

I-029 - CARACTERIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE PARALISAÇÕES COM POTENCIAL DE CAUSAR DESCONTINUIDADE EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS

Misael Dieimes de Oliveira ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Analista Fiscal e de Regulação da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (Arsae-MG), na Gerência de Informações Operacionais. E-mail: misaeldieimes@gmail.com.

Lucas Marques Pessoa ⁽²⁾

Engenheiro Ambiental e Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Analista Fiscal e de Regulação da Arsae-MG, na Gerência de Fiscalização Operacional. E-mail: lucasm.pessoa@yahoo.com.br.

Otávio Henrique Campos Hamdan ⁽³⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Analista Fiscal e de Regulação da Arsae-MG, na Gerência de Informações Operacionais. E-mail: camposhamdan@yahoo.com.br.

Endereço ⁽¹⁾: Rodovia Papa João Paulo II, nº 4001. Edifício Gerais, 12º andar. Belo Horizonte – Minas Gerais – CEP 31630-901 – Brasil. Tel.: (31) 3915-8148.

RESUMO

As paralisações nos sistemas de abastecimento de água podem gerar vários impactos, principalmente aos usuários. O conhecimento dessas ocorrências é importante para subsidiar a prestação do serviço segundo o princípio da continuidade. Nesse contexto, o objetivo principal deste estudo é caracterizar a ocorrência de paralisações em sistemas de abastecimento de água em municípios de Minas Gerais. O estudo baseou-se em relatórios mensais de paralisações ocorridas entre junho de 2015 e maio de 2018, totalizando cerca de 12 mil registros e abrangendo 423 dos 853 municípios do estado. A análise da série histórica não apontou tendências estatisticamente significativas de aumento ou de redução do número, duração total e duração média das ocorrências. Comparando grupos de municípios segundo o porte populacional, observou-se que nos municípios com até 5 mil habitantes o número médio de paralisações a cada 10 mil hab. é aparentemente maior dos que nos municípios mais populosos. Além disso, nos municípios de menor porte a duração média das paralisações é mais variável. Entretanto, nem o número médio de paralisações a cada 10 mil hab. nem a duração média das paralisações apresentaram associações estatisticamente significativas com a população dos municípios. A maioria das paralisações teve duração entre 12 h e 24 h, representando 71% do total de ocorrências. Destacaram-se as paralisações com duração superior a 48 h, com maior potencial causar impactos negativos sobre os usuários e sobre o sistema de distribuição, alcançando 8% do total de ocorrências. Analisando a distribuição das paralisações ao longo do dia, observou-se que, em geral, não houve preferência por algum período diário para a ocorrência de intervenções nos sistemas de abastecimento de água. A correção de vazamento foi a causa mais comum para as paralisações (34%), seguida da baixa disponibilidade hídrica (20%), manutenção preventiva (19%) e manutenção corretiva (14%). As paralisações para correção de vazamento foram mais comuns em municípios com mais de 20 mil habitantes do que nos municípios de menor porte, com até 10 mil habitantes. Já as paralisações motivadas por racionamento apresentaram comportamento oposto, sendo mais comuns em municípios de pequeno porte. A partir dos resultados deste estudo, espera-se contribuir para que os prestadores tenham mais informações para tomada de decisão e realização de paralisações em sistemas de abastecimento de água e, consequentemente, para a melhoria da operação dos sistemas.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento, paralisação, interrupção, intermitência, descontinuidade.

INTRODUÇÃO

A ampliação e a manutenção de sistemas de abastecimento de água frequentemente requerem que algumas de suas etapas tenham a operação cessada para que intervenções possam ser realizadas pelo prestador de serviço. Tais intervenções são motivadas pelas mais diversas razões como, por exemplo:

- Descarte de lodo de floculador e de decantador de estação de tratamento de água;
- Manutenção de trecho de adutora;
- Limpeza e desinfecção de reservatório de água tratada;
- Substituição de conjunto motobomba em estação elevatória;
- Instalação de válvula redutora de pressão;
- Início de operação de novos trechos de rede para ampliação do sistema.

Os exemplos listados acima configuram ações que podem ser previstas e programadas pelo prestador de serviços. Por outro lado, há paralisações nos sistemas que são motivadas por fatores externos à gestão do prestador, como queda no fornecimento de energia elétrica para alimentação dos conjuntos motobomba ou rompimento de adutoras. Apesar dos impactos desses eventos poderem ser mitigados pela ação tempestiva e adequada do prestador, não é possível comunicar previamente à população sobre sua ocorrência, sendo enquadradas como paralisações emergenciais.

Em virtude de limitações técnicas, estratégias de operação e casos fortuitos ou de força maior, as paralisações nos sistemas de abastecimento de água podem gerar vários impactos, principalmente aos usuários. Dentre esses impactos, merecem destaque:

- Danos às tubulações por colapso devido ao esvaziamento e descompressão da rede de abastecimento;
- Contaminação da água distribuída devido à entrada de água do solo para dentro da rede através de rachaduras e junções danificadas na tubulação;
- Piora da qualidade devido à desidratação, alteração de volume e desprendimento do biofilme formado na superfície interna das tubulações;
- Entrada de ar na rede de distribuição e aumento indevido dos volumes apurados nos hidrômetros;
- Desabastecimento da população; e
- Busca por outras fontes de água de qualidade eventualmente inferior.

Independentemente de as paralisações serem programadas ou emergenciais, todas têm o potencial de causar a descontinuidade do abastecimento do usuário. Nesse aspecto, é comum o uso indistinto dos termos paralisação, intermitência e interrupção. No Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Snis) há duas definições, relacionadas a paralisação e intermitência. Já na Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº 5, de 28 de setembro de 2017, são definidos os termos interrupção e intermitência. Os conceitos são os seguintes:

- Paralisação (código X110, do Snis): interrupção no fornecimento de água ao usuário pelo sistema de distribuição, por problemas em qualquer das unidades do sistema de abastecimento, desde a produção até a rede de distribuição, que tenham acarretado prejuízos à regularidade do abastecimento de água. Inclui, dentre outras, as interrupções decorrentes de reparos e queda de energia. Para efeito do Snis consideram-se paralisações somente as interrupções que tenham acarretado 6 horas ou mais de interrupção no fornecimento de água (BRASIL, 2019).
- Intermitência prolongada (código X085, do Snis): supressão no fornecimento de água da rede de distribuição do município por problemas de produção, de pressão na rede, de subdimensionamento das canalizações, de manobra do sistema, dentre outros, que provoca racionamento ou rodízio, decorrente de interrupção sistemática, normalmente prolongada. Para efeito do SNIS consideram-se intermitência prolongada somente às interrupções que tenham acarretado 6 horas ou mais de interrupção no fornecimento de água (BRASIL, 2019).
- Intermitência (Portaria de Consolidação nº 5/2017): é a interrupção do serviço de abastecimento de água, sistemática ou não, que se repete ao longo de determinado período, com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência (BRASIL, 2017).
- Interrupção (Portaria de Consolidação nº 5/2017): situação na qual o serviço de abastecimento de água é interrompido temporariamente, de forma programada ou emergencial, em razão da necessidade de se efetuar reparos, modificações ou melhorias no respectivo sistema (BRASIL, 2017).

As duas fontes citadas são de conhecimento geral no setor de saneamento: o Snis, por se tratar de um sistema de informações em âmbito nacional consolidado ao longo de mais de 20 anos, e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, por definir o padrão de potabilidade da água para consumo humano no território brasileiro. Apesar da relevância, percebe-se que as definições não são tão claras, sendo comum o uso indistinto dos termos.

Para estabelecer uma base comum para este estudo, foram adotadas duas definições próprias:

- Paralisação: cessação do funcionamento de parte ou do todo de unidade(s) do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, podendo se estender desde a produção até a rede de distribuição, que pode ou não provocar descontinuidade no abastecimento;
- Descontinuidade: cessação do fornecimento de água ao usuário no ponto de ligação entre o sistema, ou solução alternativa de abastecimento, e o imóvel.

As duas definições não se atêm às causas ou à duração das ocorrências e, justamente por isso, são mais simples e abrangentes. A distinção entre a paralisação e a descontinuidade é essencial para o monitoramento e caracterização, uma vez que as paralisações podem ser delimitadas espacialmente e temporalmente pelo prestador de serviços. Já a descontinuidade, apesar de se referir ao impacto direto ao usuário, não pode ser delimitada com precisão pelo prestador, uma vez que depende da percepção dos usuários ou da existência de instrumentos de medição distribuídos sistematicamente por toda a rede de distribuição.

A caracterização das paralisações é importante para subsidiar a prestação do serviço de abastecimento de água obedecendo ao princípio da continuidade, conforme art. 17 do Decreto Federal nº 7.217/2010 (BRASIL, 2010), que regulamenta a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007). O conhecimento da distribuição espacial e temporal, das causas e duração permite que os procedimentos de intervenção nos sistemas sejam ajustados para reduzir os impactos gerados sobre os usuários e sobre o próprio sistema de abastecimento.

OBJETIVO

O objetivo principal deste estudo é caracterizar a ocorrência de paralisações em sistemas de abastecimento de água em municípios de Minas Gerais. Como objetivos específicos, procurou-se:

- Avaliar possíveis tendências temporais de ocorrência de paralisações;
- Avaliar se há associação entre o porte dos municípios e a ocorrência de paralisações;
- Caracterizar a duração das paralisações;
- Investigar a distribuição das paralisações ao longo do dia;
- Identificar as causas mais frequentes de paralisações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta de dados

Foram utilizadas informações sobre paralisações obtidas junto à Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (Arsae-MG). Tais informações constituem relatórios mensais recebidos de dois prestadores de serviços regulados: a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), que atende a 591 municípios, e sua subsidiária, a Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S. A. (Copanor), que atende a 49 municípios.

Nos relatórios são registradas, via de regra, apenas paralisações com duração igual ou superior a 12h em atendimento à norma da agência reguladora, a Resolução Arsae-MG nº 40/2013, artigos 105 e 107 (ARSAE-MG, 2013). Outro fator motivador para que as paralisações de menor duração não fossem consideradas neste estudo foi o fato de terem menor potencial para causar descontinuidade do abastecimento. A existência de reservatórios de água tratada integrados nos sistemas de distribuição e o tradicional uso de reservatórios domiciliares (caixas d'água) reduzem a possibilidade de a população ser impactada por paralisações relativamente curtas, com duração de poucas horas.

Foram utilizadas informações sobre paralisações realizadas no período de junho de 2015 a maio de 2018, totalizando quase 12 mil ocorrências e abrangendo 423 dos 853 municípios do estado. Para cada paralisação estão disponíveis:

- Nome do prestador de serviço;
- Código do distrito municipal;
- Nome do distrito municipal;
- Motivo da paralisação;
- Data e hora de início;
- Data e hora de término.

Procedimentos de análise

Para avaliar a existência de tendência de aumento ou de redução na ocorrência de paralisações ao longo dos meses, foram calculados para cada município o número de paralisações, a duração total de paralisações (calculado pelo somatório da duração das paralisações no mês) e a duração média de paralisações (calculado pela razão entre a duração total e o nº de paralisações no mês). Cada uma dessas três variáveis compôs uma série histórica de 36 meses (período de junho de 2015 a maio de 2018) e foi submetida à análise de regressão linear simples. Os três modelos de regressão foram avaliados quanto ao coeficiente de determinação e nível de significância estatística dos coeficientes linear (intercepto) e angular.

A associação entre o porte dos municípios e a ocorrência de paralisações foi estudada por meio de regressão linear simples. Em dois modelos de regressão linear simples avaliados foram adotadas duas variáveis dependentes: o número de paralisações a cada 10 mil habitantes e a duração média das paralisações em cada município. Como variável independente, foi considerada a população urbana estimada (IBGE, 2017). Em análise complementar, os municípios foram divididos em seis grupos, de acordo com faixas de população urbana definidas conforme os limites usualmente adotados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), considerando os seguintes pontos de corte: 5 mil, 10 mil, 20 mil, 50 mil e 100 mil habitantes.

A duração das paralisações foi caracterizada por meio da análise de distribuição de frequência considerando 25 intervalos: os 24 primeiros com duração regular de 2h, se estendendo de zero a 48h, e o último intervalo contemplando paralisações com duração superior a 48h. Nessa caracterização foi também incluída uma análise gráfica com o percentual acumulado para o número de paralisações no sentido crescente dos intervalos de duração.

Para investigar a distribuição das paralisações de acordo com o período do dia, foram adotados 12 intervalos, cada um com 2 horas, o primeiro iniciando à zero hora e o último terminando às 23h:59min do dia de referência. A partir dos dados de dia e hora de início e dia e hora de término da paralisação, o tempo de paralisação foi distribuído ao longo desses intervalos a fim de quantificar o número de horas em que ocorreram paralisações especificamente em cada intervalo do dia de referência. Este procedimento foi realizado para cada uma das 11.753 paralisações que juntas resultaram em 380.555 horas de paralisação em sistemas de abastecimento de água dos 423 municípios analisados.

Por fim, para estudar as causas das paralisações, foram avaliados os motivos reportados pelos prestadores para cada ocorrência. Como esta informação é de preenchimento livre, sem justificativa pré-definida, foram definidos tipos padrão aproximados para permitir a análise estatística de distribuição de frequência.

RESULTADOS OBTIDOS

Tendências de ocorrência de paralisações

As séries históricas de 36 meses para os indicadores número, duração total e duração média de paralisações apresentaram grande variabilidade ao longo do tempo, conforme observado na Figura 1. Esse comportamento dificulta concluir sobre a existência de tendências de aumento ou redução a partir de uma análise puramente visual. Por isso foram utilizadas técnicas estatísticas para avaliar a alteração do comportamento médio ao longo do tempo considerando a variabilidade mensal inerente a cada indicador.

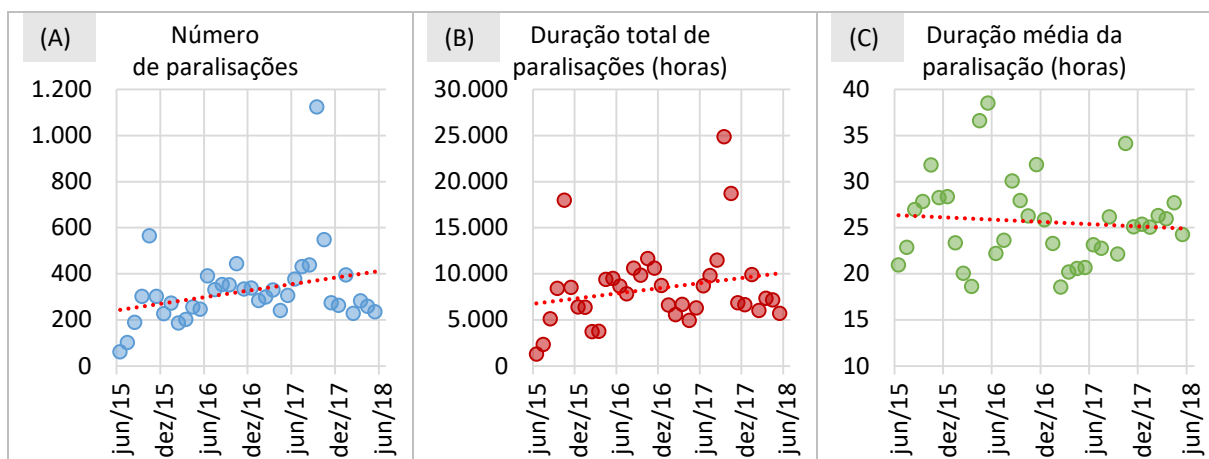


Figura 1. Número, duração total e duração média de paralisações no abastecimento de água em municípios atendidos por Copanor e Copasa

As três regressões lineares simples, modeladas com 36 dados cada uma, não indicaram tendências significativas de aumento ou de redução do número mensal de paralisações, do tempo mensal de paralisações ou da duração média de paralisação. Nos três casos, o valor p do coeficiente angular foi maior que o limite de 5% e o poder explicativo da regressão (R^2) foi baixo (máximo de 5,4%). Ou seja, as características das paralisações expressas pelos três indicadores se mantiveram constantes ao longo dos 36 meses avaliados.

Tabela 1. Resultados das regressões lineares para tendências de variação na ocorrência de paralisações

Informação	Número de paralisações	Duração total das paralisações (horas)	Duração média de paralisações (horas)
Teste de normalidade			
Estatística	0,739	0,842	0,943
Valor p	< 0,001	< 0,001	0,062
Regressão linear			
Coeficiente de determinação (R^2)	0,054	0,024	0,022
Valor p do intercepto	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Valor p do coeficiente angular	0,179	0,377	0,397
Intercepto	261,60	7.384,55	27,07
Coeficiente angular	3,81	65,99	-0,07

Associação entre o porte dos municípios e a ocorrência de paralisações

A avaliação do número de paralisações em relação à população urbana mostrou que nos municípios com até 5 mil habitantes a ocorrência de paralisações é proporcionalmente maior que nos municípios maiores, conforme Figura 2. Porém, nos grupos de municípios com população a partir de 5 mil habitantes não foi observada diferença considerável entre os grupos.

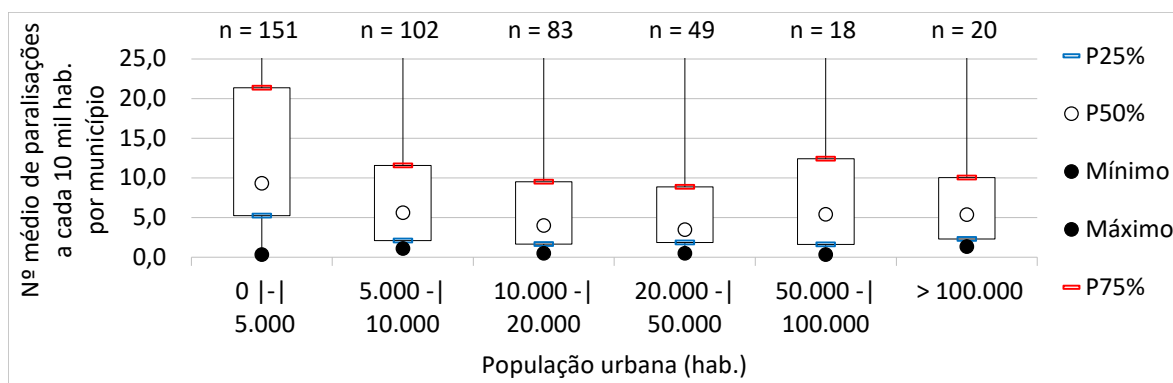


Figura 2. Número médio de paralisações a cada 10 mil habitantes, por município, segundo a faixa de população urbana

Na análise realizada substituindo o número médio de paralisações pela duração média das paralisações, o maior destaque foi para a variabilidade desta informação. Nos grupos de menor porte populacional, a variabilidade da duração média das paralisações foi gradativamente maior ao passo que nos grupos de municípios com maior população, a partir de 20 mil, a variabilidade foi consideravelmente menor, conforme Figura 3. Essa diferença indica que nos municípios mais populosos provavelmente há maior preocupação e empenho do prestador em limitar a duração da paralisação. Por outro lado, é possível também que a existência de mais municípios nos grupos de menor porte populacional (menos de 20 mil hab.) tenha contribuído para aumentar a variabilidade observada.

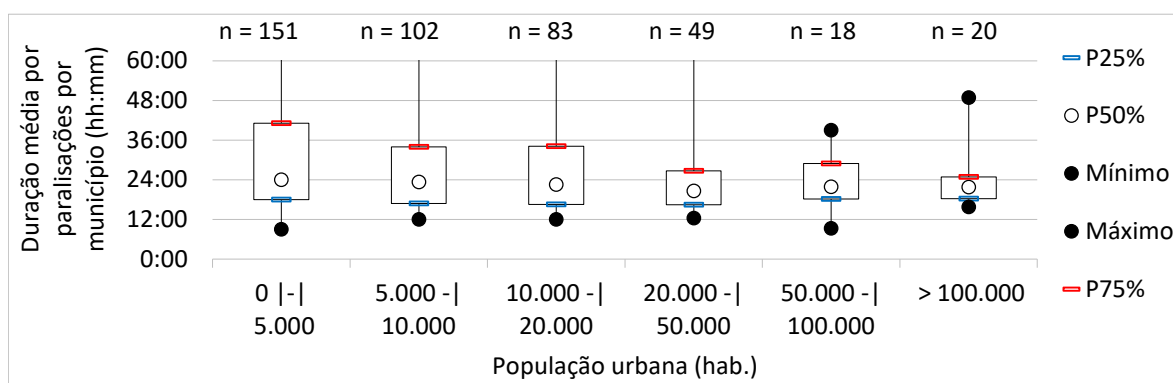


Figura 3. Duração média de paralisações, por município, segundo a faixa de população urbana

As duas regressões lineares simples, cada uma modelada com dados de 423 municípios, não indicaram diferenças significativas no número médio de paralisações a cada 10 mil habitantes ou na duração média das paralisações por município. Em ambos os casos, o valor p do coeficiente angular foi maior que o limite de 5% e o poder explicativo da regressão (R^2) foi baixo, conforme Tabela 2. Desse modo, em termos estatísticos, não foi observada associação significativa entre o número de habitantes e o número médio de paralisações a cada 10 mil habitantes ou a duração média das paralisações por município.

Tabela 2. Resultados das regressões lineares para avaliar tendências de variação na ocorrência de paralisações

Informação	Nº de paralisações por 10.000 hab.	Duração média por paralisação (horas)
Teste de normalidade		
Estatística	0,130	< 0,001
Valor p	0,369	< 0,001
Regressão linear		
Coeficiente de determinação (R^2)	< 0,001	0,002
Valor p do intercepto	< 0,001	< 0,001
Valor p do coeficiente angular	0,668	0,381
Intercepto	20,28	34,97
Coeficiente angular	$-1,52 \times 10^{(-05)}$	$-1,53 \times 10^{(-05)}$

Caracterização da duração das paralisações

A maioria das paralisações (71%) têm duração entre 12h e 24h. Todavia, foram observadas paralisações com duração superior a 48h (dois dias), abrangendo 8% das ocorrências. Quanto maior a duração da paralisação, maior a probabilidade de descontinuidade e maior a dificuldade de os usuários se prepararem para o período de desabastecimento, mesmo que haja comunicação prévia. Os impactos decorrentes das paralisações também se agravam à medida que aumenta a duração da paralisação. Por isso, é essencial que o prestador de serviços tenha à disposição um plano de emergência e contingência a fim de que possa executar prontamente ações mitigadoras, como a realização de manobras na rede ou o abastecimento por meio de caminhões-pipa.

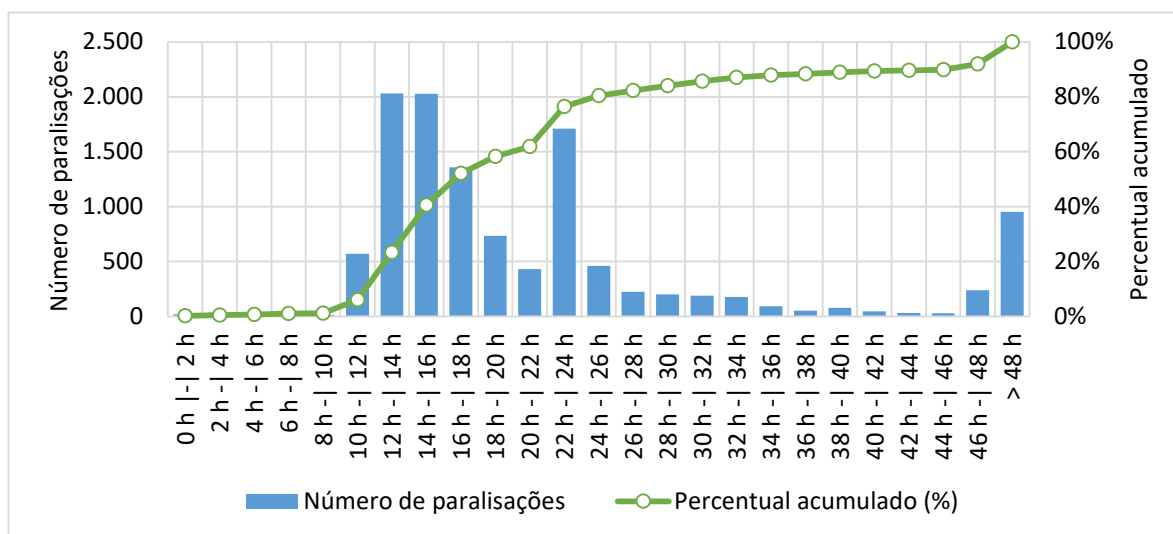


Figura 4. Duração média de paralisações, por município, segundo a faixa de população urbana

Distribuição das paralisações ao longo do dia

A partir da investigação da distribuição das paralisações ao longo do dia, observou-se que, em geral, não há preferência por algum período do dia para a ocorrência de intervenções nos sistemas de abastecimento de água. Conforme apresentado na Figura 4, nos grupos de municípios com população até 50 mil habitantes (385 municípios) o perfil diário de paralisações é muito semelhante. Nos municípios com população entre 50 mil e 100 mil é nítida a menor ocorrência de paralisações entre as 22h e 6h e maior a ocorrência entre as 10h e 22h. Já nos municípios com população superior a 100 mil habitantes, a ocorrência de paralisações no período entre as 12h e 20h é ligeiramente menor.

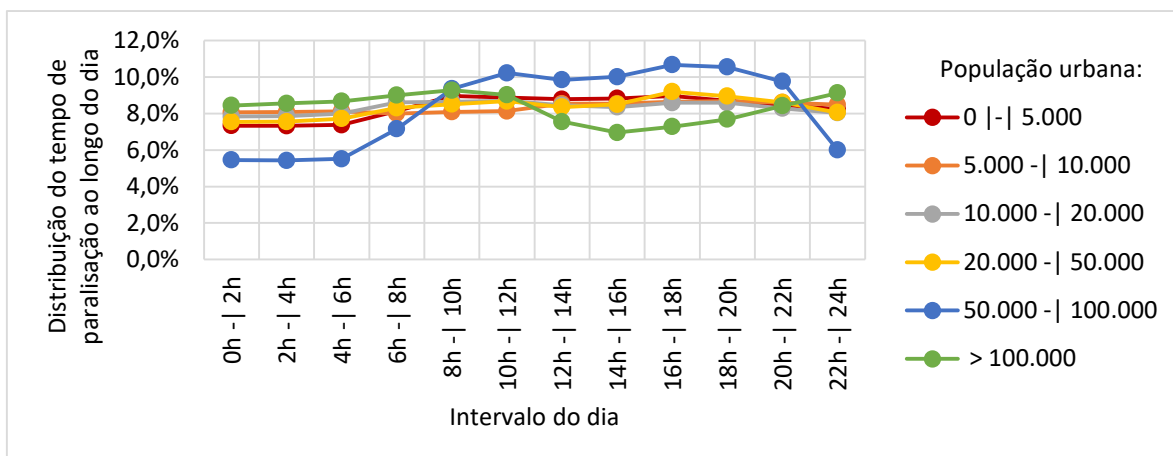


Figura 5. Número médio de paralisações a cada 10 mil habitantes, por município, segundo a faixa de população urbana

Causas mais frequentes de paralisações

Observou-se que a correção de vazamento foi a causa mais comum para as paralisações (34%), seguida da baixa disponibilidade hídrica (20%), manutenção preventiva (19%) e da manutenção corretiva (14%), conforme Figura 3. Chama a atenção a influência que a disponibilidade hídrica tem sobre a operação dos sistemas de abastecimento. Trata-se de um fator externo, sujeito a outros usos à montante e às condições climáticas e geológicas, mas cuja captação para consumo humano pode e deve ser planejada para permitir o fornecimento de água em qualidade e continuidade. Outro fator externo, a interrupção do fornecimento de energia elétrica, foi responsável por aproximadamente uma em cada 10 paralisações ocorridas (8,5%).

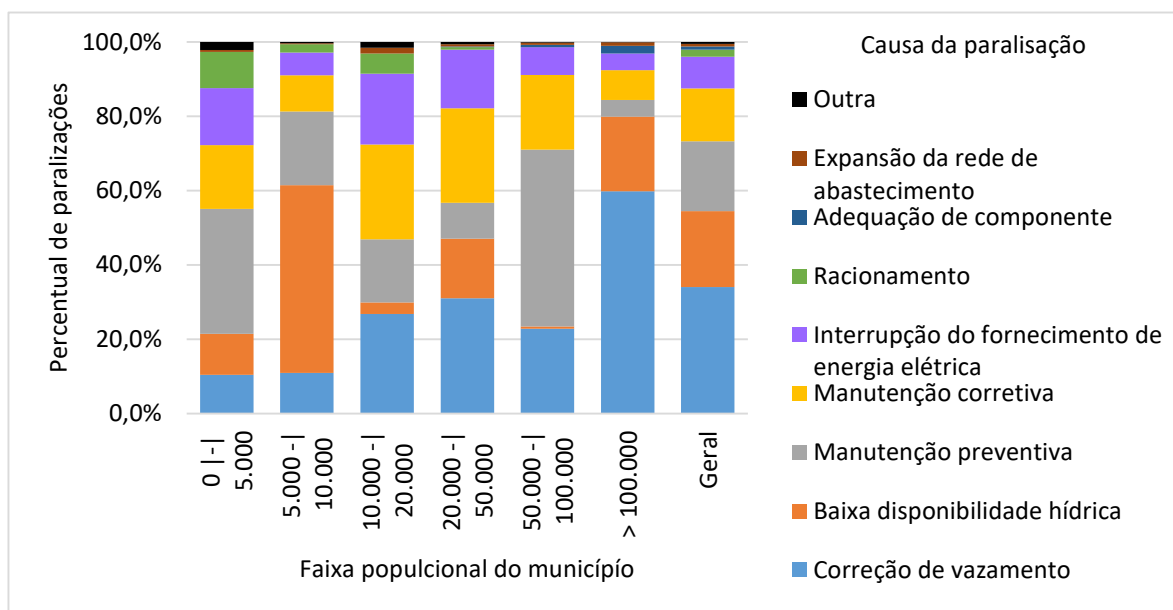


Figura 6. Causas mais frequentes de paralisação segundo porte do município

Quando comparadas as paralisações ocorridas em municípios de diferentes portes populacionais, foram observadas algumas diferenças. As paralisações por correção de vazamento foram mais comuns em municípios com mais de 20 mil habitantes do que nos municípios de menor porte, com até 10 mil habitantes. Uma hipótese provável é a de que a maior complexidade, idade e variação de pressão geralmente observadas em redes de abastecimento mais extensas favoreça a ocorrência de vazamentos.

Já as paralisações motivadas por racionamento apresentaram comportamento oposto, sendo mais comuns em municípios de pequeno porte e aliadas eventualmente a um planejamento deficiente. Nesse contexto, frequentemente um único manancial é suficiente para atender à demanda do município, dispensando a operação de sistemas de forma integrada e sem opções complementares de abastecimento. Com isso, nos eventos de escassez hídrica, há menos alternativas de mananciais em operação para suprir o déficit das captações afetadas por estiagens.

Por fim, é necessário mencionar que quando a baixa disponibilidade hídrica incorre em paralisações no sistema de abastecimento de água pode-se assumir que há racionamento. Porém, como o motivo das paralisações são autodeclarados pelo prestador de serviços, não foi possível identificar com clareza os motivos que levaram os prestadores a adotar tal diferenciação. Assim, preferiu-se manter as duas categorias separadas.

CONCLUSÕES

A análise da série histórica, composta por cerca de 12 mil paralisações, não apontou tendências estatisticamente significativas de aumento ou de redução do número, duração total e duração média das ocorrências registradas entre junho de 2015 e maio de 2018. Comparando grupos de municípios segundo o porte populacional, observou-se que nos municípios com até 5 mil habitantes o número médio de paralisações a cada 10 mil hab. é aparentemente maior dos que nos municípios mais populosos. Além disso, nos municípios de menor porte a duração média das paralisações é mais variável. Entretanto, nem o número médio de paralisações a cada 10 mil hab. nem a duração média das paralisações apresentaram associações estatisticamente significativas com a população dos municípios.

A maioria das paralisações teve duração entre 12h e 24h, representando 71% do total de ocorrências. Destacaram-se as paralisações com duração superior a 48h, com maior potencial causar impactos negativos sobre os usuários e sobre o sistema de distribuição, alcançando 8% do total de ocorrências. Analisando a distribuição das paralisações ao longo do dia, observou-se que, em geral, não houve preferência por algum período diário para a ocorrência de intervenções nos sistemas de abastecimento de água. A correção de vazamento foi a causa mais comum para as paralisações (34%), seguida da baixa disponibilidade hídrica (20%), manutenção preventiva (19%) e manutenção corretiva (14%). As paralisações para correção de

vazamento foram mais comuns em municípios com mais de 20 mil habitantes do que nos municípios de menor porte, com até 10 mil habitantes. Já as paralisações motivadas por racionamento apresentaram comportamento oposto, sendo mais comuns em municípios de pequeno porte.

O conhecimento das causas mais frequentes e da distribuição das paralisações ao longo do dia permitem, respectivamente, o planejamento de manutenções proativas e sistemáticas e a programação destas ações em horários nos quais os impactos aos usuários sejam menores. Já o perfil de duração das ocorrências é essencial para fundamentar normas reguladoras e de controle interno que disciplinem realização de paralisações nos sistemas. A partir dos resultados deste estudo, espera-se contribuir para que os prestadores tenham mais informações para tomada de decisão e realização de paralisações em sistemas de abastecimento de água e, consequentemente, para a melhoria da operação dos sistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (ARSAE-MG). Resolução nº 40, de 3 de outubro de 2013. Estabelece as condições gerais para prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário regulados pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - Arsaem-MG. Belo Horizonte, 2013.
2. BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 22 jun. 2010, p. 1 (edição extra).
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX: Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Origem: PRT MS/GM 2914/2011). Diário Oficial da República Federativa do Brasil: Brasília-DF, 2017. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html>. Acesso em: 02 out. 2018.
4. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento (SNS). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017. Brasília: SNS/MDR, 2019. 226 p.: il. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 25 mar. 2019.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2017. 2017. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/default.shtm>>. Acesso em: 04 out. 2018.