

CLASSIFICAÇÃO DE PRESSÃO AMBIENTAL EM ÁREAS DE NASCENTES HÍDRICAS A PARTIR DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO.

Lucas Grossi Bastos¹ & Rodrigo Silva Lemos² & Paulo Rodrigues³

RESUMO

O presente artigo apresenta uma metodologia preliminar para análise e classificação de pressões ambientais em áreas de nascentes hídricas no Rio das Velhas, afluente do Rio São Francisco. A área de estudos elencada foi definida como sendo a pertencente ao alto Rio das Velhas, local em que existe uma significativa diversidade de usos humanos e variados contextos de paisagem. A metodologia consiste em um fluxo de análises por meio de geoprocessamento e que permite definir áreas prioritárias para o levantamento e classificação das condições ambientais das nascentes e dos canais fluviais. A metodologia tem a finalidade servir como suporte para a tomada de decisão para a definição de áreas prioritárias a serem contempladas por programas de pagamento por serviços ambientais e/ou de recuperação de áreas degradadas.

1 INTRODUÇÃO

Em áreas densamente urbanizadas, como ocorre na maioria das regiões metropolitanas no Brasil, o abastecimento público de água é um desafio significativo, principalmente, pela diminuição de qualidade da água a partir do lançamento de efluentes nos cursos d'água e ainda a diminuição da oferta hídrica, pelos diversos usos dos recursos hídricos nessas áreas economicamente tão dinâmicas. Universalizar o acesso à água e garantir a sua qualidade e quantidade para diferentes usos se torna um desafio, uma vez que o modelo de expansão urbana recorrente é pouco sensível à dinâmica das águas e causa fortes pressões sobre esse recurso (TUCCI, 2008; BROWN & KEATH & WONG, 2008).

Os períodos de estiagem vivenciados nos anos de 2013, 2014 e 2015 fomentaram discussões acerca da gestão dos recursos hídricos, a partir da perspectiva da fragilidade ambiental nos principais sistemas de captação e de abastecimento de água na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), bem como a ausência de um melhor planejamento para situações de déficit hídrico. A partir desse cenário, a justificativa simplificada apresentada para a diminuição da oferta hídrica é a ausência de chuvas que, considera-se é uma redução de um problema muito mais complexo. A problemática da diminuição das chuvas, no entanto, não pode ser encarada como um fenômeno isolado, visto que a variabilidade interanual da pluviosidade é um processo natural, que envolve uma complexa dinâmica climática a nível regional e global. Dessa forma, o viés da justificativa climática para a crise hídrica é esvaziado diante da precariedade do gerenciamento de usos dos recursos hídricos e das estruturas de abastecimento hídrico na maior parte do Brasil. Mais do que isso, as formas de controle da relação de oferta e demanda por água mostra sinais de

¹ Geógrafo, responsável pelo geoprocessamento do projeto Manuelzão.

² Geógrafo, Mestre em análise ambiental, doutorando em recursos hídricos e planejamento territorial.

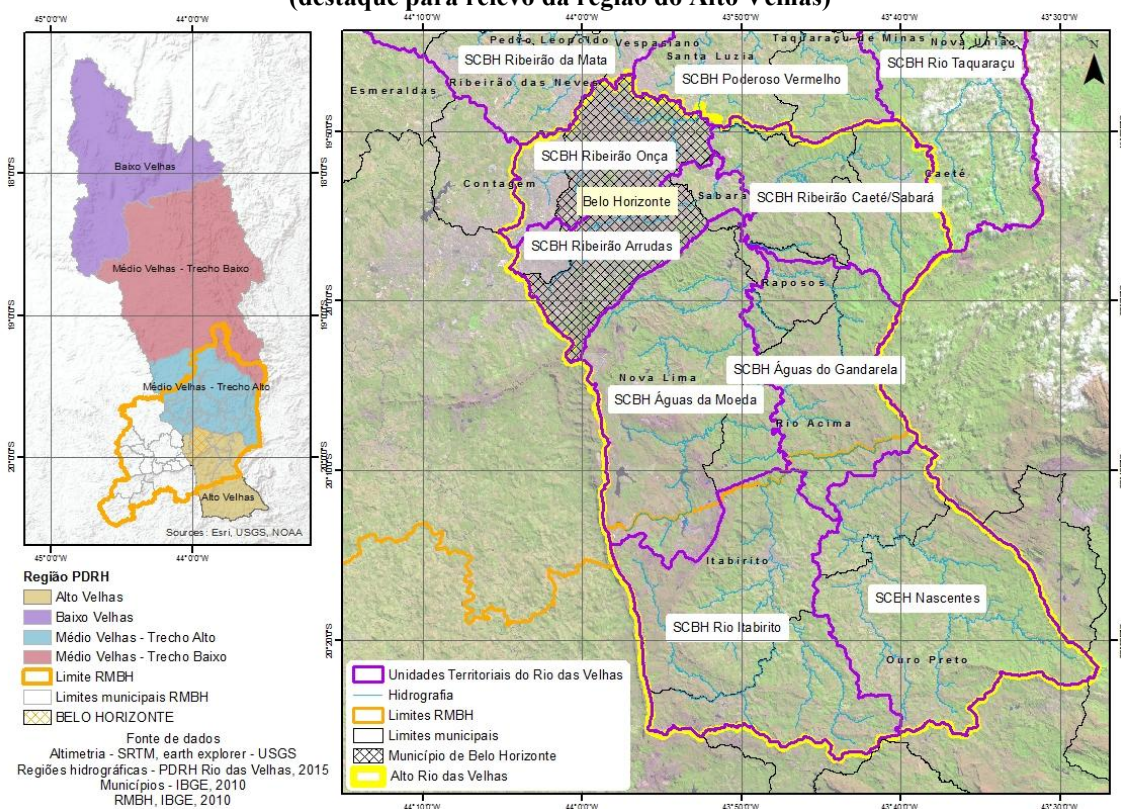
³ Geólogo, doutor em cristalochimica, mineralogia e geologia. Pesquisador do CDTN e voluntário no projeto de monitoramento de nascentes do alto rio das Velhas.

desgaste ou má aplicação, tendo em vista a realidade de desabastecimento de água que se impôs a um número expressivo de cidades brasileiras no ano de 2014 e 2015.

Considera-se que a manutenção de ecossistemas e seus respectivos sistemas hídricos em boa qualidade ambiental é uma ferramenta imprescindível para o aumento e a manutenção da oferta hídrica em cenários ambientais de vários usos como os mananciais inseridos em Regiões Metropolitanas. Nesse aspecto destacam-se sobremaneira os serviços ambientais prestados pelas APPs (Áreas de Preservação Permanente). A RMBH encontra-se em situação de déficit hídrico para abastecimento público de água, como conhecido desde vários anos e noticiado amplamente. Os principais mananciais de abastecimento se encontram na bacia do Rio das Velhas e do Rio Paraopeba, afluentes do rio São Francisco, e que são áreas de grande complexidade ambiental, fragilidades naturais e ainda de grande diversidade de usos antrópicos.

A RMBH é a terceira maior região metropolitana do Brasil, e sua sede, a cidade de Belo Horizonte ocupa a sexta posição entre os municípios mais populosos do país. Ela se compõe de 34 municípios, dos quais 18 são abastecidos pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA. A figura 1 apresenta a localização da área de estudo.

Figura 1 - Contextualização geográfica da RMBH e das regiões hidrográficas da bacia do Rio das Velhas (destaque para relevo da região do Alto Velhas)



Fonte: dos autores

2 METODOLOGIA

A base metodológica parte da compartimentação hidrográfica proposta pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos e pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas). Atualmente esse Comitê utiliza como território de planejamento a delimitação de Unidades

Territoriais Estratégicas (UTES) definidas por meio da Deliberação Normativa CBH Rio das Velhas nº 01 de fevereiro de 2012. As UTE's são recortes territoriais elaborados com a finalidade de permitir um melhor detalhamento e atuação da gestão de recursos hídricos.

Foi realizada uma etapa prévia de mapeamento das nascentes utilizando o geoprocessamento de dados com o objetivo de identificar áreas de maior pressão ambiental, bem como as áreas preservadas contidas nas UTEs (Unidade Territorial Estratégica) do alto rio das Velhas. Assim, foram mapeadas as nascentes e cursos d'água de acordo com as principais pressões antrópicas e áreas de relevância ecossistêmica a partir do uso e ocupação do solo. Para tal, foram utilizadas duas bases de dados oficiais: o mapeamento do uso e ocupação do solo da ECOPLAN, realizado em 2013 e a base de dados otocodificada do IGAM, que contempla a rede hidrográfica do rio das Velhas em uma escala de 1:50.000.

Com esse mapeamento inicial, foram selecionadas e quantificadas as nascentes hídricas de acordo com os diferentes tipos de uso e ocupação do solo: área urbana; silvicultura; agropecuária; mineração e; Unidades de Conservação (UC). Para a delimitação das áreas de atuação foram considerados quatro fatores principais: 1) pressões ambientais atuais e futuras; 2) formas de acesso e tipos de propriedade das áreas; 3) localização em áreas de aquíferos de alto rendimento hídrico; atendimento às Unidades Territoriais Estratégicas do Comitê do Rio das Velhas; 4) tipologia de biomas impactados. As pressões ambientais atuais e futuras foram levantadas a partir de dados apresentados pelo Plano Diretor do Rio das Velhas, pelo Macrozoneamento Metropolitano e ainda considerando as tendências de ocupação e expansão imobiliária e minerária.

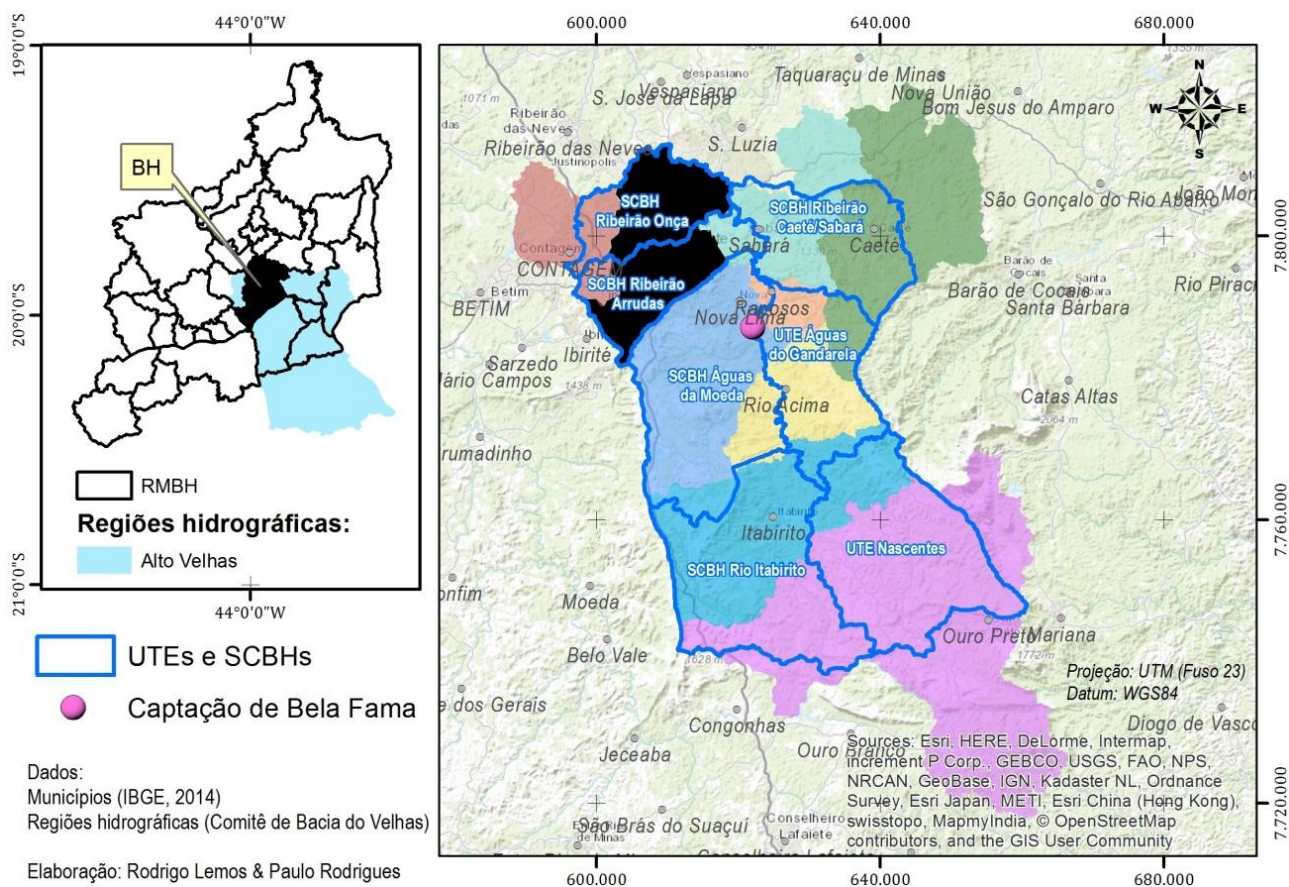
Em seguida foi realizado o mapeamento de usos e pressão antrópica. Para isso foram utilizadas as bases de uso e ocupação do solo, disponibilizadas pelo Comitê do Rio das Velhas, sendo considerados dois grupos principais de uso de acordo com a intensidade da pressão que desempenham: 1) uso urbano e de mineração de ferro – pressão ambiental elevada; 2) usos agrícolas – pressão ambiental difusa. Para os dois usos indicados foi estabelecido um *buffer* de 400 metros e outro de 150 metros, para as áreas de uso urbano e mineração e uso agrícola, respectivamente. Considera-se que o *buffer* é uma tentativa de recorte para melhor delimitação das nascentes a serem alvo de intervenção.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Na área de contribuição da bacia da captação de Bela Fama, por sua vez, existem quatro UTEs: UTE Nascentes, UTE Itabirito, UTE Águas da Moeda e UTE Águas do Gandarela, como é apresentado pela figura 2.

A região do Alto Rio das Velhas abrange uma área de cerca de 2.740 km², na qual estão inseridos completamente ou parcialmente 10 municípios, representando próximo de 9,8% do total da bacia do Rio das Velhas. Essa região hidrográfica apresenta contingente populacional muito expressivo de aproximadamente 3,2 milhões habitantes (do qual um percentual muito elevado é residente em áreas urbanas), o que corresponde a 70,9% da população estimada para a bacia do Rio das Velhas. O Alto Rio das Velhas é uma área de altíssima expressividade econômica para a RMBH e, portanto, para o estado de Minas Gerais (PDRH Rio das Velhas, 2015).

Figura 2 - RMBH e municípios das UTEs do Alto Velhas



Fonte: dos autores

A **UTE Nascente** tem 541 km² de área total, compreende parte dos municípios de Itabirito e Ouro Preto e está totalmente inserida na área de contribuição de Bela Fama. Não há sedes urbanas nesse Território, seu rio principal é o Rio das Velhas e a população total perfaz 15.726 habitantes. As classes de cobertura Natural recobrem 82,1% da superfície dessa UTE, sendo as classes de maior representatividade a de Vegetação Arbustiva com 46,5% e a de Vegetação Arbórea com 35,2% (PDRH Rio das Velhas, 2015).

A **UTE Rio Itabirito** tem 548 km² de área total, compreende parte dos municípios de Itabirito, Rio Acima e Ouro Preto e está totalmente inserida na área de contribuição de Bela Fama. A sede urbana nesse Território é Itabirito. A população total dessa UTE é de 31.988 habitantes, sendo os rios principais o Rio Itabirito, Ribeirão Mata Porcos e Ribeirão do Silva. As classes de cobertura Natural apresentam 79,2% da superfície dessa UTE e as classes de maior representatividade são a de Vegetação Arbustiva com 54,8% e a de Vegetação Arbórea com 22,8%. (PDRH Rio das Velhas, 2015)

A **UTE Águas da Moeda** tem 544,32 km² de área total, compreende parte dos municípios de Itabirito, Nova Lima, Raposos, Sabará e Rio Acima e está com 77% do seu território inserido na área de contribuição de Bela Fama, o que corresponde a 420 km². A sede urbana nesse Território é Nova Lima e a população total dessa UTE é de 89.548 habitantes. Os seus rios principais são o Rio do Peixe, Ribeirão dos Marinheiros, Ribeirão Congonhas, Córrego Padre Domingos e Córrego Água

Limpa. As classes de cobertura Natural apresentam 88,3% da superfície e as classes de maior representatividade são a de Vegetação Arbustiva com 54,3% e a de Vegetação Arbórea com 27,1% (PDRH Rio das Velhas, 2015).

A **UTE Águas do Gandarela** tem 323,66 km² de área total, compreende parte dos municípios de Caeté, Itabirito, Nova Lima, Raposos e Rio Acima e está com 54% do seu território inserido na área de contribuição de Bela Fama, perfazendo uma área de 174,68 km². Nessa UTE estão inseridas as sedes urbanas de Raposos e Rio Acima. A população total na UTE é de 28.348 habitantes, sendo o seu rio principal o Ribeirão da Prata. As classes de cobertura Natural apresentam 92,9% da superfície dessa UTE e as classes de maior representatividade são Vegetação Arbustiva com 57,0% e Vegetação Arbórea com 34,9% (PDRH Rio das Velhas, 2015).

A captação de Bela Fama é superficial e não possui reservatório de acumulação de água. Considerando os diferentes usos econômicos existentes em sua ampla área de drenagem, considera-se que as formas de uso e ocupação do solo estão comprometendo diretamente a quantidade e qualidade das águas que são utilizadas para o abastecimento (MAGALHÃES JR. *et al.*, 2014). Os principais agentes de impacto ambiental na região do Alto Rio das Velhas são os esgotos industriais e domésticos não tratados, assim como a degradação ambiental gerada pelas atividades minerárias de ferro que atuam maciçamente nessa porção da bacia. Dentro dessa realidade delineada por múltiplas pressões, a região do Alto Rio das Velhas exemplifica a situação de outras regiões do país que convivem com o desafio de balancear a demanda por recursos hídricos, as opções econômicas e a preservação ambiental (PDRH Rio das Velhas, 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para manter a resiliência do rio e a sua vazão na região do Alto Velhas é fundamental preservar as nascentes existentes nesta região e que se encontram sobre forte pressão de fatores antrópicos. Atualmente, em cenários de escassez, o canal fluvial do Rio das Velhas, próximo à captação de Bela Fama, possui uma vazão reduzida de tal forma que impede a manutenção dos sistemas ecológicos e fluviais. A diminuição da vazão também tem outro efeito complexo, uma vez que diminui a capacidade de diluição de esgotos que o curso d'água irá receber de forma direta ao passar pela área conurbada da RMBH.

Foram identificadas 3056 nascentes, das quais 219 estão em áreas urbanas; 211 em áreas de mineração; 1893 em áreas de agropecuária; 212 em áreas de silvicultura e; 521 em Unidades de Conservação. As formas de acesso e tipos de propriedade da região foram consideradas como um aspecto fundamental para a definição das áreas de atuação, principalmente pelo fato de que na região do Quadrilátero os altos índices de declividade e a baixa quantidade de estradas e rodovias podem dificultar o acesso a algumas áreas selecionadas. Em se tratando de um projeto de recuperação de áreas degradadas, considera-se que o acesso com equipamento e materiais é fundamental para a efetividade do projeto. As áreas com menor densidade de vias de acesso também apresentam menores focos de pressão ambiental, portanto estão sujeitas a menores possibilidades de degradação.

A localização em áreas de aquíferos de alto rendimento hídrico foi a terceira estratégia de delimitação das áreas de atuação. A região do Quadrilátero, apesar da riqueza hídrica que apresenta, possui aquíferos com diferentes potenciais de rendimento hídrico e afloramento em nascentes. A formação Cauê, formado por itabiritos, é considerado, conforme já mencionado, o principal aquífero em potencial de preservação hídrica subterrânea no Quadrilátero.

Considera-se que o aquífero Cauê possui um alto potencial de perenização de nascentes, consideradas de altíssima relevância em momentos de maior escassez hídrica, como os vivenciados em 2013, 2014 e 2015. O aquífero Cauê é ainda uma área de alta pressão ambiental, principalmente considerando-se a sua potencialidade mineral uma vez que essa formação geológica contém também o mais importante horizonte mineralizado de minério ferro. As principais áreas de mineração de ferro se localizam na região do Alto Rio das Velhas. O atendimento às Unidades Territoriais Estratégicas do Comitê do Rio das Velhas foi considerado um critério político fundamental para a estruturação, adesão coletiva e viabilidade das ações de proteção ambiental. Nas quatro UTEs que estão inseridas na área proposta de estudo e intervenção existem subcomitês de bacia hidrográfica, as quais são vinculadas ao comitê do Rio das Velhas e representam formas descentralizadas de atuação nas sub-bacias hidrográficas.

A participação dos subcomitês no processo de mobilização social e articulação política foram consideradas fundamentais, principalmente pelo fato de que essas instâncias, os subcomitês de bacia, serem formados por entidades e pessoas atuantes e vinculados à gestão e discussão ambiental nessas unidades territoriais. Os subcomitês, dessa forma, enquanto parceiros ativos auxiliam não apenas no processo de mobilização social, como também funcionarão como entes de fiscalização e controle social garantindo não apenas a boa execução do projeto como também o fomento político para que as áreas se mantenham preservadas depois de recuperadas. Dessa forma, considerando os critérios apresentados, foram elencadas quatro áreas iniciais para a realização dos diagnósticos e ações de intervenção do projeto. Foram identificadas 466 nascentes (9,2% do total de nascentes da sub-bacia) como susceptíveis à pressão por áreas de mineração de ferro e também de uso urbano. Foram identificadas 2.020 nascentes (39,2% do total de nascentes) como susceptíveis a pressões de uso agrícola do solo.

Tabela 1 - Nascentes nas quatro UTEs do Alto Velhas que contribuem para a captação de Bela Fama

Áreas	Quantidade de nascentes	Percentual
Área de intervenção	5.074	100%
Nascentes em Unidades de Conservação	89	1,8%
Nascentes sob pressão urbana e de mineração	466	9,2%
Nascentes sob pressão agropecuária	2.020	39,2%

FONTE: PDRH Rio das Velhas. Relatório 02B. Diagnóstico Específico das UTEs, TOMO I/IV.2015.

1 apresenta o quantitativo do número de nascentes por impacto e sua área total em km² e a figura 3 apresenta os resultados espacializados das nascentes sob pressão ambiental e das sub-bacias elencadas como prioritárias para intervenção.

Foram identificadas 466 nascentes (9,2% do total de nascentes da sub-bacia) como susceptíveis à pressão por áreas de mineração de ferro e também de uso urbano. Foram identificadas 2.020 nascentes (39,2% do total de nascentes) como susceptíveis a pressões de uso agrícola do solo.

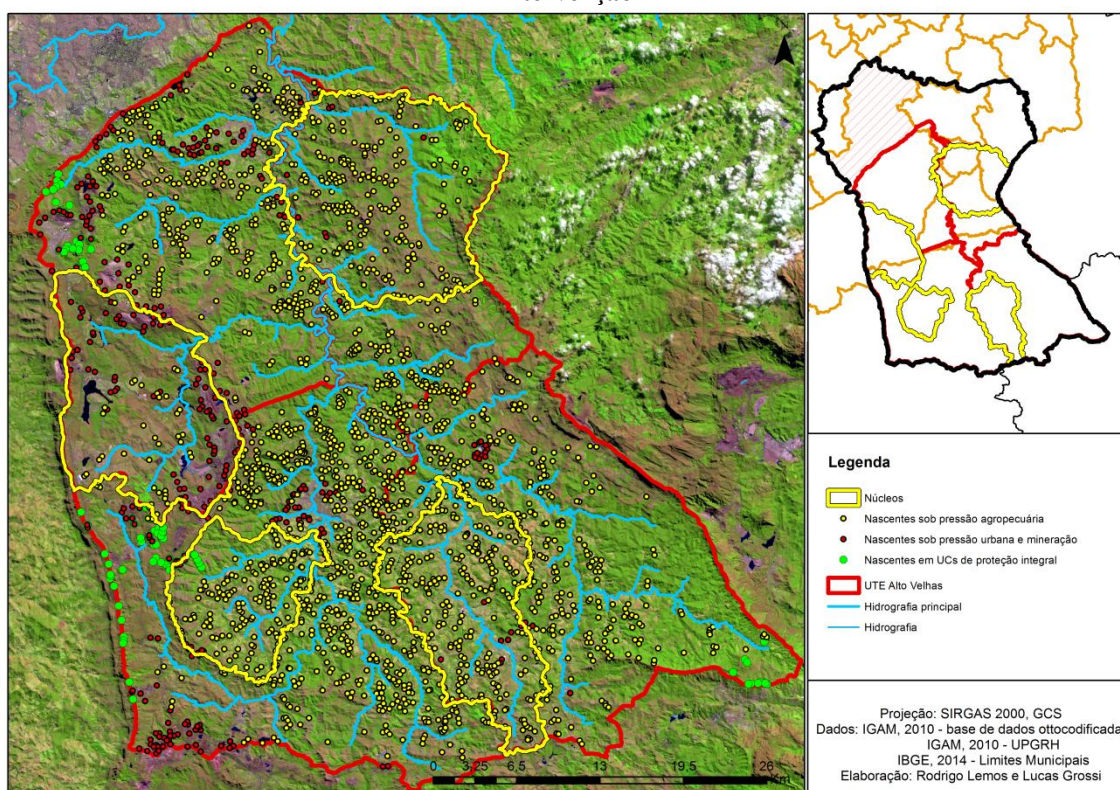
Tabela 1 - Nascentes nas quatro UTEs do Alto Velhas que contribuem para a captação de Bela Fama

Áreas	Quantidade de nascentes	Percentual
Área de intervenção	5.074	100%
Nascentes em Unidades de Conservação	89	1,8%
Nascentes sob pressão urbana e de mineração	466	9,2%
Nascentes sob pressão agropecuária	2.020	39,2%

FONTE: PDRH Rio das Velhas. Relatório 02B. Diagnóstico Específico das UTEs, TOMO I/IV.2015.

As nascentes a serem visitadas serão selecionadas de acordo com os seguintes contextos: grau de pressão ambiental a partir de uso antrópico; usos hídricos à justante da área; existência de focos erosivos próximos; áreas prioritárias indicadas pelo PDRH do Rio das Velhas ou estudos relevantes elaborados pelo CBH; prioridades indicadas pelos subcomitês de bacia hidrográfica.

Figura 3 – Mapeamento das pressões antrópicas nas nascentes do alto rio das Velhas e áreas propostas para intervenção



Fonte: dos autores

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Disponível em www.ana.gov.br, acesso em novembro de 2015.

- BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. (1997). Política Nacional de Recursos Hídricos. Presidência da República, Brasília, DF.
- BROWN, R.; KEATH, N.; WONG, T. Transitioning to Water Sensitive Cities: Historical, Current and Future Transition States 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008 Transitioning. Anais...Edinburgh, Scotland, UK: 2008
- CHAZDON, R. L. Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. *Science*, New York, v: 320, p 1458-1502, 2008. doi: 10.1126/science.1155365
- CBH Rio das Velhas. Ata da 75ª reunião ordinária realizada em 03 de dezembro de 2013. Disponível em: <http://cbhvelhas.org.br/images/CBHVELHAS/atas>
- CBH VELHAS, Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. (2015). Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – Módulo 4: Diretrizes e Critérios para Aplicação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos. Disponível em: < <http://www.cbhvelhas.org.br/planodiretor/> > Acesso em: 29/03/2015.
- IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Base Hidrográfica Ottocodificada de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.2012.
- HOBBS, R. J; CRAMER, V.A. Restoration Ecology: Interventionist Approaches for Restoring and Maintaining Ecosystem Function in the Face of Rapid Environmental Change. *Annual Review of Environment and Resources*, Palo Alto, CA, v: 33, p.39-61, 2008. doi:10.1146/annurev.environ.33.020107.113631
- KING, E.G., HOBBS R. J. Identifying Linkages among Conceptual Models of Ecosystem Degradation and Restoration: Towards an Integrative Framework. *Restoration Ecology*, Malden MA, v: 14, n.3, p. 369–378, 2006. doi:10.1111/j.1526-100X.2006.00145.x
- LOWRANCE, R.; ALTIER, L. S NEWBOLD, J. D. SCHNABEL R. R., GROFFMAN, P. M., DENVER J. M., CORRELL D.D L., GILLIAM, J. W. ROBINSON, J. L Water Quality Functions of Riparian Forest Buffers in Chesapeake Bay Watersheds. *Environmental Management* 21: 687–712,1997
- PARREIRAS, M. (2015). Prevendo desabastecimento em setembro, IGAM manda reduzir captação de água no Sistema Paraopeba. *Jornal Estado de Minas*, Belo Horizonte, 09 abril. Caderno Gerais, pp. 2.
- PDRH RIO DAS VELHAS – ATUALIZAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. RP 02B Diagnóstico Específico das UTEs, Tomo I/IV. Belo Horizonte, MG. 2015
- REBOUÇAS, A. C. (2003). Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. *Bahia Análise & Dados* v. 13, n. especial, pp. 341-345;
- SEMAD; IGAM. (2012). Secretaria Estadual do Meio Ambiente; Instituto Mineiro da Gestão das Águas. *Resolução Conjunta nº 1548, de 29 de março de 2012*. Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/CTIG/4-r-c-semad-igam-no-1548-versao-publicada.pdf>> Acesso em: 29/03/2015.
- SEMAD; IGAM. (2013). Secretaria Estadual do Meio Ambiente; Instituto Mineiro da Gestão das Águas. *Resolução Conjunta nº 1953, de 19 de novembro de 2013*. Dispõe sobre a criação do Grupo de Trabalho para avaliar a situação de utilização da água e das disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas nas bacias hidrográficas do Rio das Velhas e do Rio Paraopeba, especialmente dos setores de produção mineral e de abastecimento público na RMBH. Disponível em: <<http://ws.mpmg.mp.br/biblio/informa/221119304.htm>> Acesso em: 30/03/2015.
- SILVA, A. M.; OLIVEIRA, P. M.; MELLO, C. R.; PIERANGELI, C. (2006). Vazões mínimas de referência para outorga na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v. 10, n. 2. pp. 374-380.
- SCHULTZ, R.C.; ISENHART, T.M.; SIMPKINS, W.W.; COLLETTI, J.P. Riparian forest buffers in agroecosystems—lessons learned from the Bear Creek Watershed, central Iowa, USA. *Agroforestry Systems*, New York, v: 61, n. 1-3. p. 35–50, 2004. 10.1023/B:AGFO.0000028988.67721.4d

- TUCCI, C. E. M. (2001). Regionalização de vazões. In *Hidrologia: ciência e aplicação*. Org. por Tucci, C. E. M., ABRH, ed. UFRGS, Porto Alegre – RS, pp. 573-620.
- TUCCI, C. E. Gestão integrada das águas urbanas. REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 5, n. 2, p. 71–81, 2008.
- WELSCH, D. J. Riparian forest buffers. United States Department of Agriculture-Forest Service Publication Number NA-PR-07-91. Radnor, Pennsylvania . 1991.