

IV-090 – IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS CRÍTICOS DE POLUIÇÃO NAS REGIÕES DO ALTO, MÉDIO E BAIXO CURSO DO RIO DAS VELHAS

Giovanna Moura Calazans⁽¹⁾

Engenheira Ambiental (UNIFEMM); Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG)

Anna Flávia Almeida Perini⁽²⁾

Acadêmica de Engenharia Ambiental - UFMG

Elizângela Pinheiro da Costa⁽³⁾

Engenheira Ambiental (UFMG); Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – UFMG

Sílvia Maria Alves Corrêa Oliveira⁽⁴⁾

Prof^{ra}. Dr^a. Dept^o. Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG

Endereço⁽⁴⁾: UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627. Escola de Engenharia. DESA., Belo Horizonte – MG, Brasil.
Tel.: +55 (31) 3409-3645. Fax: +55 (31) 3409-1879 - e-mail: silvia@desa.ufmg.br

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio das Velhas é uma das principais sub-bacias do rio São Francisco em termos de contribuição hídrica e a que mais impacta negativamente a qualidade das águas deste. O uso e ocupação do solo na área de drenagem da bacia varia ao longo de sua extensão, o que aponta diferentes fontes de poluição na qualidade das águas. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar as diversas pressões ambientais nos três trechos da bacia do rio das Velhas (Alto, Médio e Baixo curso), por meio da análise de violação dos parâmetros amostrados na rede de monitoramento do IGAM entre julho/2008 a dezembro/2013, identificando as áreas mais críticas de poluição da bacia. Foram identificados dezoito parâmetros críticos (que apresentaram 50% ou mais de violação no período de estudo). A região do Alto e Médio Velhas são as regiões mais impactadas por esgoto doméstico, principalmente devido a localização da Região Metropolitana de Belo Horizonte, área de intensa urbanização e industrialização. A região do Baixo Velhas é caracterizada principalmente por áreas de agricultura, cujas estações obtiveram menos parâmetros críticos. As estações de monitoramento AV320 e SC03 (Alto curso) e as estações SC14, SC25, SC26, SC19, BV154, BV156 e SC16 (Médio curso), foram destacadas como as que se localizam nas regiões mais impactadas da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas (RMBH e a jusante). As estações de monitoramento BV143, BV144, BV161 e BV162, que representam afluentes do rio das Velhas no Médio Velhas, possuem a melhor qualidade da água da bacia, com base na análise de parâmetros críticos.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia do rio das Velhas, Violações, Qualidade da água, Monitoramento.

INTRODUÇÃO

A qualidade das águas superficiais de uma bacia hidrográfica apresenta características físicas, químicas e biológicas decorrentes de processos naturais e de atividades antrópicas em sua área de drenagem. Esta última e o consequente uso inadequado do solo contribuem expressivamente com o aporte de sedimentos e contaminantes nos cursos d'água. O monitoramento de parâmetros de qualidade da água é fundamental para o conhecimento da atual situação dos recursos hídricos e das modificações ocorridas com o tempo, o que permite a identificação das principais fontes de poluição (FINOTTI *et al.*, 2009; MENDIGUCHÍA *et al.*, 2004).

Com os resultados do monitoramento, é possível representar a variabilidade espacial da qualidade da água e destacar áreas prioritárias para ações de gestão para melhorias (STROBL e ROBILLARD, 2008). Essas áreas, em geral, apresentam parâmetros com elevadas concentrações, acima dos limites preconizados pela legislação ambiental vigente e que, portanto, são os principais responsáveis pela degradação do curso d'água monitorado. A avaliação das violações dos parâmetros monitorados fornece suporte à fiscalização e subsidia políticas públicas.

No Brasil, os padrões de qualidade para os corpos d'água são fixados pela Resolução CONAMA 357/2005, que determina as concentrações de parâmetros de químicos, físicos e microbiológicos aceitáveis em função da

classe de enquadramento do corpo d'água. O enquadramento dos cursos d'água em classes é um dos instrumentos da política nacional e estadual de recursos hídricos, que visa estabelecer metas de qualidade para estes a fim de assegurar os usos preponderantes estabelecidos, tais como abastecimento, proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, dentre outros. As águas doces são classificadas em cinco classes de usos preponderantes: classe especial, I, II, III e IV.

Em Minas Gerais, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008 define os padrões para a qualidade das águas superficiais, com base na sua classe de enquadramento. O monitoramento das águas no estado é coordenado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) desde 1997. Em 2013, a rede de monitoramento contava com 544 estações de amostragem fixas e outras 44 estações pertencentes à rede dirigida, localizadas em áreas onde as pressões ambientais são mais predominantes (IGAM, 2013a). Das dezessete bacias hidrográficas monitoradas pelo IGAM, dez são sub-bacias do rio São Francisco, a terceira maior bacia do país, e que se encontra em alto grau de degradação.

Na sub-bacia do rio das Velhas, correspondente à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) SF5, está localizado o maior afluente do rio São Francisco em extensão (802 Km), um dos principais em termos de contribuição hídrica, e o que mais afeta negativamente a qualidade de suas águas (PEREIRA *et al.*, 2007). Por isso, o acompanhamento sistemático da qualidade das águas superficiais da bacia do rio das Velhas contribui diretamente para uma potencial revitalização da bacia do rio São Francisco.

Localizada na região central de Minas Gerais, a bacia do rio das Velhas é subdivida em três regiões (Alto, Médio e Baixo curso), que se diferem quanto ao uso e ocupação do solo, resultando em diferentes fontes de poluição para a qualidade das águas superficiais em sua extensão. Os relatórios anuais publicados pelo IGAM têm apresentado o despejo de esgoto doméstico, atividades minerárias, industriais e agropecuárias como as principais fontes de poluição na bacia do rio das Velhas (IGAM, 2013a).

Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar as diversas pressões ambientais nos três trechos da bacia do rio das Velhas (Alto, Médio e Baixo curso), por meio da análise de violação dos parâmetros amostrados na rede de monitoramento do IGAM entre os anos de 2008 a 2013, identificando as áreas mais críticas de poluição da bacia.

METODOLOGIA

Para a análise das violações na bacia do rio das Velhas, foram selecionados 35 parâmetros de qualidade da água que possuem limites estipulados pela Deliberação Normativa COPAM/CERH nº01/2008. Todavia, os parâmetros “Mercúrio total” e “Sulfeto” não foram considerados na análise visto que o limite de detecção do método analítico utilizado na medição destes parâmetros é maior que o limite preconizado pela legislação, e mais de 90% de seus dados encontra-se abaixo do limite de detecção. Por isso, não foi possível fazer qualquer inferência sobre esses dois parâmetros. O parâmetro “Cianeto livre” também foi desconsiderado por haver mudanças no limite de detecção durante o período analisado.

Portanto, foram calculadas as porcentagens de amostras dos 32 parâmetros de qualidade da água (Quadro 1) que violaram os limites legais em 65 estações de monitoramento (Figura 1), considerando o período de julho de 2008 a dezembro de 2013. A classe de enquadramento e a região da bacia em que cada estação de monitoramento se encontra estão apresentadas no Quadro 2.

Ressalta-se que para o cálculo de violação do parâmetro “cor verdadeira” em estações de monitoramento Classe I, foi considerado o mesmo limite estipulado para a Classe II, devido ao fato de não se ter um valor padrão preconizado para a Classe I. Da mesma forma, conforme a legislação estadual, óleos e graxas devem ser “virtualmente ausentes” no corpo d'água, por isso, considerou-se como violação os valores acima do limite de detecção do método analítico de mensuração.

Quadro 1: Parâmetros de qualidade da água considerados na avaliação das violações aos limites preconizados pela DN COPAM/CERH nº 01/2008.

Alumínio dissolvido	Cromo total	Oxigênio dissolvido
Arsênio total	Demanda Bioquímica de Oxigênio	Nitrito
Bário total	Densidade de cianobactérias	pH <i>in loco</i>
Boro total	Fenóis totais	Selênio total
Cádmio total	Ferro dissolvido	Sólidos dissolvidos totais
Chumbo total	Fósforo total	Sólidos em suspensão totais
Cloreto total	Manganês total	Substâncias tensoativas
Clorofila a	Níquel total	Sulfato total
Cobre dissolvido	Nitrato	Turbidez
Coliformes termotolerantes	Nitrogênio amoniacal total	Zinco total
Cor verdadeira	Óleos e graxas	

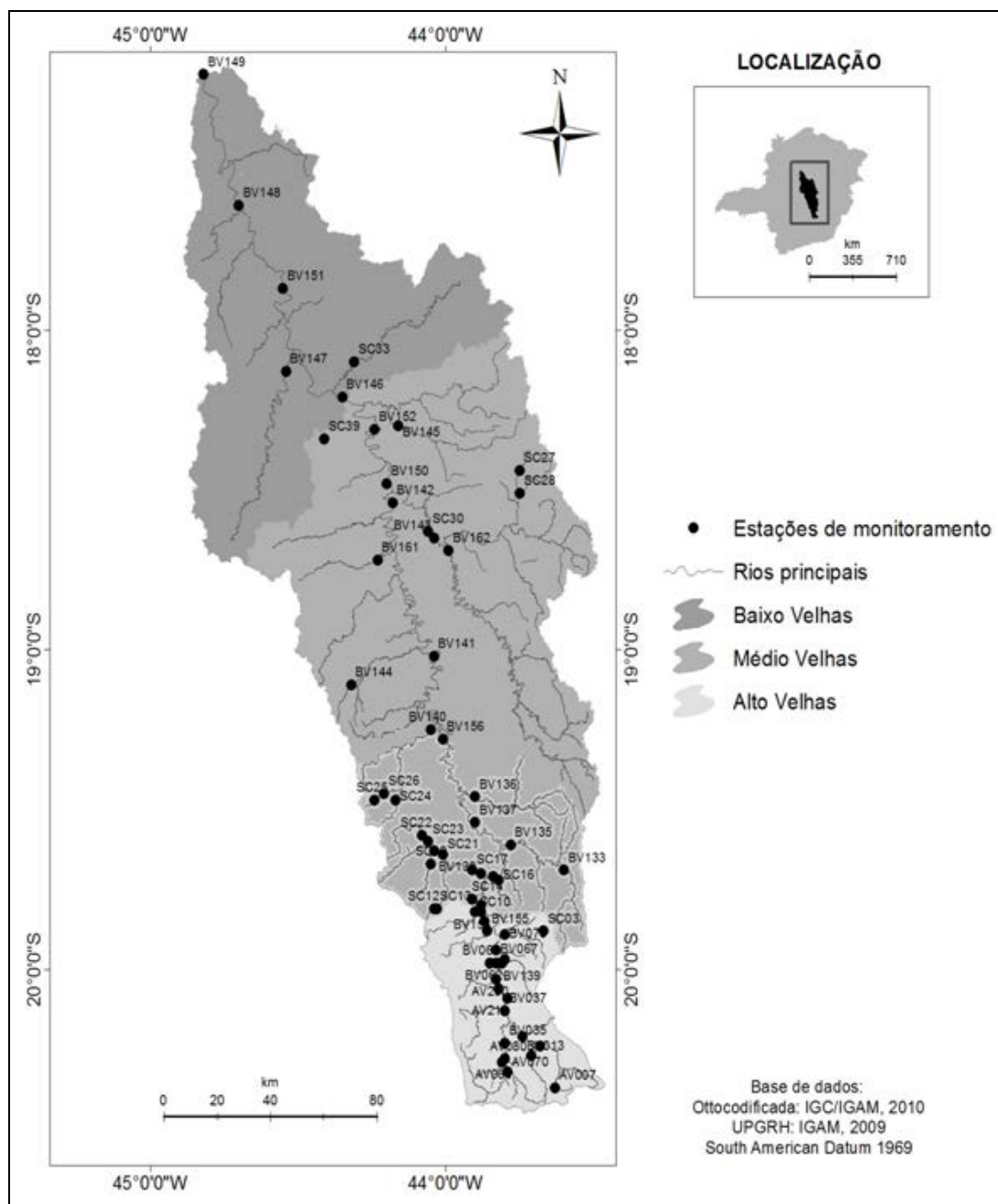


Figura 1: Localização geográfica das estações de monitoramento da bacia do rio das Velhas

Quadro 2: Descrição das estações de monitoramento quanto à classe de enquadramento e localização nas regiões (Alto, Médio ou Baixo Velhas)

ESTAÇÃO	CLA.	LOC.	ESTAÇÃO	CLA.	LOC.	ESTAÇÃO	CLA.	LOC.	ESTAÇÃO	CLA.	LOC.
AV007	1	Alto	BV076	3	Alto	BV148	2	Baixo	SC16	3	Médio
AV010	1	Alto	BV083	3	Alto	BV149	2	Baixo	SC17	2	Médio
AV020	2	Alto	BV105	3	Médio	BV150	2	Baixo	SC19	2	Médio
AV060	2	Alto	BV130	2	Médio	BV151	2	Baixo	SC21	2	Médio
AV070	2	Alto	BV133	1	Médio	BV152	2	Baixo	SC22	2	Médio
AV080	2	Alto	BV135	1	Médio	BV153	3	Médio	SC23	2	Médio
AV210	2	Alto	BV136	1	Médio	BV154	3	Médio	SC24	2	Médio
AV250	1	Alto	BV137	3	Médio	BV155	3	Alto	SC25	2	Médio
AV300	2	Alto	BV139	2	Alto	BV156	2	Médio	SC26	2	Médio
AV320	2	Alto	BV140	2	Médio	BV160	2	Médio	SC27	1	Baixo
AV340	1	Alto	BV141	2	Médio	BV161	2	Médio	SC28	1	Baixo
BV013	2	Alto	BV142	2	Médio	BV162	1	Médio	SC30	1	Médio
BV035	2	Alto	BV143	1	Médio	SC03	2	Alto	SC33	2	Baixo
BV037	2	Alto	BV144	2	Médio	SC10	3	Alto	SC39	2	Baixo
BV062	2	Alto	BV145	1	Baixo	SC12	2	Médio			
BV063	2	Alto	BV146	2	Baixo	SC13	2	Médio			
BV067	2	Alto	BV147	1	Baixo	SC14	2	Médio			

CLA. – Classe de Enquadramento; LOC. – Localização

Os parâmetros que apresentaram 50% ou mais de violação no período de estudo (julho/2008 a dezembro/2013) foram denominados “parâmetros críticos”, e sendo considerados, portanto, os que mais contribuem para a degradação da qualidade das águas superficiais da bacia do rio das Velhas.

Foi calculada a porcentagem de estações de monitoramento que apresentaram os parâmetros críticos, em cada região da bacia (Alto, Médio e Baixo Velhas), de forma a identificar as principais fontes de poluição em cada uma destas. Para auxiliar a interpretação dos resultados, foram consideradas as informações sobre uso e ocupação do solo que constam no Plano Diretor da bacia do rio das Velhas (CAMARGOS, 2005). Por meio da análise dos parâmetros críticos foi possível identificar, ainda, quais as estações de monitoramento que mais contribuem para a degradação da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados dezoito parâmetros críticos na bacia do rio das Velhas. As porcentagens das estações, em cada região da bacia, que apresentaram 50% ou mais de violação destes parâmetros estão apresentadas na Tabela 1. Os resultados demonstraram diferenças entre os principais parâmetros críticos das regiões Alto, Médio e Baixo curso, o que indica diferenças no uso e ocupação do solo predominante nessas regiões.

De acordo com Camargos (2005), atividades minerárias, comércio e serviços se concentram em quase sua totalidade na região do Alto Curso, região de alta densidade demográfica. Indústrias ocorrem de forma mais intensa no Médio e Alto Curso, sendo maior neste último. Camargos (2005) destacou a pecuária como a atividade mais importante no Médio Velhas. O Baixo curso do rio das Velhas apresenta uma menor concentração populacional, com o predomínio das atividades agrícolas e pecuárias. Trabalhos recentes confirmam estas informações (ALMEIDA, 2013; CALAZANS, 2015; TRINDADE, 2013).

Os parâmetros alumínio dissolvido, arsênio total, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total e oxigênio dissolvido foram identificados como críticos em pelo menos em quatro estações em todos os trechos da bacia do rio das Velhas, entretanto, a porcentagem de estações é variável.

Tabela 1: Porcentagem de estações de monitoramento cujos parâmetros apresentaram 50% ou mais de violações entre julho de 2008 a dezembro de 2013, para o Alto, Médio e Baixo curso do rio das Velhas.

Parâmetro	% Estações			Parâmetro	% Estações		
	Alto	Médio	Baixo		Alto	Médio	Baixo
Alumínio dissolvido	4	13	17	Manganês total	74	47	17
Arsênio total	13	10	50	Nitrogênio amoniacal total	4	17	0
Clorofila <i>a</i>	0	10	0	Oxigênio dissolvido	9	33	8
Cobre dissolvido	4	0	0	pH	0	0	8
Coliformes termotolerantes	91	80	33	Sólidos Dissolvidos totais	4	0	0
Demanda Bioquímica de Oxigênio	22	23	0	Sólidos em Suspensão Totais	4	13	0
Fenóis totais	0	3	0	Substâncias tensoativas	13	7	0
Ferro dissolvido	4	10	8	Sulfato total	4	0	0
Fósforo total	35	67	25	Zinco total	4	0	0
				Total de estações	23	30	12

O alumínio dissolvido é um caso particular, pois este parâmetro possuía um pequeno número de observações (menor que 10) em cada estação de monitoramento, o que pode ter distorcido os resultados das violações. Por isso, não significa que seja realmente um dos principais parâmetros responsáveis pela degradação, entretanto, este cálculo indica a necessidade de aumentar a frequência de monitoramento deste metal na bacia, ainda que sua ocorrência possa ser natural do solo da região.

O arsênio total foi considerado parâmetro crítico em metade das estações de monitoramento do trecho Baixo da bacia. A alta violação deste parâmetro pode ser explicada pela sua ocorrência natural do solo (CHRISTOFARO e LEÃO, 2009), e agravada pelo uso de herbicidas e inseticidas à base deste metal.

Por meio dos resultados da Tabela 1, observa-se que o parâmetro coliformes termotolerantes é o principal responsável pela degradação da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas, em toda sua extensão, pois foi considerado crítico na maioria das estações de monitoramento do Alto e Médio Velhas (91% e 80%, respectivamente), apresentando também alta porcentagem de estações no trecho Baixo (33%). Este resultado indica que o lançamento de esgoto doméstico sem tratamento e/ou o tratamento insuficiente (nível secundário) consistem na principal fonte de poluição na parte mais urbanizada da bacia. As estações de monitoramento do Alto e Médio curso são as mais afetadas, fato justificado pela localização da região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) nessas áreas. A RMBH consiste em uma área de alta densidade demográfica e intenso desenvolvimento industrial, o que contribui para a deterioração da qualidade das águas do rio das Velhas. Por isso, os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal e oxigênio dissolvido também são críticos em muitas estações de monitoramento do Alto e Médio curso. No entanto, deve-se destacar também o lançamento de efluentes industriais com elevada matéria orgânica biodegradável em ambas as regiões, e a contribuição de áreas agrícolas e pastagens para o aumento destes parâmetros no Médio Velhas.

Outro parâmetro que chama a atenção é o manganês, considerado crítico em 74% das estações do Alto curso, em quase metade das estações do Médio Velhas e em algumas estações do Baixo Velhas (17%). A alta concentração de manganês nas águas superficiais pode ser proveniente de diversas atividades antrópicas (ramo siderúrgico, indústrias têxteis e outras indústrias químicas (CETESB, 2009)). Além disso, a intensa atividade minerária desenvolvida na região do Quadrilátero Ferrífero, no Alto Curso da bacia é uma das principais contribuintes para o aporte de manganês no rio das Velhas. Deve-se atentar também que a ocorrência de manganês pode ser natural do solo da região, entretanto, não foi levantada a concentração basal (“background”) deste metal na bacia do rio das Velhas.

O Baixo curso do rio das Velhas se destacou com o pH como parâmetro crítico, sendo que a utilização de produtos para correção do pH do solo na agricultura podem estar afetando este parâmetro. Ainda assim, as estações de monitoramento localizadas no Baixo Velhas apresentaram poucos parâmetros críticos. Isso se

deve, provavelmente, à distância da RMBH, o que permite a recuperação dos corpos d'água por auto-depuração, até atingir a região.

As áreas de poluição mais relevantes na bacia do rio das Velhas foram identificadas pelo maior número de parâmetros críticos nas estações de monitoramento. Conforme a Figura 2, nota-se que estas áreas se concentram principalmente na região metropolitana de Belo Horizonte (Alto e início do Médio curso).

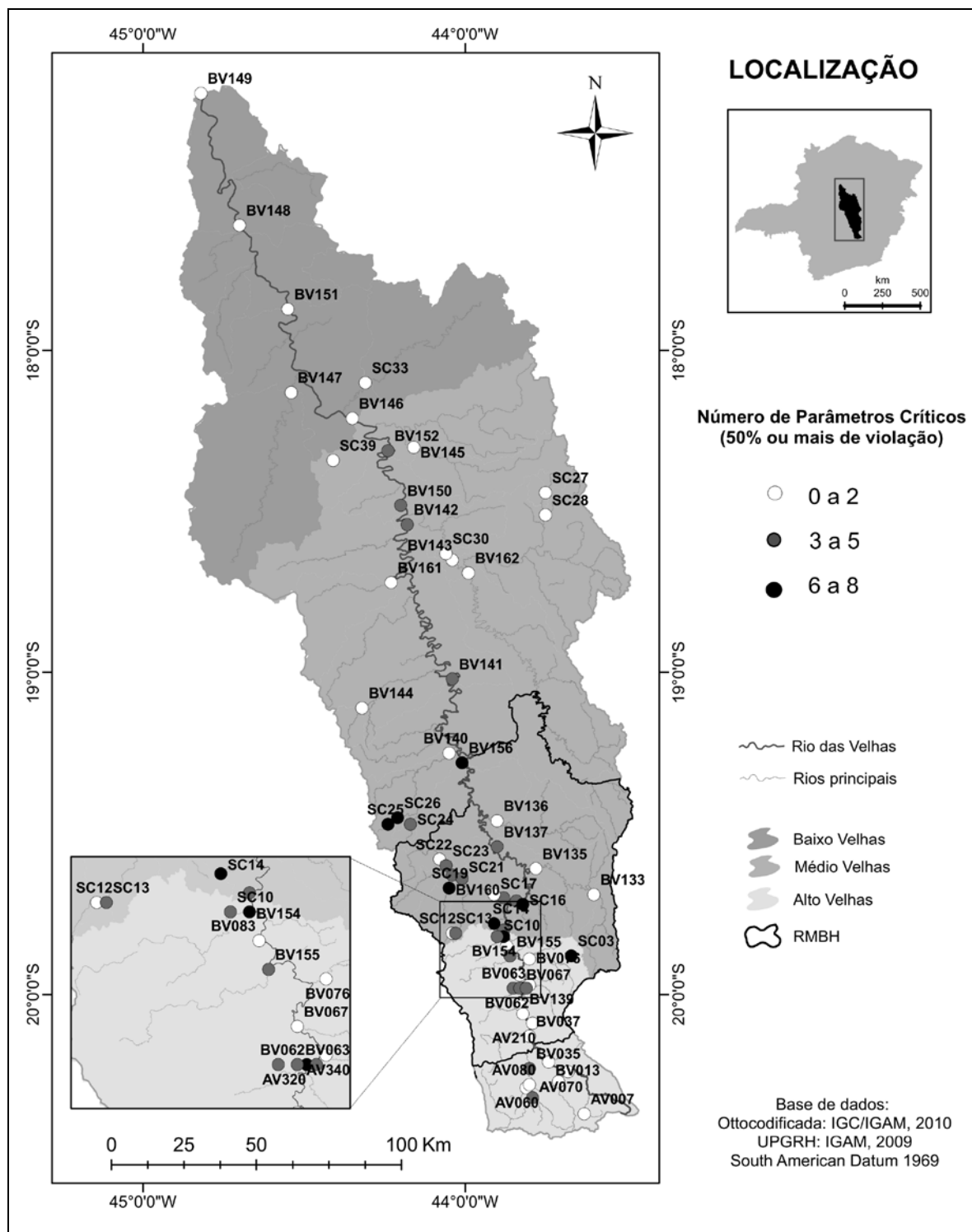


Figura 2: Número de parâmetros críticos em cada estação de monitoramento na bacia do rio das Velhas

As estações que representam as piores condições de qualidade da água, segundo o número de parâmetros críticos (seis ou mais) são: AV320 e SC03 (Alto curso) e as estações SC14, SC25, SC26, SC19, BV154, BV156 e SC16 (Médio curso).

A qualidade da água destas estações está associada aos lançamentos de esgotos sanitários e industriais. Dentre estas estações, destaca-se a estação AV320, que se localiza no Córrego da Mina, na cidade de Raposos, próxima a uma empresa de beneficiamento de minério de ferro, e além disso, recebe efluentes industriais e domésticos. A qualidade da água desta estação já é conhecida como extremamente poluída na bacia do rio das Velhas, como abordado em outros trabalhos (CALAZANS, 2014; IGAM, 2013a; KNUPP, 2007). Outras estações como SC03, SC25 e SC26 apresentaram ocorrências de IQA Muito Ruim no 2º semestre de 2013, de acordo com IGAM (2013b).

Ao contrário, as estações de monitoramento BV143, BV144, BV161 e BV162 (Cursos d'águas afluentes do rio das Velhas no Médio curso) não apresentaram nenhum parâmetro com 50% ou mais de violação nos cinco anos analisados, o que as caracteriza como locais de melhor qualidade da água, considerando a análise de parâmetros críticos, o que não quer dizer que não são afetadas por impactos antrópicos.

CONCLUSÃO

A partir das análises das violações dos parâmetros mensurados no programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais da bacia do rio das Velhas (jul/2008 a dez/2013), conclui-se que as regiões do Alto e Médio curso apresentaram comportamentos semelhantes e foram identificadas como as de pior qualidade da água devido aos despejos de efluentes domésticos e industriais da Região Metropolitana de Belo Horizonte. A diferença entre eles é que o Alto curso também obteve parâmetros críticos relacionados a atividades minerárias, enquanto o que o Médio curso, a atividades de agricultura e pecuária. As estações de monitoramento do Baixo Velhas apresentaram menos parâmetros críticos comparados às outras regiões, que são caracterizados por poluição difusa de agricultura.

As estações AV320 e SC03 (Alto curso) e as estações SC14, SC25, SC26, SC19, BV154, BV156 e SC16 (Médio curso), foram destacadas como as que se localizam nas regiões mais impactadas da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas. Estas estações se localizam principalmente na RMBH e a jusante dela, constituindo áreas de alta densidade demográfica e industrialização.

As estações de monitoramento BV143, BV144, BV161 e BV162 estão localizadas em afluentes do rio das Velhas no Médio curso, e foram identificadas como as estações que monitoram a melhor qualidade da água da bacia do rio das Velhas, contribuindo para a melhoria da água no Baixo curso da bacia.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e, principalmente, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo constante apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, K. C. B. Avaliação da rede de monitoramento de qualidade das águas superficiais da Bacia do Rio das Velhas utilizando o método da entropia. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, Minas Gerais. 98 pg. 2013.
2. CALAZANS, G. M. C. Avaliação e proposta de adequação das redes de monitoramento da qualidade das águas superficiais das sub-bacias do rio das Velhas e do rio Paraopeba, utilizando técnicas estatísticas multivariadas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, Minas Gerais. 196 pg. 2015.

3. CAMARGOS, Luiza de Marillac Moreira (coord.). Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2005.
4. CHRISTOFARO, C.; LEÃO, M. M. D. Caracterização temporal do arsênio nos cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio das Velhas, MG, Brasil, ao longo de uma década (1998-2007). Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Universidade de Taubaté, v.4, n. 3, p 54-66, 2009.
5. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/125-variaveis-de-qualidade-das-aguas-e-dos-sedimentos>>.
6. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL; CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n. 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Belo Horizonte: COPAM, 2008.
7. FINOTTI, A.R.; FINKLER, R.; SILVA, M. D.; CEMIM, G.. Monitoramento de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas. Caxias do Sul. RS: Educus. 272p. 2009.
8. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio das Velhas. Belo Horizonte: IGAM, 2013a. 48p.
9. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais: relatório trimestral (2º trimestre de 2013). 168p. 2013b.
10. KNUPP, E. A. N. Usos de métodos estatísticos para dados de qualidade de águas: estudo de caso, rio das Velhas. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2007.
11. MENDIGUCHÍA, C.; MORENO, C.; GALINDO-RIANO, M.D.; GARCÍA-VARGAS, M. Using chemometric tools to assess antropogenic effects in river water a case study: Guadalquivir river (Spain). Analytica Chimica Acta, Amsterdam, v.515, p.143-9, abr., 2004.
12. PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; RAMOS, M. M. Estudo de comportamento hidrológico do Rio São Francisco e seus principais afluente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 6. Campina Grande: Nov/Dez, 2007.
13. STROBL, R.O.& ROBILLARD, P.D. Network design for water quality monitoring of surface freshwaters: a review. Journal of Environmental Management 87 (4), 2008. 639-648. 2008.
14. TRINDADE, A. L. C. Aplicação de técnicas estatísticas para avaliação de dados de monitoramento de qualidade das águas superficiais da porção mineira da bacia do rio São Francisco. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, Minas Gerais. 181 pg. 2013.