



9635 - CONDIÇÕES DO SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE HISTÓRICA DE OURO PRETO

Liselle Moura Valente⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Bolsista de Extensão Universitária da UFOP na área de Engenharia Sanitária.

Paulo de Castro Vieira⁽²⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Urbana da Escola de Minas da UFOP.

Luciano Gomes Pereira⁽³⁾

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Ambiental pela UFOP. Diretor Técnico do Serviço Municipal de Água e Esgotos de Ouro Preto.

Marcos Eduardo Carvalho Gonçalves Knupp⁽⁴⁾

Bacharel em Turismo. Doutor em Ciência Política pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor na Escola de Direito, Turismo e Museologia (EDTM) do curso de Turismo.

Endereço⁽¹⁾: Rua Projeto Vinte e Nove, 143 – Vila do Cruzeiro – Cachoeira do Campo – Ouro Preto – MG - CEP: 35410-000 - Brasil - Tel: +55 (31) 98880-2652 - e-mail: lisellemourav@gmail.com

RESUMO

Este artigo tem como objetivo sintetizar aspectos quantitativos e qualitativos de relevância quanto às condições do saneamento na cidade histórica de Ouro Preto. Para este fim, foram compilados dados do diagnóstico apresentado no Plano Municipal de Saneamento Básico, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e de trabalhos técnicos e científicos sobre o tema. As condições de saneamento básico no município de Ouro Preto, de uma forma em geral, são enquadradas como típicas da maioria dos municípios brasileiros devido as condições de gestão ainda em estruturação, que refletem, por exemplo, na falta de tratamento de esgotos, de disposição final ambientalmente correta dos resíduos sólidos e de um manejo sistematizado das águas pluviais. Acredita-se que este quadro possa estar sendo ditado por questões de ordem comum aos municípios brasileiros, como a falta de priorização dessa política pública e o melhor engajamento e participação popular, bem como por questões específicas ao seu ambiente urbano edificado há quase três séculos, o que impõe limitações e condições próprias ao modo de vida atual da população. Dessa forma acredita-se que o planejamento e a gestão do saneamento básico da cidade histórica de Ouro Preto precisam ser desenvolvidos em consonância com suas características e aspectos territoriais.

PALAVRAS-CHAVE: cidade histórica; saneamento básico; diagnóstico.

INTRODUÇÃO

As carências de melhoria da qualidade de vida da população, aliadas à necessidade de aumentar a salubridade ambiental, proteger os recursos hídricos e promover a saúde pública requerem instituição técnica e legal de instrumentos de políticas públicas de saneamento básico.

Dessa forma, surge a Lei Federal 11.445 de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, definindo-o como sendo composto pelos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais. Tal lei esclarece competências, sendo que a universalização dos serviços, a partir da ampliação ou manutenção das infraestruturas e instalações, deve ser condicionada aos planos municipais de saneamento básico.

É sabido que o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e a drenagem e manejo de águas pluviais são serviços diretamente relacionados entre si e, quando ofertados com qualidade pelos órgãos gestores e utilizados de forma saudável e sustentável pelos usuários, refletem pontualmente na melhoria da qualidade de vida da população e na preservação do meio ambiente local.



No entanto, o saneamento básico no Brasil ainda não é tratado com uma satisfatória integração das ações relativas à administração de todo o sistema: titulares, gestores e usuários. Assim, não conseguimos o necessário planejamento, gestão e controle desses serviços públicos tão importantes para a promoção da saúde pública e do desenvolvimento socioeconômico, bem como da preservação dos recursos naturais e do patrimônio histórico.

Nas cidades históricas, como o caso em questão, o problema é ainda mais evidente, dado que existem vários desafios como, por exemplo, relacionar com as regras e exigências estruturais de perímetros urbanos demarcados com o tombamento de monumentos e elementos prediais e arquitetônicos históricos, chegando a contemplar a toda uma região urbana, como no caso dos centros históricos de Olinda - PE, Ouro Preto - MG, Paraty - RJ e Salvador - BA.

Portanto, atualmente são grandes os desafios relacionados à gestão e manutenção dos componentes da infraestrutura em cidades históricas. Além disso, como agravante, tem-se a falta de investimento nesse setor. É necessário dessa forma evoluirmos o desenvolvimento de soluções urbanísticas para que sejam mais adequadas às características e peculiaridades destes ambientes.

Essas complexidades, todavia, podem ser minimizadas com a elaboração e implementação de planos municipais de saneamento básico eficazes e bem integrados a instrumentos de outras políticas públicas do espaço urbano, do indivíduo e do meio ambiente. Neste sentido o plano municipal de saneamento básico deverá atuar de fato como o instrumento orientador da política pública de saneamento dos municípios, servindo, portanto, para aprimorar e adaptar as condições atuais aos anseios da população quanto à melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente.

À vista disso, o que se busca com esse artigo é obter uma avaliação das condições do saneamento básico em Ouro Preto, procurando aperfeiçoar e atualizar as informações contidas no plano municipal de saneamento básico já desenvolvido. Assim, almeja-se expor uma avaliação que possa contribuir para a futura revisão e aprovação do plano.

METODOLOGIA UTILIZADA

Contexto histórico urbanístico da área de estudo

A cidade histórica de Ouro Preto foi implantada nas encostas de um estreito e sinuoso vale delimitado por duas cadeias de montanhas de Minas Gerais, originando-se do processo de agregação de diversos arraiais de garimpo de ouro, estabelecidos no final do século XVII e início do XVIII. Foi declarada Monumento Nacional no ano de 1933 e tombada pelo Iphan em 1938 por seu conjunto arquitetônico e urbanístico. Em 1980, foi declarada pela Unesco como patrimônio mundial, sendo o primeiro bem cultural brasileiro inscrito na Lista do Patrimônio Mundial (IPHAN, 2018).

Em 1720 foi designada capital da Província das Minas Gerais, considerada como a principal cidade do denominado Ciclo do Ouro. Ouro Preto, além de ter sido o berço de artistas, responsáveis pelas mais significativas obras do barroco brasileiro, foi também o cenário do movimento pela independência do Brasil em relação a Portugal, chamado de Inconfidência Mineira (IPHAN, 2018).

A partir de meados do século XVIII, em substituição às técnicas de pau-a-pique e adobe, as construções passaram a ser de pedra e cal, expressão da riqueza propiciada pela exploração do ouro e do trabalho escravo. Data dessa época o esplendor do admirado barroco mineiro, fruto, entre outros, da genialidade de seus principais artífices, o escultor e mestre-de-obras Antônio Francisco Lisboa, o Aleijadinho, e o pintor Manoel da Costa Athaíde (IPHAN, 2018).

A drástica redução da mineração aurífera, com a decorrente mudança das atividades econômicas para a criação de gado e o cultivo de café, determinou uma significativa regressão das atividades econômicas de Ouro Preto. Seu declínio, amenizado em 1876 pela criação da Escola de Minas, voltou a se acentuar em 1897, com a transferência da capital para a recém-inaugurada cidade de Belo Horizonte. Em meados do século XX, com o florescimento da siderurgia e da extração de minério, essa situação começou a ser revertida. Atualmente, a mineração e o turismo constituem a base da economia do município (IPHAN, 2018).



O município possui uma área territorial de 1.245,864 km² (IBGE, 2016) e está localizado no trecho meridional da Serra do Espinhaço, na região do Quadrilátero Ferrífero, nas coordenadas geográficas 20° 23' 28" Sul e 43° 30' 20" Oeste segundo informações da Prefeitura Municipal de Ouro Preto, a uma distância de 96 km da capital mineira, Belo Horizonte.

Ouro Preto está inserido em duas grandes regiões hidrográficas: a região do rio São Francisco e a região do Atlântico Leste, que são separadas pela Serra Geral. Mais precisamente, está inserido nas sub-bacias do rio Paraopeba e das Velhas (que fazem parte da bacia do Alto Rio São Francisco) e nas sub-bacias do rio Piracicaba e do rio Piranga, que fazem parte da bacia do Rio Doce, que por sua vez faz parte da região hidrográfica do Atlântico Leste (OURO PRETO, 2013).

De acordo com dados do IBGE, a população estimada do município em 2017 foi de 74.659 habitantes, distribuídos nas áreas urbana e rural. Segundo o plano diretor da cidade, estabelecido pela Lei Complementar nº 29, de 28 de dezembro de 2006, Ouro Preto possui doze distritos: Amarantina, Antônio Pereira, Cachoeira do Campo, Engenheiro Corrêa, Glaura, Lavras Novas, Miguel Burnier, Rodrigo Silva, Santa Rita de Ouro Preto, Santo Antônio do Leite, Santo Antônio do Salto, São Bartolomeu, além do distrito sede.

Coleta e análise dos do saneamento básico

Definida a área de estudo, os aspectos metodológicos abordados neste artigo foram baseados na coleta de dados secundários sobre saneamento contidos em estudos e trabalhos realizados na região, destacando como referências alguns trabalhos acadêmicos e científicos desenvolvidos pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP e por outras instituições de pesquisa, o plano municipal de saneamento básico, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS e demais informações dos órgãos técnicos municipais.

Dentre os estudos apresentados no Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Ouro Preto (PMSB-OP), encontra-se o diagnóstico da situação do saneamento no município. Segundo informações contidas no PMSB – OP, esse diagnóstico englobou as zonas urbana e rural do município e foi realizado com base em informações bibliográficas, dados secundários disponibilizados, inspeções de campo e questionários aplicados nas localidades da área de estudo, conforme a necessidade.

Os dados dos indicadores selecionados do SNIS e do PMSB-OP (parâmetros quantitativos e/ou qualitativos) apresentados neste trabalho foram selecionados e tratados por meio de estatística convencional, que posteriormente foram avaliados a luz das diretrizes das políticas pública de saneamento básico, bem como das normativas técnicas em vigor, obtendo-se assim um panorama das condições do saneamento quanto ao acesso, a gestão e oferta dos serviços.

RESULTADOS OBTIDOS

No município de Ouro Preto, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são realizados pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto (SEMAE/OP), considerado uma Autarquia municipal, criada pela Lei Municipal nº 13, de 24 de fevereiro de 2005, portanto, que completou em 2018 treze anos de idade.

A implantação desta Autarquia proporcionou significativas melhorias nestes sistemas de saneamento, considerados em sua maioria como ultrapassados, devido a implantação e modernização dos sistemas de captação, tratamento e distribuição de água, bem como com a coleta dos esgotos sanitários. Apesar disso, ainda existe um longo caminho a ser percorrido para atingir as metas da universalização destes serviços no município, conforme será apresentado a seguir.

Abastecimento de água potável

Conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2016), a população do município de Ouro Preto abastecida por água tratada é de 70.568 habitantes. O índice de atendimento com abastecimento de água é de 94,91%, para o município como um todo. De acordo com o PMSB-OP, são 65 pontos de captação, sendo 29 de captação superficial (córregos e rios), 14 de captação em surgências (nascentes e/ou minas d'água) e 22 de captação subterrânea em poços tubulares profundos.



Existem seis estações de tratamento de água (ETA) convencional em operação, que tratam vazões entre 18 e 60 l/s, segundo dados do SEMAE/OP. O estado geral de conservação das ETA's é tido como razoável, necessitando, portanto, de revitalização e modernização dos equipamentos. Nos outros pontos de captação onde não existe o tratamento convencional, geralmente em distritos menores e pequenas localidades, é realizada a desinfecção da água com a adição de pastilha tricloro.

Segundo o PMSB-OP, a capacidade de reservação do município é de 8.899 m³, distribuídos em 89 reservatórios. A extensão da rede de distribuição é estimada em 527,12 km, avaliada em estado como regular para bom.

Na Vila Rica colonial, não ocorreu planejamento, como hoje se entende, para o abastecimento de água, isto é, não se fez previsão do crescimento populacional, cálculo da taxa de consumo, etc. O sistema de abastecimento de água reagiu à demanda. Quando o povo reclamava, o Senado da Câmara procurava atendê-lo. (FONSECA, 2008).

Desse modo, o crescimento desordenado da cidade propiciou a implantação sem controle da rede de abastecimento de água, o que faz com que ainda nos dias atuais não se tenha conhecimento do sistema de adução e distribuição como um todo. O fato é agravado pelas dificuldades técnicas e financeiras encontradas pelo SEMAE/OP para o cadastro dessas redes.

Assim, existe a necessidade de maior investimento para cadastro de rede, substituição de redes antigas e modernização do sistema. Em geral as redes de distribuição não obedecem a bitola mínima de 50 mm de diâmetro para os condutos secundário conforme prescrito pela NBR 12218/1994.

O sistema de distribuição do município não é hidrometrado. A explicação desse fato é a de que ainda não ocorreu a utilização da prerrogativa de se executar a obrigatoriedade de cobrança. Isso depende exclusivamente da execução de protocolos da Lei Municipal 538/2009, de responsabilidade do executivo Municipal. Cumpridos estes protocolos, a cobrança pelo consumo poderá acontecer.

Por outro lado, deve ser considerado que há necessidade de investimento para execução deste serviço de hidrometração e o valor estimado para hidrometrar toda a cidade é bastante elevado. Dessa forma, atualmente é cobrada apenas uma taxa básica de operação que não é suficiente para cobrir os gastos realizados, sendo necessário o repasse financeiro por parte da Prefeitura Municipal de Ouro Preto para a complementação dos custos.

O fato de não existir a hidrometração no município provavelmente seja um dos fatores de influência no consumo médio per capita de água, que apresenta valores muito bem acima da média típica de consumo no país (entre 150 e 200 l/hab./dia). A série histórica do indicador de consumo médio per capita de água (IN022) do SNIS para Ouro Preto é apresentada na Figura 1.

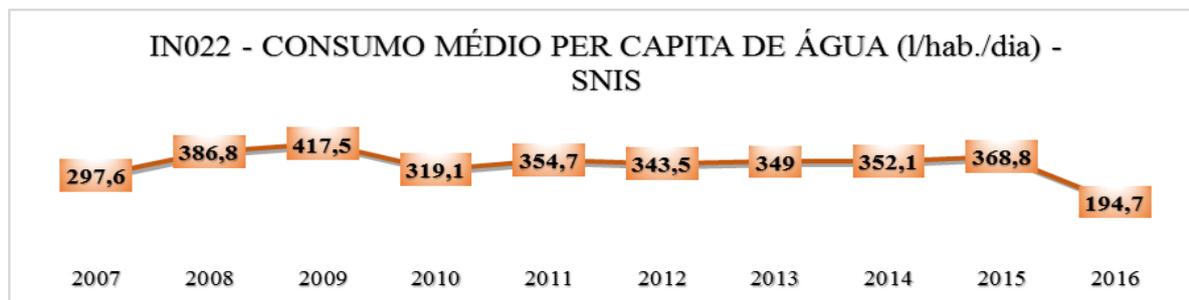


Figura 1: Série histórica do indicador operacional de consumo médio per capita de água de Ouro Preto.

De acordo com o SEMAE/OP, como não existem micromedidores no município, essa média é calculada com base no volume total diário de água fornecido pelas estações de tratamento de água, que é dividido para a população total do município, descontando ainda uma estimativa de perdas reais (físicas) no sistema.



O monitoramento da água tratada quanto ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade de acordo com a Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde é realizado constantemente pelo SEMAE/OP através da coleta de amostras em diversos pontos do município.

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), com elaboração prevista na Lei Federal 11.445 de 2007, foi apresentado em 2013 e, com base em extensos estudos, definiu algumas metas a serem atingidas pelas concessionárias de saneamento para cada região do país para os anos de 2010, 2018, 2023 e 2033. Essas metas possuem como objetivo etapalizar a execução das ações do PLANSAB e orientar a consolidação dos indicadores ao longo do tempo. A Figura 2 apresenta as metas definidas para o serviço de abastecimento de água.

INDICADOR	ANO	BRASIL	N	NE	SE	S	CO
A1. % de domicílios urbanos e rurais abastecidos por rede de distribuição e por poço ou nascente com canalização interna	2010	90	71	79	96	98	94
	2018	93	79	85	98	99	96
	2023	95	84	89	99	99	98
	2033	99	94	97	100	100	100
A2. % de domicílios urbanos abastecidos por rede de distribuição e por poço ou nascente com canalização interna	2010	95	82	91	97	98	96
	2018	99	96	98	99	100	99
	2023	100	100	100	100	100	100
	2033	100	100	100	100	100	100
A3. % de domicílios rurais abastecidos por rede de distribuição e por poço ou nascente com canalização interna	2010	61	38	42	85	94	79
	2018	67	43	53	91	96	88
	2023	71	46	60	95	98	93
	2033	80	52	74	100	100	100
A4. % de análises de coliformes totais na água distribuída em desacordo com o padrão de potabilidade (Portaria nº 2.914/11)	2018						
	2023				(1)		
	2033						
A5. % de economias ativas atingidas por paralisações e interrupções sistemáticas no abastecimento de água	2010	31	100	85	23	9	8
	2018	29	86	73	20	8	8
	2023	27	77	65	18	8	7
	2033	25	60	50	14	7	6
A6. % do índice de perdas na distribuição de água	2010	39	51	51	34	35	34
	2018	36	45	44	33	33	32
	2023	34	41	41	32	32	31
	2033	31	33	33	29	29	29
A7. % de serviços de abastecimento de água que cobram tarifa	2008	94	85	90	95	99	96
	2018	96	92	95	99	100	99
	2023	98	95	97	100	100	100
	2033	100	100	100	100	100	100

(1) Para o indicador A4 foi prevista a redução dos valores de 2010 em desconformidade com a Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, em 15%, 25% e 60% nos anos 2018, 2023 e 2033, respectivamente.

Figura 2: Metas para serviços de abastecimento de água nas macrorregiões e no país (PLANSAB, 2013).

Com o objetivo em avaliar as condições de Ouro Preto em relação ao atendimento as metas do PLANSAB para os serviços de abastecimento de água foram levantadas as séries históricas dos indicadores operacionais de índice de abastecimento urbano de água (IN023) e índice de perdas na distribuição (IN049), além do indicador de qualidade de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (IN084), com base nos dados do SNIS a partir do ano de 2007, ano que o marco regulatório foi instituído no país por meio da Lei Federal Nº 11.445.

As séries históricas dos anos de 2007 a 2016 dos indicadores operacionais de índice de abastecimento urbano de água (IN023) e do índice de perdas na distribuição (IN049) são apresentadas nas Figuras 3.



Figura 3: Séries históricas de indicadores operacionais do de índice de abastecimento urbano de água (IN023) e do índice de perdas na distribuição de água (IN049) de Ouro Preto.

A série histórica dos anos de 2007 a 2016 do indicador de qualidade de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (IN084) é apresentada na Figuras 4.

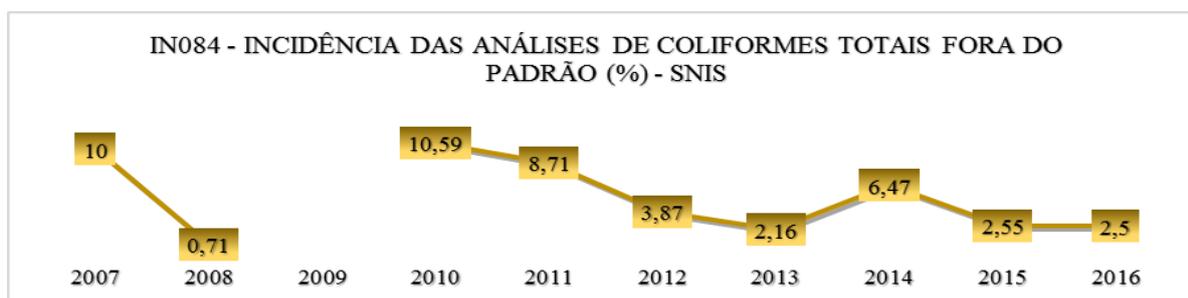


Figura 4: Série histórica do indicador de qualidade da água de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (IN084) de Ouro Preto.

Das Figuras 2 e 3, pode-se estabelecer uma relação entre os indicadores A2 do PLANSAB e IN023 do SNIS – índice de domicílios urbanos abastecidos por redes de distribuição de água - e entre os indicadores A6 do PLANSAB e o IN049 do SNIS – índice de perdas na distribuição de água.

Nota-se que as metas estabelecidas pelo PLANSAB para a região sudeste nesses casos não estão sendo cumpridas e que, quando avaliado os indicadores de Ouro Preto, além disso, pode ser observado uma piora da situação dos indicadores com o passar dos anos quando avaliado a série histórica dos últimos 10 anos.

A Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE-MG) utilizou de uma metodologia para estabelecer classificações para a situação em que se encontram alguns dos indicadores do SNIS, apresentando uma compilação dessas classificações em um documento do ano de 2017.

A classificação utilizada pela ARSAE-MG para avaliação do índice de abastecimento urbano de água (IN023) do SNIS é apresentada na Figura 5.

Grupos	Metas		
	Insatisfatório	Moderado	Satisfatório
Grupo 1A *	< 91%	≥ 91% e < 97%	≥ 97%

* Quando não for adotada divisão dos prestadores/municípios entre grupos, todas as unidades de avaliação serão alocadas no Grupo 1A.

Figura 5: Metas propostas para o índice de abastecimento urbano de água (ARSAE – MG, 2017).

De acordo a classificação proposta pela ARSAE-MG, a situação do índice de abastecimento urbano de água para o município de Ouro Preto pode ser considerada como satisfatória entre os anos de 2007 e 2009, passando



para insatisfatória a partir o ano de 2010 e apresentando, ao contrário do que se esperava, um declínio a cada ano, quando avaliado os dados da série temporal (Figura 3).

A Figura 6 apresenta as classificações estabelecidas pela ARSAE-MG quanto ao indicador IN049 do SNIS (índice de perdas na distribuição de água).

Grupos	Metas		
	Insatisfatório	Moderado	Satisfatório
Grupo 1A	> 23%	> 17% e ≤ 23%	≤ 17%
Grupo 1B	> 27%	> 21% e ≤ 27%	≤ 21%
Grupo 2A	> 34%	> 28% e ≤ 34%	≤ 28%
Grupo 2B	> 41%	> 33% e ≤ 41%	≤ 33%

Figura 6: Metas propostas para o índice de perdas na distribuição de água (ARSAE – MG, 2017).

Os Grupos 1A, 1B, 2A e 2B apresentados no quadro são definidos conforme a população atendida com abastecimento de água e a declividade média do solo na área do município, utilizada como justificativa para elevados níveis de perda pelos prestadores. No Grupo 1A se encontram os municípios com população abastecida menor que 22.360 habitantes e declividade menor que 7,97%; no Grupo 1B, os municípios com população abastecida menor que 22.360 habitantes e declividade maior ou igual a 7,97%; no Grupo 2A os municípios com população abastecida maior ou igual a 22.360 habitantes e declividade menor que 11,49%; e, por fim, no Grupo 2B os municípios com população abastecida maior ou igual a 22.360 habitantes e declividade maior ou igual a 11,49%.

O município de Ouro Preto se encontra no Grupo 2B, possuindo população abastecida de 70.568 habitantes conforme já mencionado e com cerca de 40% da área urbana apresentando declividades entre 20 a 45% e apenas 30% declividades entre 5 a 20% (GOMES et.al., 2007; apud PINHEIRO et.al., 2004). Dessa forma, entre os anos de 2007 e 2009 a situação do Índice de perdas na distribuição de água de Ouro Preto era tida como satisfatória, passando para moderada entre os anos de 2010 e 2013 e, a partir de 2011 até o ano de 2016, foi avaliada como insatisfatória.

A classificação da ARSAE-MG para o indicador de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (IN084) é apresentada na Figura 7. A divisão dos Grupos 1A, 1B, 2A e 2B se refere à população urbana atendida com abastecimento de água, sendo que no primeiro grupo se encontram os municípios com população abastecida menor que 5 mil habitantes, no segundo com população entre 5 mil e 20 mil habitantes, no terceiro com população entre 20 mil e 250 mil e no quarto grupo com população abastecida maior que 250 mil habitantes. Dessa forma, Ouro Preto se encontra no Grupo 2A, apresentando uma situação em sua maioria insatisfatória até o ano de 2014 e moderada nos anos de 2015 e 2016.

Grupos	Metas		
	Insatisfatório *	Moderado *	Satisfatório *
Grupo 1A	≥ 6,7%	< 6,7% e > 0,8%	≤ 0,8%
Grupo 1B	≥ 3,7%	< 3,7% e > 0,5%	≤ 0,5%
Grupo 2A	≥ 2,8%	< 2,8% e > 0,7%	≤ 0,7%
Grupo 2B	≥ 3,9%	< 3,9% e > 2,1%	≤ 2,1%

* Contanto que, simultaneamente, IN085 seja maior ou igual a 100%.

Figura 7: Metas propostas para o indicador de incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (ARSAE – MG, 2017).

Em resumo, dentre alguns dos principais problemas do sistema de abastecimento de água do município de Ouro Preto podem ser citados a falta de cadastro das redes de distribuição de água, a necessidade de substituição de redes antigas com funcionamento comprometido ou com proibição de uso (cimento amianto, por exemplo), a necessidade de melhorias e projetos para as estações elevatórias de água e dos reservatórios, a falta de rede de abastecimento para atender a população periférica dos núcleos urbanos e de micromedidores das ligações domiciliares e a falta do controle da qualidade da água em alguns pontos.



É importante considerar ainda que Ouro Preto foi a primeira cidade brasileira a receber o título de Patrimônio Cultural da Humanidade da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO. Nesse sentido, existem grandes dificuldades de execução de serviços de infraestrutura urbana devido às restrições de intervenções e obras no território do município. Um exemplo é o arruamento da cidade. Parcela importante desse arruamento possui como características acentuadas sinuosidades, pavimentação tombada pelo patrimônio histórico, em regiões de possíveis sítios arqueológicos, dentre outros aspectos. Essa, dentre outras peculiaridades, interfere diretamente nas metodologias e logística de eventuais obras.

Esgotamento sanitário

O município de Ouro Preto conta com um dos mais antigos sistemas de águas e esgotos do Brasil. Segundo Fonseca e Prado Filho (2010), o sistema teve sua construção finalizada em 1890 e os Tanques de Desinfecção da Barra podem ser considerados como a primeira estação de tratamento de esgotos de Minas Gerais. Porém, por razões desconhecidas, no século seguinte o funcionamento dos tanques foi interrompido e atualmente se encontram em total situação de abandono e sem manutenção, servindo apenas como uma espécie de caixa de passagem dos efluentes que ainda têm seu fluxo sendo escoados por esse sistema.

Há somente uma estação de tratamento de esgoto localizada no distrito de São Bartolomeu, com capacidade de atendimento de 100% da população do distrito (aproximadamente 500 pessoas) e outra em processo de construção na sede do município, com as obras paralisadas devido a necessidade de ajustes do processo de licitação.

Segundo dados do SNIS (2016), são 22.500 as ligações de coleta de esgoto da sede e dos distritos, com tratamento realizado e monitorado apenas do esgoto proveniente das 125 ligações no distrito de São Bartolomeu. No restante do município os efluentes acabam lançados em galerias de águas pluviais, diretamente nos corpos hídricos, na drenagem natural ou são utilizados sistemas de tratamento individual. Existe malha coletora de esgotos no município de Ouro Preto, entretanto não é plena e essencialmente separadora.

A topografia acidentada do município interfere na obediência de prerrogativas de norma quanto aos parâmetros de projeto. Segundo dados da Prefeitura Municipal de Ouro Preto, a altitude média do município é de 1.150 metros, chegando a 1.772 metros no seu ponto mais alto, o Pico do Itacolomi. Esta é uma característica topográfica que se estende por todo o território, o que dificulta a o enquadramento das declividades das redes de esgoto.

Observa-se que não existe a implantação dos interceptores nos cursos d'água, necessários para a interceptação e destinação de todos os efluentes para estações de tratamento de esgoto. Dessa forma, estes cursos d'água estão completamente poluídos, com sérios riscos à saúde pública.

Um estudo de diagnóstico ambiental utilizando um Protocolo de Avaliação Rápida realizado por Rodrigues, Malafaia e Castro (2008) relata que os trechos avaliados do Ribeirão do Funil, localizados na área urbana do município, apresentaram significativas alterações de suas condições ambientais. Um dos motivos citados é o visível lançamento de esgotos domésticos por tubulações que fazem seus despejos diretamente no curso d'água. Além dos riscos que essa situação pode causar à saúde pública, existem os aspectos antiestéticos, o que é agravante e se contrapõe ao título de Patrimônio Cultural da Humanidade cedido à cidade histórica de Ouro Preto pela UNESCO.

A ausência de cadastro técnico preciso das características e locação dos trechos da rede coletora e a carência de informações complementares específicas sobre o funcionamento de vários trechos da rede prejudicam o levantamento quantitativo/qualitativo da estrutura total do sistema coletor de esgotamento sanitário do município. Os motivos são os mesmos do caso do abastecimento de água: o crescimento desordenado da cidade e a falta de controle da infraestrutura instalada ao longo do tempo.

Esse crescimento desordenado do município propiciou a implantação de vários trechos de rede que hoje se encontram sob residências ou sob aterros (o que implica na grande profundidade das redes e inviabilidade de manutenção) ou estão posicionados transversalmente às áreas e quintais particulares.

O único conhecimento que se tem, através de experiências de serviços realizados pelo SEMAE/OP, é que a malha conta com trechos que funcionam de forma mista, recebendo águas servidas e águas de drenagem



pluvial e especula-se que um percentual considerável se encontra com tempo de vida útil dos materiais utilizados (de diversos tipos e de bitolas variadas) bastante avançado.

O PLANSAB também definiu metas para os serviços de esgotamento sanitário, que são apresentadas na Figura 8 para o atendimento de rede coletora em área urbana.

INDICADOR	ANO	BRASIL	N	NE	SE	S	CO
E2. % de domicílios urbanos servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários	2010	75	41	57	91	78	56
	2018	82	56	66	94	84	69
	2023	85	68	73	95	88	77
	2033	93	89	86	98	96	92

Figura 8: Metas para serviços de esgotamento sanitário nas macrorregiões e no país (PLANSAB, 2013).

A série histórica de Ouro Preto de 2007 a 2016 do índice de atendimento urbano de coleta de esgotos referido aos municípios atendidos com água (IN024) é apresentada na Figura 9, para análise e avaliação do serviço no município de Ouro Preto de acordo com as metas estabelecidas pelo PLANSAB para a região sudeste do país.

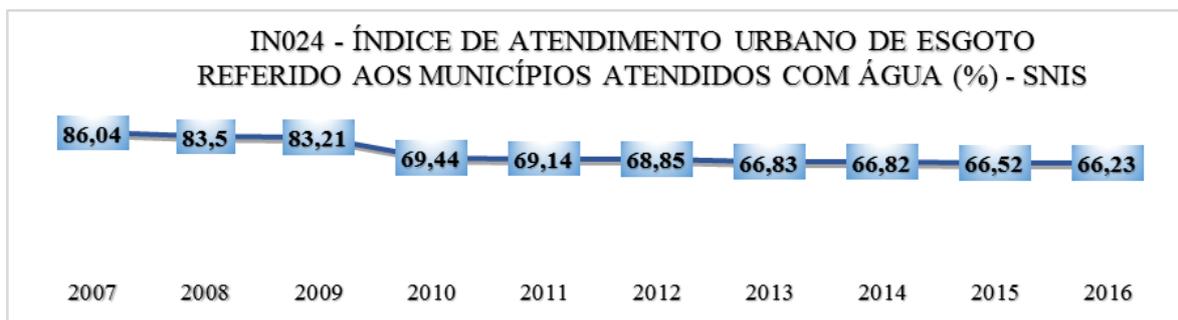


Figura 9: Série histórica do índice de atendimento urbano de coleta de esgotos referido aos municípios atendidos com água de Ouro Preto.

O índice de atendimento urbano de coleta de esgotos referido aos municípios atendidos com água (IN024) expressa o percentual da população urbana do município, atendido por determinado prestador, que se beneficia dos serviços públicos de esgotamento sanitário (conectada à rede coletora de esgoto) e pode ser relacionado para fins de comparação com o indicador E2 do PLANSAB, apresentado na Figura 8.

Observa-se através das Figuras 8 e 9 que a meta para esse indicador nunca foi alcançada, havendo um declínio do índice com o passar dos anos.

Assim como para os serviços de abastecimento de água, a ARSAE – MG definiu classificações para a situação do indicador IN024 (índice de atendimento urbano de coleta de esgotos referido aos municípios atendidos com água), apresentadas na Figura 10. O Grupos 1A e 2A são definidos com base na extensão da rede de esgoto por ligação (IN021 do SNIS), sendo que no primeiro grupo se encontram os municípios com esse valor maior ou igual a 15,52 m/ligação e no segundo grupo os municípios com valor inferior a 15,52 m/ligação.

Grupos	Metas		
	Insatisfatório	Moderado	Satisfatório
Grupo 1A	< 45%	≥45% e < 81%	≥ 81%
Grupo 2A	< 80%	≥ 80% e < 92%	≥ 92%

Figura 10: Metas propostas para o índice de atendimento urbano de coleta de esgotos referido aos municípios atendidos com água (ARSAE – MG, 2017).

A série histórica de Ouro Preto de 2007 a 2016 do indicador IN021 do SNIS, extensão da rede de esgoto por ligação é apresentada na Figura 11.

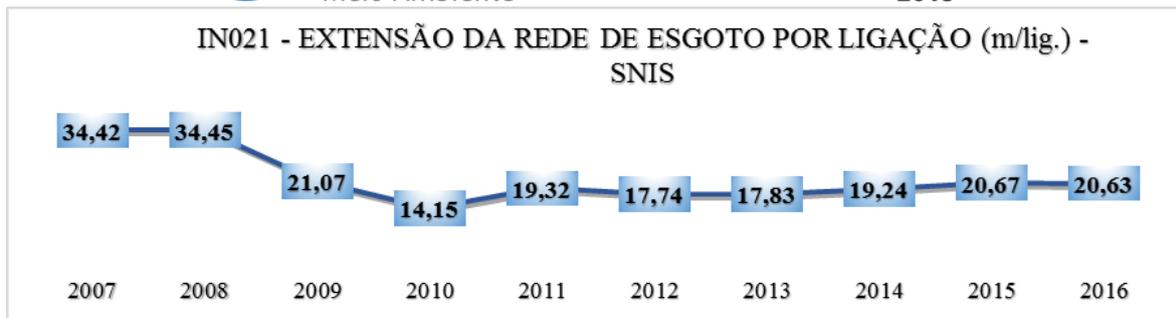


Figura 11: Série histórica do indicador operacional de esgoto IN021.

Ouro Preto, segundo os dados do SNIS compilados e apresentados no gráfico da Figura 11, se encontra no Grupo 2A. Dessa forma, entre os anos de 2007 e 2009, a situação para o índice IN024 era tida como moderada. No ano de 2010, exclusivamente, o município se encaixou no Grupo 1A, e assim a situação para o indicador IN024 foi classificada ainda como moderada. Porém, do ano de 2011 em diante, voltando a fazer parte do Grupo 2A, a situação no município passou a ser classificada como insatisfatória.

O sistema de esgotamento sanitário de Ouro Preto atualmente é conduzido operacionalmente de forma aleatória, além de ser estruturalmente desajustado. Vários trechos recebem volumes de águas de drenagem que excedem a capacidade da rede, sendo estes advindos de ligações em pátios de residências ou de outros meios.

As manutenções do sistema de esgotamento sanitário realizadas de forma corriqueira pelo SEMAE/OP são decorrentes de entupimentos, degradação dos poços de visitas não dimensionados para suportar os volumes excessivos nos períodos chuvosos, quebra em função de afundamentos das vias ocasionados por tráfego de veículos, perdas de trechos de rede devido aos deslizamentos em áreas de risco e assoreamentos, principalmente.

Para um cálculo rápido, especulando que o consumo per capita de água (com as perdas) na cidade de Ouro Preto seja de aproximadamente 450 l/hab/dia, para uma perda no sistema de distribuição da ordem de 40%, obtém-se um consumo médio por habitante por dia de aproximadamente 270 litros. Considerando um coeficiente de retorno de esgotos sanitários de 0,8, o município necessitaria de tratar uma vazão aproximada de 193,5 l/s. Mas este valor pode não ser aquele que de fato a estação de tratamento de esgotos sanitários receberia.

Neste sentido deve-se refletir na condição a ser assumida para o dimensionamento de estações de tratamento de esgoto em cidades históricas como Ouro Preto, onde deve-se adotar com cautela os parâmetros típicos de projeto, visto os aspectos e características destes tipos de territórios urbanos possuem, por exemplo, a existência de várias redes mistas de esgotos e drenagem pluvial.

Na Tabela 1 é apresentada uma síntese das condições de alguns indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário avaliados neste trabalho quanto ao atendimento das metas propostas pela PLANSAB avaliadas, a partir da metodologia de classificação da ARSAE-MG.

Tabela 1: Resumo da situação dos indicadores avaliados no município de Ouro Preto.

CÓDIGO	INDICADOR	UNIDADE	CLASSIFICAÇÃO EM 2016
IN023	Índice de abastecimento urbano de água	%	< 91% - Insatisfatório
IN049	Índice de perdas na distribuição	%	> 41% - Insatisfatório
IN084	Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	%	> 0,7 e < 2,8% - Moderado
IN024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água	%	< 80% - Insatisfatório



Limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos

Quanto à limpeza urbana e ao manejo dos resíduos sólidos em Ouro Preto, a Prefeitura Municipal é responsável pelos resíduos domiciliares, comerciais (gerados em pequenas quantidades) e públicos. Os demais são de responsabilidade dos geradores e o município deve definir limites para pequeno e grande gerador.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente é responsável diretamente apenas pela administração do aterro e fiscalização geral dos serviços. Os demais serviços, por decisão dos órgãos gestores, são terceirizados, sendo a limpeza urbana do município, incluindo os serviços de coleta containerizada, transporte e disposição final dos resíduos sólidos da sede e dos distritos, além da capina e varrição e demais serviços correlatos à limpeza pública na sede, realizada atualmente pela empresa Quantum Engenharia e Consultoria LTDA - ME.

A população total atendida pelo serviço de coleta de resíduos domiciliares é de 66.640 habitantes (SNIS 2015), cerca de 90% da população do município. A distância média percorrida pelos caminhões entre os pontos de coleta no município e o aterro controlado é de, em média, 22 km. Os resíduos sólidos são dispostos em lixeiras distribuídas nas ruas, geralmente em frente às residências. Nos locais de difícil acesso por veículos (ruas ou escadarias), a população conduz o lixo até as lixeiras, onde as caminhonetas realizam a coleta.

Existe a cobrança da taxa de coleta, constante no Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana – IPTU, mas a cobrança da taxa de limpeza urbana não é realizada conforme determinação do Recurso Extraordinário – RE501876-AgR. Consta-se ainda que a arrecadação é insuficiente para cobrir os custos operacionais.

A partir de 2005, ano em que aconteceu a desativação do antigo lixão, foi necessária a melhoria das condições de trabalho dos catadores que ali atuavam em situações insalubres e inadequadas, através da readequação das associações. Dessa forma, passou a existir no município o serviço de coleta seletiva.

Atualmente, as associações de catadores são responsáveis pela coleta e comercialização dos materiais recicláveis com o apoio da prefeitura municipal, que repassa alguns benefícios, como salário complementar para os associados, balança de pesagem para os materiais, caminhonetes para coletas e cursos de capacitação, por exemplo. As secretarias municipais de Meio Ambiente e de Obras e Serviços Urbanos são responsáveis pela realização de campanhas de conscientização da população e pelo apoio com equipamentos e planejamentos na forma e local das coletas.

Existem três associações: Associação dos Materiais Recicláveis da Rancharia - ACMAR, Associação dos Catadores do Padre Faria e o Clube Maior Idade Renascer. A triagem, processamento e comercialização dos materiais recicláveis fica a cargo de cada associação. Segundo o SNIS (2015), a quantidade total de resíduos sólidos coletada pelas associações de catadores foi de 600 toneladas.

Observa-se que na área rural do município não é realizada a coleta de resíduos comum e nem a coleta seletiva de resíduos sólidos. Nas comunidades rurais, geralmente, os próprios moradores fazem a destinação através de queima ou enterro em pequenas valas.

Existe no município um Eco Ponto, localizado na região onde se concentram as pequenas, médias e grandes indústrias, próximo à rodovia dos Inconfidentes. Nele é realizado o recolhimento de pneus em um galpão, onde a população que recolhe os entrega de forma voluntária. O volume coletado é pequeno em relação à frota de veículos de Ouro Preto, equivalendo aproximadamente a uma carreta preenchida a cada quatro meses. Neste mesmo local, há um triturador para os vidros coletados pela ACMAR. O vidro moído é embalado e vendido às empresas recicladoras, proporcionando aos associados um rendimento extra. Se localiza ainda nesse local um pequeno depósito para lâmpadas de mercúrio provenientes da manutenção feita nos prédios públicos e de entrega voluntária.

O aterro controlado do município, denominado Aterro do Marzagão, foi construído em 1996 com a assessoria da Universidade Federal de Ouro Preto. Possui uma área de 12 hectares e se localiza nos terrenos da antiga Fazenda da Rancharia, em frente à fábrica da Companhia Paulista de Ferro Ligas. Atualmente, o aterro está em fase final de utilidade, necessitando assim de uma nova área ou implemento do consórcio intermunicipal para destinação em conjunto dos resíduos gerados.



Os serviços de coleta e destinação final de metade dos resíduos de saúde de geradores públicos e particulares são arcados pelo município. A outra metade fica a cargo dos próprios geradores. A fiscalização é realizada pelo Departamento de Limpeza Urbana (DLU) e pelo setor de Vigilância Ambiental (VIGIAMB). Segundo medições de pesagem da VIGIAMB, são produzidas aproximadamente 6 toneladas por mês de resíduos em saúde em todo o município.

Os serviços de varrição do município, de responsabilidade da Secretaria de Obras e Serviços Urbanos, são realizados pela empresa Quantum Engenharia e consultoria LTDA - ME e pela própria prefeitura de forma manual e mecanizada, com os resíduos ensacados, armazenados nos equipamentos de coletas e encaminhados ao aterro controlado.

A varrição é realizada de segunda a sábado nos bairros da área urbana, nas praças e nos distritos e, eventualmente, nas áreas onde ocorrem eventos. Segundo dados do plano de saneamento, estima-se que sejam coletadas 180 toneladas de resíduos provenientes de varrição por ano pela prefeitura e 56.820 m³ por mês por parte da empresa contratada. A empresa Quantum Engenharia e consultoria LTDA - ME realiza também os serviços de capina e roçagem da grama que cresce entre os poliedros da pavimentação. Os resíduos gerados por essa atividade são coletados e destinados à célula de sanitária de responsabilidade da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Drenagem pluvial

Quanto ao quesito drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, como consequência da urbanização do município de Ouro Preto, o comportamento do escoamento superficial das águas tem sofrido alterações substanciais, principalmente como decorrência da falta de planejamento e controle do uso do solo.

O mau aproveitamento do ambiente ocupado na cidade é um problema histórico, discutido por diversos autores, como cita por exemplo Tavares (2009). "Diversos problemas ambientais são identificáveis na região. Pode se afirmar, *lato sensu*, que há uma utilização predatória do meio físico e a exemplo pode-se nomear: o desperdício e sub-aproveitamento dos recursos hídricos, a contaminação e poluição dos mananciais e a existência de inúmeras áreas urbanas sob risco geológico, sendo muitas delas localizadas em antigas áreas mineradas."

Ainda segundo Tavares (2009), a ocupação desordenada dessas áreas antigamente mineradas, consideradas de elevado risco geológico, é responsável por diversos problemas no meio físico, como por exemplo as mudanças da topografia e drenagem, que acarretam modificações da taxa de infiltração e aumento do escoamento e erosão superficial, levando ao assoreamento de canais e galerias e dos cursos d'águas.

O município não apresenta nenhum plano de manutenção e ampliação das redes pluviais. Os serviços de limpeza são feitos conforme a demanda, o que ocasiona a ocorrência de diversas áreas caracterizadas pelo extravasamento das redes em função da sua obstrução, devido ao arraste de detritos, terras e lixo para seu interior. Também não existem análises constantes quanto às características químicas e biológicas dos pontos de lançamento dos emissários pluviais, necessárias para o conhecimento de suas condições, já que se tratam de pontos potenciais de poluição difusa, erosão e assoreamento de rios.

No ambiente urbano do município, são lançadas quantidades consideráveis de efluentes domésticos nas redes de drenagem, pois ainda não foram instaladas redes interceptoras que direcionariam os mesmos para o tratamento a jusante. Já no meio rural, observa-se a ocorrência de voçorocas causadas principalmente em decorrência da má utilização e ocupação do solo e devido ao tipo de terreno suscetível ou frágil existente na região do município.

O relevo da região propicia grandes velocidades ao escoamento pluvial, gerando erosões e voçorocas que carregam o material erodido para o leito dos rios e causam assoreamento e dificuldades na capacidade de captação de água. A ocupação de Áreas de Preservação Permanente também é problema recorrente em Ouro Preto e acontece há muito tempo, ocasionando vários deslizamentos e fendas com prejuízos intensos.

Existem sistemas de macrodrenagem receptores dos sistemas de microdrenagem distribuídos nas vias da cidade. Pequenos cursos d'água localizados dentro do perímetro urbano, como partes do Ribeirão do Funil no bairro Barra e no centro e do córrego Sobreiro no bairro Antônio Dias, foram canalizados ao longo do tempo



devido à forte urbanização às suas margens, geralmente nas chamadas áreas de inundação. Essa urbanização foi ocasionada, em muitos casos, pela falta de espaço para as construções devido ao relevo muito irregular da cidade. Além disso, deve se levar em conta o fato de se tratar de uma cidade secular, onde os sistemas construtivos foram instituídos de forma a ocupar todo o espaço possível.

A inexistência ou o subdimensionamento das redes de galerias de águas pluviais e as áreas de alagamento na cidade devido à falta de escoamento são algumas das principais deficiências do sistema de drenagem pluvial do município. Há também os problemas de erosão, causados pela grande quantidade de água escoada nos períodos de chuvas intensas, com velocidade capaz de desagregar grandes quantidades de solo nas margens dos rios receptores.

Ainda deve-se levar em conta a falta de manutenção, devido à grande dificuldade e monitorar o funcionamento da drenagem urbana, o que leva a entupimentos que podem causar umidade na base do pavimento, contaminação do solo, além de alagamentos e umidade na alvenaria das residências. Não há um cronograma de limpeza e desobstrução das galerias de águas pluviais. Essa limpeza ocorre de maneira pontual, à medida em que se tornam evidentes os problemas dessa natureza.

O sistema de microdrenagem da cidade abrange principalmente a área central. Nas ocupações dos morros, a rede de drenagem está instalada somente nas principais vias de acesso. A explicação é baseada no fato de se tratar de uma ocupação desordenada e sem critérios dessas áreas, o que leva à difícil implementação de projetos. Nesses locais, o escoamento das águas é feito através de soluções individuais pelos proprietários, que passam para o morador abaixo, e não existem dissipadores de energia. Os detritos são carreados superficialmente até encontrarem uma via servida de drenagem pública, e, quando atingem a tubulação existente, assoreiam e causam entupimentos, multiplicando os problemas.

A baixa abrangência da rede de esgoto, associada a uma coleta de lixo ineficiente e a um comportamento indisciplinado dos cidadãos devido à falta de educação ambiental, compromete a qualidade da água, possibilitando a proliferação de doenças, além de causar entupimento de bueiros e galerias, o que leva a ocorrência de inundações em alguns pontos da malha urbana, poluição, interferência no clima e problemas nos recursos hídricos de uma maneira geral.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A Lei Federal 11.445/07 institui que os municípios devem ter seus planos municipais de saneamento básico aprovados em audiência ou consulta pública, com reformulação a cada quatro anos. Neste sentido, no ano de 2013 o município de Ouro Preto apresentou o Plano Municipal de Saneamento Básico, com elaboração aprovada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

O documento apresentou a compilação de todos os produtos elaborados para o PMSB – OP, reunindo os estudos e planejamentos dos componentes do saneamento básico do município, em destaque o diagnóstico e a proposição de programas e ações para a melhoria dos sistemas.

Dessa forma, o PMSB-OP figura como componente consolidado através da Lei Municipal 934/2014 republicada em junho de 2016. No seu artigo 33 está explicitado que o anexo I do plano municipal de saneamento é parte integrante da lei.

Porém, ao contrário do estabelecido pela Lei Federal 11.445/07, não houve a reformulação do plano desde a sua apresentação. Nota-se ainda que não foi possível implementar todas as proposições de curto prazo, teoricamente, indicadas para acontecer entre 2014 e 2018. As razões do não cumprimento das metas são a crise econômica vivida no país, a não articulação dos meios logísticos e legais para oportunizar o cumprimento das diretrizes estabelecidas pela Lei 11.445/2007 e os complicadores históricos, como a inexistência da cobrança pelo consumo de água no município e passivos de gestões anteriores.

De uma forma geral, o panorama das condições do saneamento básico de Ouro Preto demonstra a carência do município quanto à gestão desses serviços, reforçando a ideia de que os quatro pilares do saneamento estão relacionados entre si de maneira complexa. A questão é agravada pelas condições peculiares de cidade histórica tombada pelo patrimônio e de geologia não propícia à ocupação e ao crescimento populacional obtido



com os anos, apresentando as dificuldades de execução, manutenção e gestão dos serviços de infraestrutura de saneamento básico observadas nos dias atuais.

O que se pode concluir com base nesses fatos é que a metodologia e abordagem para obter e discutir dados do diagnóstico do saneamento no município de Ouro Preto que fundamentou o plano municipal de saneamento vigente pode não ter considerado o aspecto histórico e característico da cidade de Ouro Preto.

Assim sendo, reforça-se a necessidade de uma reorganização integrada do saneamento básico do município por parte dos órgãos gestores. Deve ser levada em conta nesse aspecto a criação de instrumentos de gestão financeira, operacional e administrativa, de planejamento, regulação, controle e participação social, assim como a definição das atribuições e responsabilidades de cada entidade e dos agentes públicos envolvidos no processo, conforme proposto no próprio plano. Espera-se ainda que este estudo contribua para ressaltar a importância da consideração dos aspectos particulares da cidade para a reformulação do plano municipal de saneamento básico.

É importante salientar que deve ser dada continuidade a essa pesquisa para sistematizar as informações e assim contribuir com o monitoramento contínuo da implantação das diretrizes estabelecidas no plano municipal de saneamento básico.

De uma forma em geral acredita-se que devido às suas características diferenciadas em relação aos aspectos urbanísticos, culturais e ambientais determinados ao longo dos anos, as cidades históricas possuem desafios incomuns no que se refere à universalização adequada e sustentável do saneamento básico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARSAE-MG – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. *Nota Técnica Intergerencial nº 01/2017: Proposta de Indicadores e de Procedimentos de Avaliação*. Belo Horizonte, setembro de 2017.
2. BRASIL. Lei n.11.445, de 5 de janeiro de 2007 [Lei Nacional de Saneamento Básico]. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as leis n.6.766, de 19 de dezembro de 1979, n.8.036, de 11 de maio de 1990, n.8.666, de 21 de junho de 1993, n.8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a lei n.6.528, de 11 de maio de 1978; E dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p.3. 5 jan. 2007.
3. FONSECA, Alberto de Freitas Castro. *Controle e uso da água da Ouro Preto dos séculos XVIII e XIX*. 2004. 127f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – MG, 2004.
4. FONSECA, Alberto; PRADO FILHO, José Francisco do. *Ouro Preto, Água Limpa: O Abastecimento Doméstico de Água no Epicentro do Ciclo do Ouro*. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.13 n.3, jul-set 2008, p.177-188.
5. FONSECA, Alberto; PRADO FILHO, José Francisco do. *Um esquecido marco do saneamento no Brasil: o sistema de águas e esgotos de Ouro Preto (1887- 1890)*. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.17, n.1, jan.-mar. 2010, p.51-66.
6. GOMES et. al. *Uso de técnicas de geoprocessamento no zoneamento de áreas de risco de escorregamento em Ouro Preto – MG*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1., 2007., Florianópolis. Anais. Florianópolis: INPE, p. 2681 – 2688.
7. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil em síntese – Ouro Preto. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ouro-preto/panorama>>. Acesso em: 9 de maio de 2018.
8. IPHAN. *Patrimônio Material – Ouro Preto*. Disponível em <<http://portal.iphan.gov.br/mg/pagina/detalhes/1293>>. Acesso em: 9 de maio de 2018.
9. OURO PRETO. Lei Municipal Nº 934 de 23 de dezembro de 2014. Dispõe sobre a política municipal de saneamento básico, reformula o conselho municipal de saneamento, cria o fundo municipal de saneamento e dá outras providências. Câmara de Vereadores de Ouro Preto.
10. OURO PRETO. Localização. Prefeitura Municipal de Ouro Preto. Disponível em: <<http://www.ouropreto.mg.gov.br/localização>> Acesso em: 9 de maio de 2018.
11. OURO PRETO. *Plano Municipal de Saneamento Básico de Ouro Preto: Produto 2 – Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico*. Ouro Preto, MG: Agência Peixe Vivo – CBH Rio das Velhas, 2013. 313 p.



12. MINISTÉRIO DAS CIDADES – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. *Plansab – Plano Nacional de Saneamento Básico (versão para apreciação do CNS, CONAMA, CNRH e CONCIDADES)*. Brasília, maio de 2013.
13. RODRIGUES, Aline S. de Lima; MALAFAIA, Guilherme; CASTRO, Paulo T. Amorim. *Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto – MG através de um protocolo de avaliação rápida*. REA – Revista de estudos ambientais, v.10, n. 1, p. 74-83, jan./jun. 2008.
14. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Série Histórica. Disponível em: <<http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/>> Acesso em: 9 de maio de 2018.
15. TAVARES, R. B. *Ordenamento territorial e impacto ambiental: riscos geológicos em área de preservação arqueológica mineira com ocupação desordenada. Exemplo de Ouro Preto, Minas Gerais*. In: A Estrada Real e a transferência da corte portuguesa: Programa RUMYS - Projeto Estrada Real. Rio de Janeiro: CETEM/MCT/CNPq/CYTED, 2009. p.110-140.