das Chácaras	2,8	1500	75	PVC	1+0R	Desinf.	
Q = 17,5 l/s (Máxima)		-	4	Poço 2 - Casas Populares	2,4	350	60	PVC	1+0R	Desinf.	
Tempo de Operação: -		-	Vazão máxima =>			Σ = 18,9		* Dados levantados em 2020. Fonte: ANA.			

Fonte: elaborado pelo autor (síntese de dados), adaptados de croqui e planilhas do Atlas Águas (ANA, 2021)

6.1.2 Croquis - Atlas Brasil (2010) e Atlas Águas (2021)

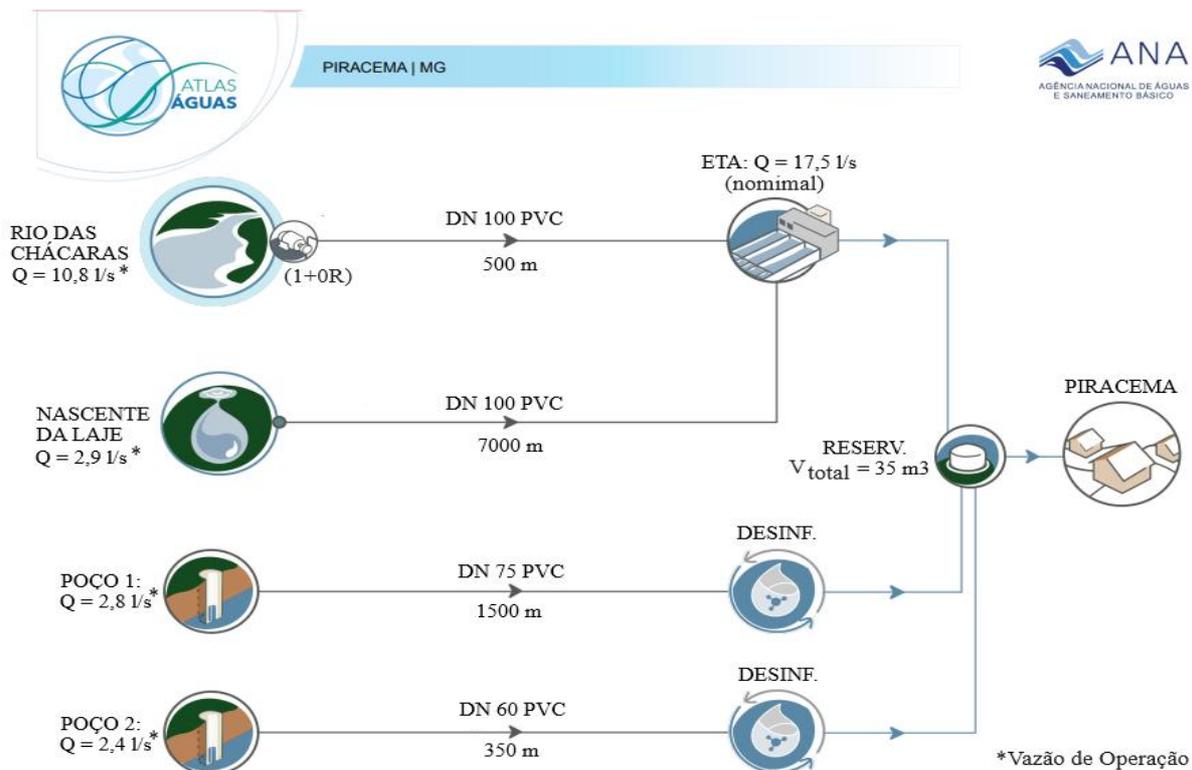
Os croquis das instalações do sistema de abastecimento de água em Piracema, de acordo com o Atlas Brasil (2010) e Atlas Águas (2021), utilizados como referência na avaliação das instalações, são os apresentados nas figuras 2 e 3, respectivamente.

Figura 2. Croqui do Sistema de Abastecimento de Água em Piracema, MG



Fonte: adaptado de ANA, 2010

Figura 3. Croqui do Sistema de Abastecimento de Água em Piracema, MG



Fonte: adaptado de ANA, 2021

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os tópicos avaliativos estipulados no item 3 deste trabalho, os resultados serão apresentados sob as seguintes abordagens: a) Vida útil das instalações; b) Comparativos e demandas; c) Plano de segurança da água (PSA).

7.1 Vida útil das instalações

Mirando-se o horizonte de 20 anos para a vida útil das instalações de um sistema de abastecimento de água em cidades pequenas, conforme definido por Andrade (2004), a placa inaugurativa na entrada da ETA informa que a estação de tratamento de água “Onofre Pinto Lara” foi entregue à população piracemense em 26/set/1982 (figura 4), portanto, há mais de 40 anos, duas vezes o horizonte máximo a considerar-se para a sua vida útil.

Figura 4. Estação de Tratamento de Água “Onofre Pinto Lara”



Fonte: acervo do autor, 2023

Uma prova inequívoca do resultado de ultrapassar-se os limites da vida útil, está na adutora de água tratada da ETA. Na referida canalização, entre a estação e o reservatório, todas as tubulações, conexões e válvulas possuem grandes vazamentos, caracterizando-se,

inclusive, acentuado desperdício de água tratada. Recomenda-se a “reparação”, com a “substituição” de todo o barrilete de interligação entre essas duas unidades (figura 5).

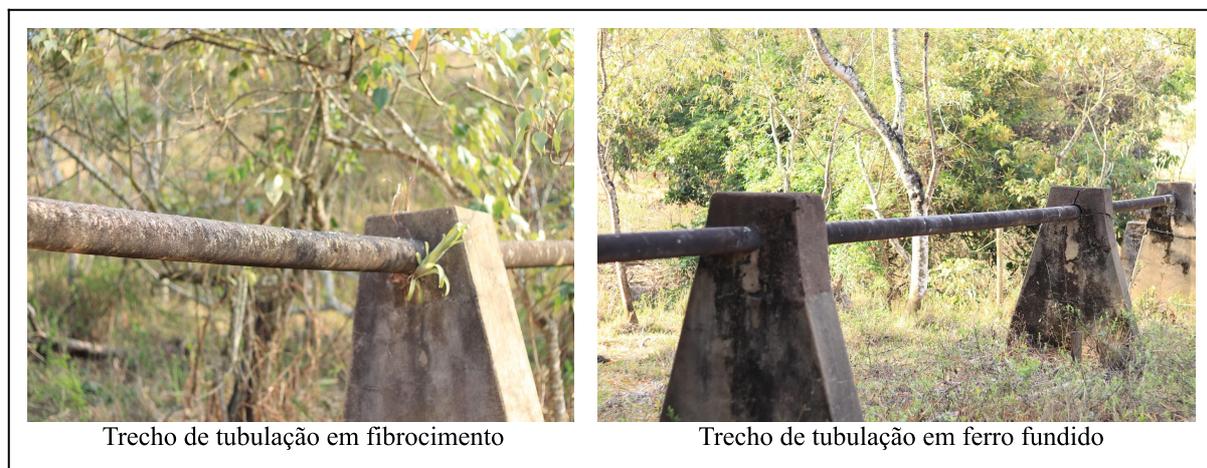
Figura 5. Barrilete da adutora de água tratada na estação de tratamento “Onofre Pinto Lara”



Fonte: acervo do autor, 2023

Sobre a análise da adutora do Córrego da Laje, cujos trechos dessa canalização são mostrados na figura 6, identificou-se dois tipos de materiais: o fibrocimento (cimento com fibra de amianto) e o ferro fundido. Segundo Júnior et al. (2015), o fibrocimento era empregado em saneamento nos anos 80 do século XX, o que situa as canalizações dessa adutora próximas à idade da ETA (40 anos ou mais).

Figura 6. Trechos aéreos da adutora do Córrego da Laje



Fonte: acervo da SEMAE, 2023

Dessa forma, além da vida útil dessa adutora já ter sido ultrapassada em o dobro do tempo máximo permitido, ressalta-se que o amianto, presente em suas canalizações, está proibido em âmbito federal (STF, 2023) e também é vedada a sua utilização por lei estadual em Minas Gerais (Lei 21.114, de 30/dez/2013). Essas proibições, por si só, já condenam a adutora, aliando-se a isso as recomendações do MS (2012), quanto à falta de um “plano de segurança da água”, em face da iminente contaminação com o amianto.

A orientação para a adução do Córrego da Laje é que seja efetuada a “substituição” de todas as tubulações de fibrocimento e ferro fundido, por canalizações em PVC DeFoFo. Sugere-se o DeFoFo, tendo em vista que vários trechos da referida adutora já foram substituídos por esse material, uma vez que ele permite conexão com peças de ferro fundido.

Quanto às instalações da adutora do Ribeirão das Chácaras, que datam de 24/set/1999, seu maior problema está no acondicionamento das eletrobombas. Embora substituídas há pouco tempo, encontram-se sob cobertura improvisada com pedaços de telha metálica (figura 7), o que deixa toda a instalação vulnerável às intempéries, sugerindo-se, portanto, uma “reparação”, através de uma “renovação” das instalações: a construção de uma casa de bombas em alvenaria, na margem do Ribeirão das Chácaras, com a eliminação da balsa e do telhado improvisado.

Figura 7. Balsa no Ribeirão das Chácaras



Placa de inauguração

Eletrobombas sob telhado improvisado

Fonte: acervo do autor, 2023

7.2 Comparativos e demandas

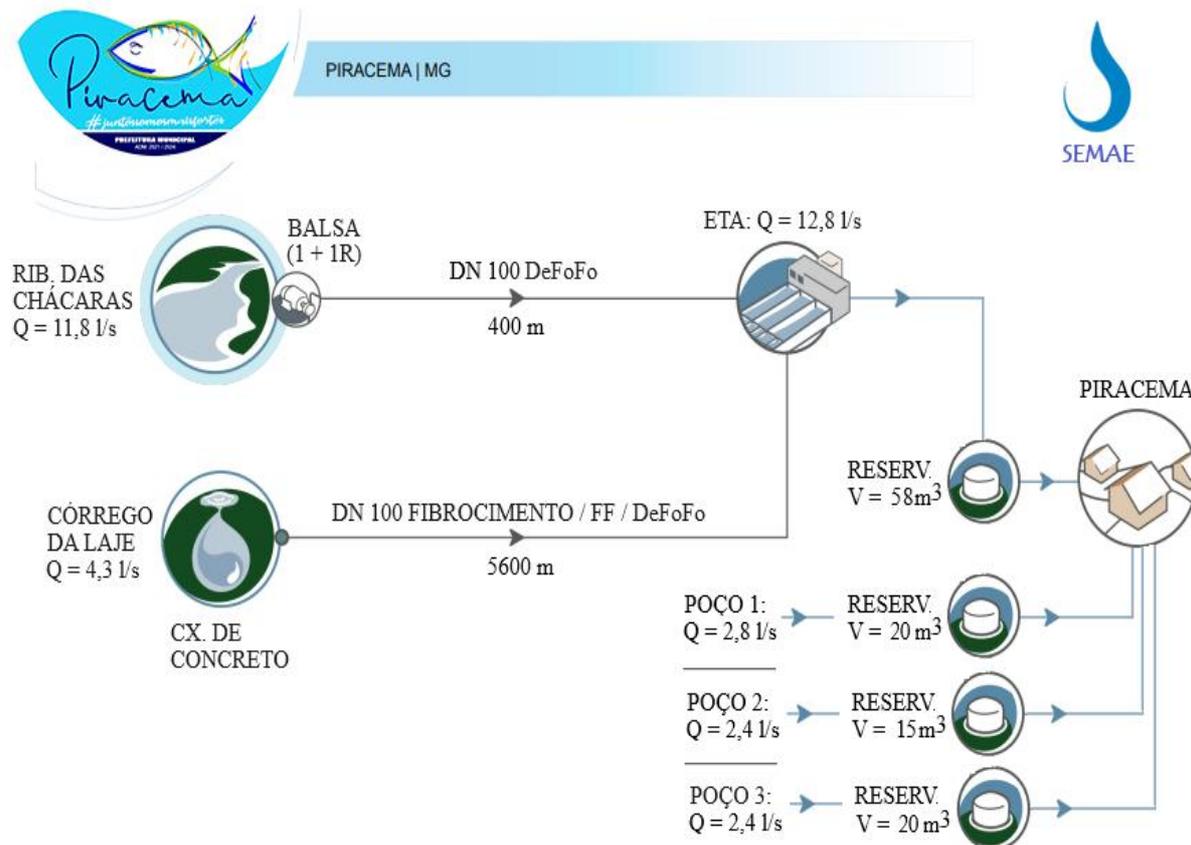
Em reunião técnica com a SEMAE, foi possível atualizar os dados da tabela 3 (item 6.1.1) e o croqui da figura 3 (item 6.1.2), cujos resultados constam da tabela 4 e figura 8.

Tabela 4. Dados técnicos atualizados do Sistema de Abastecimento de Água em Piracema

Dados Técnicos - SEMAE - 2023*											
Município: Piracema, MG											
MANANCIAIS											
Demanda média (Operação)		Nº	Localidade	Vazão de Captação (l/s)	L (m)	Ø (mm)	Material	Bombas	Economias	Trata/o	Reserva
2022	12,8 l/s**										
ETA Convencional (2022)	Reservação	1	Ribeirão das Chácaras	11,8	400	100	DeFoFo	1 + 1R	1837	ETA	58 m ³
		2	Córrego da Laje	4,3	5600	100	Fibrocim. DeFoFo/FF				
Q = 4,0 a 16,7 l/s		58 m ³	Vazão máxima =>		Σ = 16,1	** Vazão Média no ano de 2022, a partir de 3727 medições na Parshall da ETA.					
Tempo de Operação: 24 horas											
POÇOS PROFUNDOS (sistemas isolados)		3	Poço 1 - Rib. das Chácaras	2,8	1500	75	PVC	1 + 0R	173	Desinf.	20 m ³
		4	Poço 2 - Casas Populares	2,4	350	60	PVC	1 + 0R	157	Desinf.	15 m ³
		5	Poço 3 - Bairro Sta. Matilde	2,4	350	60	PVC	1 + 0R	93	Desinf.	20 m ³
* Dados obtidos em 2023. Fonte: SEMAE Piracema.											

Fonte: elaborado pelo autor, c/ síntese de dados a partir de informações da SEMAE, 2023

Figura 8. Croqui atualizado do Sistema de Abastecimento de Água em Piracema



Fonte: elaborado pelo autor, adaptado de ANA (2021), c/ dados da SEMAE (2023)

Num comparativo entre os dados apresentados pela SEMAE (2023, referentes a 2022), em relação aos últimos indicadores registrados pela ANA (2021, referentes a 2020), notamos algumas discrepâncias, prevalecendo, porém, os dados fornecidos pela SEMAE, uma vez que são os mais atuais. O comparativo é apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Comparativo entre dados técnicos da ANA (2020) e SEMAE (2022)

	Ano	
	2020	2022
	Tipo do curso d'água	
Ribeirão das Chácaras	Rio	Ribeirão
Córrego da Laje	Nascente	Córrego
	Comprimento das adutoras	
Ribeirão das Chácaras	500	400
Córrego da Laje	7000	5600
	Material das adutoras	
Ribeirão das Chácaras	PVC	DeFoFo
Córrego da Laje	PVC	Fibrocimento/DeFoFo/FF
	Vazão de captação das adutoras	
Ribeirão das Chácaras	10,8	11,8
Córrego da Laje	2,9	4,3
	Bombas no Ribeirão das Chácaras	
Ribeirão das Chácaras	1+0R	1+1R
	Estação de Tratamento	
Vazão de operação (l/s)	17,5 (nominal)	12,8 (média)
Tempo de operação (h)	-	24
Reservação (m ³)	35	58

Fonte: elaborado pelo autor

Como observação importante, ANA (2021) indicava que a reservação na área urbana da cidade era de 35 m³, abastecidos pela ETA e pelos poços n^{os} 1 e 2 (item 6.1.2, figura 3), à época não tendo sido indicada a reserva existente de 58 m³, dando a entender que 35 m³ seriam a reserva urbana total.

No entanto, a figura 2, item 6.1.2 (ANA, 2010), diferentemente, mostrava uma situação mais próxima da real, com os 35 m³ sendo abastecidos tão somente pelos poços n^{os} 1 e 2, mas também sem indicar o reservatório existente de 58 m³, localizado na ETA.

Atualizando-se os dados, existem quatro reservatórios na área urbana, os quais totalizam 113 m³, sendo o primeiro na ETA, com volume de 58 m³; o segundo, alimentado pelo poço n^o 1, com volume de 20 m³; o terceiro, de 15 m³, abastecido pelo poço n^o 2; e um quarto (recém-instalado), de 20 m³, atendido pelo poço n^o 3 (também recém-instalado).

7.2.1 Estação de tratamento: tempo de operação e capacidades de produção e reservação

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em seu “Atlas Brasil”, publicado em 2010, estimou que a oferta de água para a área urbana de Piracema, MG, chegaria em “condição satisfatória” até o horizonte de 2015. Tal previsão foi ratificada por nova publicação, o “Atlas Águas”, editado em 2021, que estendeu esse prazo até o ano de 2035 (período total de projeto de 30 anos, de 2005 a 2035).

Pela tabela 3, item 6.1.1 (ANA, 2021), a vazão de demanda em 2035 ($Q = 12$ l/s), é a estimada para a cidade como um todo (todos os domicílios sendo atendidos pelo sistema, com o abastecimento sendo realizado de forma integrada pela ETA e pelos poços n°s 1 e 2).

Comparativamente aos dados da tabela 4 (SEMAE, 2023), vemos que isso não se confirmará, uma vez que a ETA, sozinha, já opera em 2023 com vazão superior ($Q_{2023} = 12,8$ l/s $>$ $Q_{2035} = 12,0$ l/s), com um agravante: $Q_{2035} = 12,0$ l/s é a vazão estimada para o município inteiro, sendo que $Q_{2023} = 12,8$ l/s é a vazão real para o abastecimento de pouco mais de 80% das residências (1837 economias atendidas pela ETA, de um total de 2260). Vislumbra-se, portanto, um déficit no sistema de abastecimento de água em Piracema, que requererá rápidos e necessários investimentos no setor nos próximos anos.

Além disso, sabemos, pelo histórico de medições fornecido pela SEMAE, que a ETA opera com vazões entre 4,0 e 16,7 l/s, com média de 12,8 l/s e que isso se dá ao longo das 24 horas do dia. Assim sendo, a ETA está funcionando em tempo integral, sem intermitência, o que sobrecarrega todo o sistema operacional e de tratamento.

A vazão máxima de operação da ETA, atualmente, é da ordem de 16 l/s, isso dado aos limites de vazão impostos pelos flocladores, mas todo o sistema pode alcançar até 25 l/s (limite dos filtros), caso sejam ajustados os flocladores e substituídos os decantadores de baixa para alta taxa, ou seja, a ETA ainda possui condições de dobrar sua capacidade operacional.

Todavia, ainda assim, seu tempo de operação necessita de redução e para tal, recomenda-se a “substituição” do atual reservatório, com “reforço” na capacidade: construindo-se nova unidade de reservação com volume suficiente para reduzir a operação da

estação em aproximadamente a metade do tempo, ou seja, funcionamento máximo de 12 horas diárias.

7.3 Plano de segurança da água (PSA)

Quando das vistorias técnicas realizadas junto aos mananciais, observou-se que a adução do Córrego da Laje possui, além do risco de contaminação por amianto, também falta de segurança da água devido à proximidade de sua captação com uma área de confinamento de gado (curral), conforme vemos na figura 9.

Figura 9. Captação do Córrego da Laje



Fonte: acervo do autor, 2023

Já no caso da captação no Ribeirão das Chácaras, embora também possua nas proximidades uma fazenda, mas com área de captação isolada ao acesso de animais, seu ponto de maior vulnerabilidade é o que concerne ao crescimento demográfico, uma vez que o manancial se encontra dentro da área urbana e, em face da expansão imobiliária observada em Piracema nos últimos anos, com o surgimento de vários loteamentos (citam-se: Cidade Nova, Santo Antônio e Alto do Rosário), a área do entorno da captação no Ribeirão das Chácaras tende a se tornar urbanizada em futuro muito próximo, o que poderá acarretar riscos de contaminação, através de redes de esgoto, galerias de águas pluviais e lixo urbano.

Conforme visto, ambos os mananciais precisam ser objeto de um “Plano de Segurança da Água” (PSA) que, segundo Vieira (2013) e o MS (2012), também deverá englobar o tratamento, a reservação e as redes de distribuição.

8 CONCLUSÃO

Repassando os tópicos avaliativos iniciais, dizia-se que, em síntese, três são os fatores que, isolados ou em conjunto, podem determinar ampliações, adequações e/ou melhorias em sistemas de abastecimento de água, quais sejam: a) As demandas *versus* o crescimento demográfico; b) A segurança da água; c) A vida útil das instalações.

Como vimos, o sistema de abastecimento de água em Piracema, mais especificamente a adutora do Córrego da Laje e a estação de tratamento de água “Onofre Pinto Lara”, requerem investimentos, não só para a “reparação” e “substituição” de várias de suas instalações, tendo em vista que já ultrapassaram em dobro o limite de sua vida útil, bem como para a “substituição” (com “reforço” de capacidade) do reservatório, cujo volume, limitado a 58 m³, solicita à estação operar em tempo integral (ao longo das 24 horas diárias).

Já as bombas no Ribeirão das Chácaras encontram-se sujeitas a intempéries, sendo necessário como “reparação” do problema, a “renovação” de todo o sistema de captação, com a construção de uma casa de bombas junto às margens do ribeirão, para abrigar os equipamentos.

Tornou-se claro também que Piracema não possui a segurança hídrica prevista pela ANA, pois o horizonte indicado como “satisfatório”, até 2035, não se confirmará na prática, a levar-se em conta apenas os sistemas existentes. Muito embora seja possível dobrar a capacidade de produção da ETA, os sistemas de adução que a abastecem possuem muitos problemas e riscos, além de fornecerem vazões já próximas do limite de $Q_{2023} = 12,8$ l/s.

Ainda, demonstramos que é necessário elaborar um “Plano de Segurança da Água” (PSA), em especial dos mananciais, tendo em vista os focos de contaminação pela proximidade das captações com áreas de confinamento de gado, além da presença de amianto na composição de algumas canalizações, sem contar os riscos inerentes ao crescimento demográfico e à urbanização, que também são fatores que podem acelerar os processos de escassez de recursos.

Outrossim, diante de tantos problemas e riscos junto aos mananciais estudados, sugerimos que sejam empreendidos estudos de viabilidade técnico-econômica pela SEMAE, para a exploração de novas fontes de abastecimento de água, em substituição às duas principais atuais, uma vez que o Córrego da Laje, a considerar-se a troca de toda a canalização de sua adutora, somado a um plano de segurança da água complexo, haja vista a captação encontrar-se dentro de uma fazenda, constitui-se num investimento alto para a obtenção de uma vantagem pequena (vazão de apenas 4,2 l/s), o que caracterizaria um custo benefício baixo. Como agravante, a captação no Ribeirão das Chácaras poderá tornar-se inviável em poucos anos, caso a cidade cresça em seu entorno, o que torna os estudos de viabilidade ainda mais inadiáveis.

Avaliando-se uma primeira alternativa, acompanhamos a SEMAE em visita à fazenda São Bento, onde foi analisado um córrego com vazão $Q_{7,10} = 0,0567 \text{ m}^3/\text{s} = 56,7 \text{ l/s}$ (IDE-Sisema, 2023)⁸, sendo outorgável 30% desse valor (IGAM, 2019)⁹, ou seja, $Q = 17 \text{ l/s}$. Distância estimada até a ETA: 6,9 km. Comprimento provável da adutora: 8,9 km. Cota: 940 (cota da ETA = 870), sendo ainda necessário efetuar-se as análises físico-químicas do manancial.

Por fim, julga-se oportuno recomendar, como determina a boa prática, a análise de mais duas possibilidades, além da fazenda São Bento, ou seja, o estudo de viabilidade técnico-econômica deverá englobar pelo menos três alternativas.

Evaluation of the raw water aqueducts of Córrego da Laje and Ribeirão das Chácaras, in Piracema, MG

ABSTRACT

This work evaluates the raw water aqueducts of Córrego da Laje and Ribeirão das Chácaras, part of the urban water supply system of Piracema, MG. The objective of this analysis was to

⁸ Vazão Q_{7,10}: valor anual da média de 7 vazões diárias consecutivas que pode se repetir, em média, uma só vez a cada dez anos (VON SPERLING, 2007).

⁹ Portaria IGAM nº 48 de 04/10/2019, Art. 3º, Parágrafo único – “O limite máximo de captações em recursos hídricos nas Circunscrições Hidrográficas – CHs – Rio Pará, Rio Paraopeba (...), Afluentes Mineiros do Médio São Francisco e Rio Verde Grande, para cada secção considerada em condições naturais, será de 30% (trinta por cento) da Q_{7,10} (...)”.

verify aspects related to the useful life of these facilities, as well as the current condition of these two systems, in terms of the quantity and quality of the captured water. In order to achieve the objective, the methodology included an inspection to survey physical characteristics and photographic records, followed by a technical meeting to verify data with the SEMAE (Municipal Water and Sewerage Department). The research showed that the facilities have problems with their useful life and risk of not meeting future demands, and it was also evident that both sources need a “Water Safety Plan”.

Keywords: Spring. Supply. Adductors-installations.

REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Abastecimento Urbano de Água - Panorama Nacional**. Brasília: Atlas Brasil, 2010, v. 1, v. 2. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/575df5de-4c8b-4be6-9e1b-2a8c996fd555>. Acesso em: 02.ago.2023.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano**. 2. ed. Brasília: Atlas Águas, 2021. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/d77a2d01-0578-4c71-a57e-87f5c565aacf>. Acesso em: 02.ago.2023.

ANDRADE, J. Bosco. **Saneamento Básico e Sistema de Abastecimento de Água**. Universidade Católica de Goiás. Notas de aula do Curso de Eng. Civil. Goiás: 2004. Disponível em: <https://rmdaveiga.files.wordpress.com/2011/01/sb-agua-ucg.pdf>. Acesso em: 10.ago.2023.

BRASIL. Lei nº 14.206, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento**. Diário Oficial da União: Brasília, 2020, seção 1, página 1, edição 135. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 30.ago.2023.

BRASIL, Ministério da Saúde (MS). **Plano de segurança da água: garantindo a qualidade e promovendo a saúde, um olhar do SUS**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. 1ª ed. Brasília: MS, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_seguranca_agua_qualidade_sus.pdf. Acesso em: 09.set.2023.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Declarada a inconstitucionalidade da lei federal que permitia a extração, a industrialização, a comercialização e a distribuição da fibra**

mineral no Brasil. ADIs n. 3356, n. 3357, n. 3937, n. 3406 e n. 3470 e ADPF n. 109. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/noticias/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=509089&ori=1#:~:text=Em%20fevereiro%20de%202023%2C%20o,norma%20federal%20sobre%20a%20mat%C3%A9ria>. Acesso em: 11.set.2023.

CESAR, Italo R. Mendes, et al. **O planejamento como instrumento de captação de recursos e gestão de obras públicas.** Monografia da Escola de Engenharia, Dep. de Eng. de Mat. e Construção. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2009. Disponível em: <http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2016/trabalhos/pdf/congestas2016-et-01-039.pdf>. Acesso em: 10.agosto.2023.

FARIAS, A. P da Silva. **Modelo de sistema de informação e decisão para o planejamento das intervenções de melhoria em redes de distribuição de sistemas de abastecimento de água.** Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco: UFPE, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5171/1/arquivo3673_1.pdf. Acesso em: 28.agosto.2023.

GOMES, A. de Santana, et al. **Panorama Ambiental Hídrico no Brasil.** Anais do V Simpósio Internacional de Inovação e Tecnologia. São Paulo: Blucher, 2019, vol.6, n.3, p. 917-924. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/panorama-ambiental-hidrico-no-brasil-33400>. Acesso em 10.agosto.2023.

GRILO, T. Velez. **Técnicas de reabilitação de sistemas de abastecimento de água: metodologia conceptual e aplicação a casos de estudo.** Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa: 2007, 87 p. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/39513745222/Dissertacao.pdf>. Acesso em: 28.agosto.2023.

IDE Sisema. **Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.** Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 17.set.2023.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão de Águas. **Portaria IGAM nº 48 de 04 de outubro de 2019.** Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>. Acesso em: 17.set.2023.

JÚNIOR, P. C. Furtado et al. **Redes de abastecimento de água: um estudo de caso da substituição das redes de fibrocimento da rua Professor Olinto em Caratinga, MG.** Faculdade de Engenharia Civil do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia. Caratinga: 2015. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/1041/1/TCC%20Completo%20e%20OK.pdf>. Acesso em: 12.set.2023.

LEAL, F. Gautério. **Determinação do tempo ótimo de substituição de tubulações de sistemas de abastecimento de água.** Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124386/97.pdf?sequence=1>. Acesso em: 07.set.2023.

MEDEIROS, G. Araújo, et al. **Diagnóstico da qualidade da água na microbacia do Córrego Recanto, em Americana, no estado de São Paulo**. Americana: Geociências, 2009, vol.28, n.2, p. 181-191. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/3507>. Acesso em: 10.ago.2023.

MINAS GERAIS. Lei nº 21.114, de 30 de dezembro de 2013. **Proíbe a importação, o transporte, o armazenamento, a industrialização, a comercialização e o uso de produtos que contenham amianto, asbesto em sua composição e dá outras providências**. Assembleia Legislativa de Minas Gerais: Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/21114/2013/>. Acesso em: 10.set.2023.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel de Saneamento - Água**. Painel de Indicadores 2021. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua. Acesso em: 24.ago.2023.

SOUZA, I. R. Mendes, et al. **Panorama do sistema de abastecimento de água na cidade de Formosa do Rio Preto, BA**. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Instituto Federal do Piauí. Teresina: Congestas, 2016, v. 1. Disponível em: <http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2016/trabalhos/pdf/congestas2016-et-01-039.pdf>. Acesso em: 15.ago.2023.

TSUTIYA, M. Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. Dep. de Eng. Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 3 ed. São Paulo: USP, 2006, 643 p.

SEMAE, Secretaria Municipal de Piracema, MG. **Tabela de medições diárias do "volume acumulado", convertido em vazão instantânea, tomadas por sensor ou régua em calha parshall, a cada uma hora e meia**. Prefeitura Municipal de Piracema: Semae, 2022.

VIEIRA, J. M. Pereira. **Plano de segurança da água em mananciais de abastecimento de água para consumo humano**. Universidade Federal da Bahia. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA). Salvador: UFBA, 2013, v. 1, n. 1, pp. 87-97. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7107/4879>. Acesso em: 08.set.2023.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 7 ed. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2007, 588 p.