



FENÔMENO DAS VOÇOROCAS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG: ANÁLISE COMPARATIVA DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO SABOEIRO E BACIA DO RIO DE PEIXE

Thais Francisco Couto ^(a), Brisa de Lima Martins Vieira ^(b)

^(a) Graduanda, Depto. Geografia/ Instituto de Geociências, UFMG, thaisfrancisco_couto@hotmail.com

^(b) Graduanda, Depto. Geografia/ Instituto de Geociências, UFMG, brisalima.ufmg@gmail.com

EIXO: SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS: ESTRUTURA, DINÂMICAS E PROCESSOS

Resumo

De natureza geológica complexa, a região do Quadrilátero Ferrífero (QF) em Minas Gerais, comporta em algumas de suas áreas processos erosivos acelerados, conhecidos como voçorocas. Os estudos de caso desta pesquisa, a microbacia do ribeirão Saboeiro e a sub-bacia do rio de Peixe, afluentes do rio das Velhas, estão inseridas no QF e possuem notável distribuição destes processos, demandando um estudo que compreenda os mecanismos envolvidos no fenômeno destas distintas bacias. Os procedimentos metodológicos envolveram visitas a campo e o resultado foram mapas da dinâmica evolutiva das voçorocas de cada bacia. Os mapas demonstraram que as feições erosivas possuem diferentes formas de evolução, admitindo-se a hipótese de que os contextos geomorfológicos e geológicos nas quais estão submetidas podem ser os responsáveis pelo desenvolvimento do processo.

Palavras chave: Voçorocas, microbacia, Saboeiro, sub-bacia, Peixe.

1. Introdução

As dimensões espetaculares provocadas pelas escavações erosivas das voçorocas constituem um fenômeno dos mais impressionantes, “tanto para o observador comum que as defronta pela primeira vez, como para o agricultor cujas terras invadem, e o engenheiro rodoviário e/ou ferroviário que vê sua obra ameaçada” (PICHLER, 1953).

Comum em regiões intertropicais, as voçorocas se originam preferencialmente ao longo das linhas de drenagem, desenvolvendo-se tanto em sedimentos colúviais e aluviais, como em solo residual, em encostas naturais, por ação erosiva combinada entre as águas superficiais e subterrâneas (Iwasa & Prandini, 1982).

O debate na literatura sobre os processos envolvidos no desenvolvimento das voçorocas é amplo, carregado de dúvidas e controvérsias: desde a definição do termo até o estabelecimento do que de fato dá origem ao fenômeno, não há um consenso. Enquanto alguns autores traçam suas hipóteses caracterizando o processo como natural, relacionados à instabilidade do relevo em que atuam, outros apontam a interferências antrópicas como o pastoreio, o desmatamento e as queimadas, fatores cruciais para o desenvolvimento da erosão, visto que estas atividades alteram a dinâmica natural do solo.



Entretanto, mesmo diante de interrogações, as condicionantes geológicas são reconhecidas uma vez que as áreas de ocorrência do fenômeno possuem características particulares, dentre as quais se destacam a profundidade do manto de intemperismo que são desnudadas pela erosão. Assim, compreender o contexto geográfico e geomorfológico, torna-se fundamental para análise das voçorocas.

Conhecida pela alta concentração de jazidas de ferro no estado de Minas Gerais, a região do Quadrilátero Ferrífero (QF), apresenta uma considerável quantidade de processos erosivos acelerados, a se destacar na região centro-sul, demandando uma observação cautelosa a fim de compreender o desenvolvimento destes processos neste contexto regional.

A microbacia do ribeirão Saboeiro e a sub-bacia do rio de Peixe, que constituem os estudos de caso desta pesquisa, estão inseridas no QF e tem como característica comum o desenvolvimento de voçorocas em suas respectivas vertentes. Contudo, mesmo que estejam próximas e na mesma estrutura geológica, os processos erosivos de cada bacia possuem mecanismos particulares, e é a particularidade destes mecanismos que serão o alvo da análise comparativa deste estudo por propiciar uma análise efetiva dos fenômenos em diferentes contextos regionais.

1.1. Área de estudo

A microbacia do ribeirão Saboeiro está localizada no município de Itabirito, Minas Gerais e possui, aproximadamente, 37 km². A microbacia pertence à bacia do ribeirão Carioca, um dos principais tributários do rio Itabirito, que é um dos afluentes da margem esquerda do rio das Velhas (Netto e Sobreira, 2006). Já a sub-bacia do rio de Peixe está localizada predominantemente na Região Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 1). Além disso, a bacia também é uma das sub-bacias do alto rio das Velhas que é um dos principais afluentes do rio São Francisco.

Com estrutura geológica cuja forma se assemelha a um quadrado, o QF, onde se inserem as bacias de estudo, possui uma área de aproximadamente 7000 km² que se estende pelo centro-sul de Minas Gerais (Roeser & Roeser, 2010). Seu embasamento cristalino e áreas circunvizinhas compostas de gnaisses tonalítico-graníticos de idade arqueana, estão sob três unidades de rochas metassedimentares supercrustais: os supergrupos Rio das Velhas e Minas e o grupo proterozóico Itacolomi (Roeser & Roeser, 2010).

A microbacia do ribeirão Saboeiro, especificamente, está a SW do Complexo Metamórfico do Bação, região central do QF. Esta área é uma janela estrutural do embasamento cristalino, sendo bordejado por uma sequência vulcanossedimentar de idade Arqueana e sequência metassedimentar de idade Proterozóica (Costa & Sobreira, 2001). A microbacia é formada, predominantemente, por rochas graníticas, além de filitos, xistos, quartzitos e itabiritos. A concentração das voçorocas na bacia se dá na região rochas graníticas.

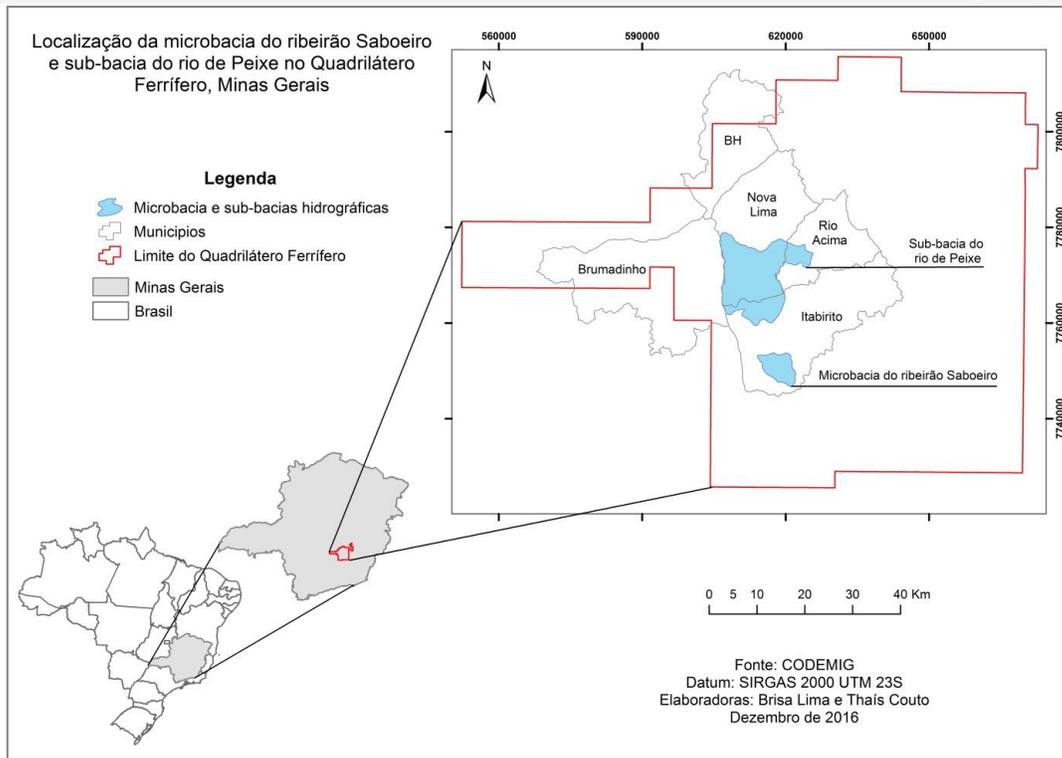


Figura 1: Mapa de localização das bacias do ribeirão Saboeiro e rio de Peixe.

Já a sub-bacia do rio de Peixe, está inserida no platô do Sinclinal Moeda e é constituída por duas grandes unidades litoestratigráficas do QF principais: o Supergrupo rio das Velhas e o Supergrupo Minas. O Supergrupo Rio das Velhas tem ocorrência no extremo leste da bacia com o Grupo Nova Lima, que é definido por Door et al. apud CPRM (2005) como uma sucessão de micaxistos com leitos, lentes e zonas de formações ferríferas, quartzito, conglomerado, rochas metavulcânicas, xistos, filitos grafitosos e outros metassedimentos. O Supergrupo Minas, por sua vez, possui maior área de abrangência, com a presença dos grupos Caraça, Itabira e Itacolomi, que podem ser caracterizados pela presença de rochas metassedimentares. A porção sul, onde há a maior concentração de voçorocas, se localiza no Grupo Piracicaba (Supergrupo Minas), com predomínio de rochas filíticas que variam entre filito multicolorido, dolomítico e quartzítico.

2. Metodologia

Os trabalhos se iniciaram com a identificação preliminar dos processos erosivos nas respectivas bacias, por meio de imagens do Google Earth. Uma vez identificadas, as voçorocas foram vetorizadas e o arquivo



transferido para o software ArcGis, no intuito da produção do mapa de localização espacial. Além da produção destes, fora impresso o contorno das feições vetorizadas, para que, em campo, fosse possível a identificação das voçorocas e de seus elementos constituintes.

O trabalho de campo, deste modo, consistiu na análise e observação da dinâmica das voçorocas de cada bacia. Os processos erosivos foram analisados no período seco, entre abril e outubro de 2016, onde todos os elementos característicos de cada voçoroca foram identificados, mapeados e plotados nas feições impressas.

Após esse mapeamento *in loco*, houve à compilação das informações em um estudo pós-campo, em que foram produzidos mapas correspondentes à dinâmica vista em campo, bem como uma análise dos dados extraídos.

3. Resultados e discussões

Foram identificadas na microbacia do Saboeiro, aproximadamente, 30 feições erosivas do tipo voçoroca, cujas localizações seguem na Figura 2. Em função da grande quantidade de voçorocas mapeadas, foram adotadas para análise apenas quatro, e os critérios utilizados foram às diferenças observadas entre elas.

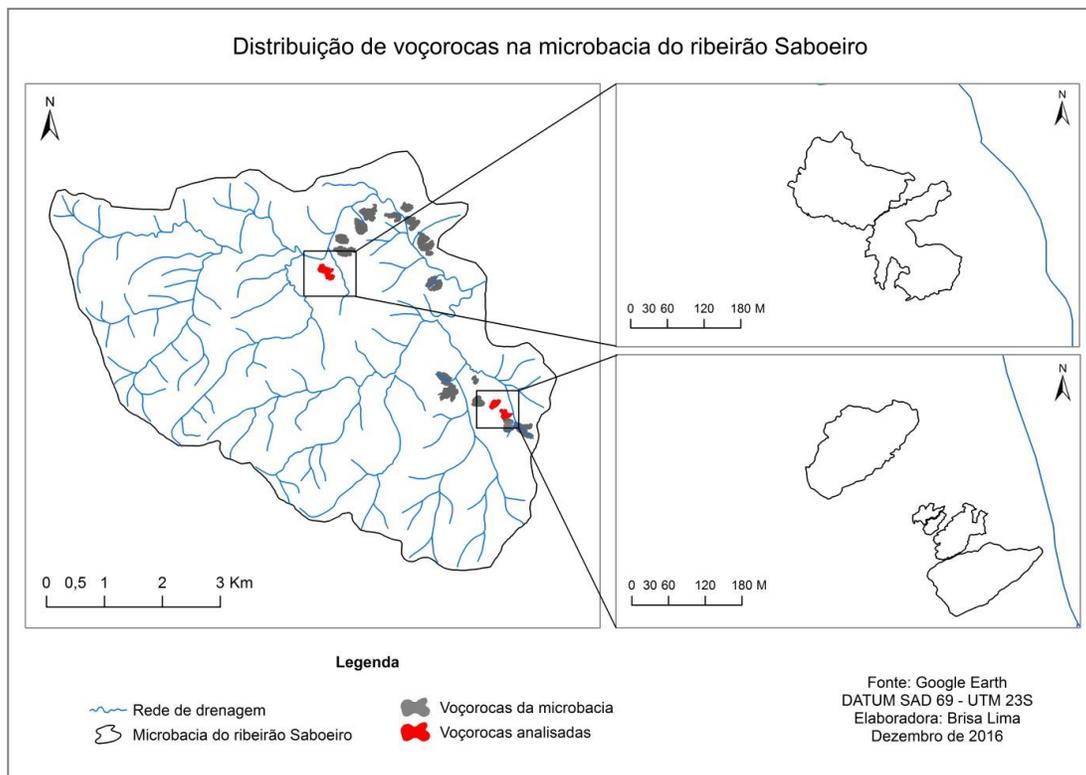


Figura 2: Mapa de distribuição das voçorocas na microbacia do rio de Peixe.



Já a microbacia do rio de Peixe apresentou, aproximadamente, 20 feições erosivas. Como a concentração das voçorocas está na porção sul, o estudo se debruçou sobre estas, de modo que no recorte utilizado foram estudadas quatro feições erosivas de um total de oito, e o critério se baseou no acesso em campo. As feições – enumeradas de V1 a V8 por motivos de fluidez literária – seguem na Figura 3, que apontam também quais são as voçorocas analisadas.

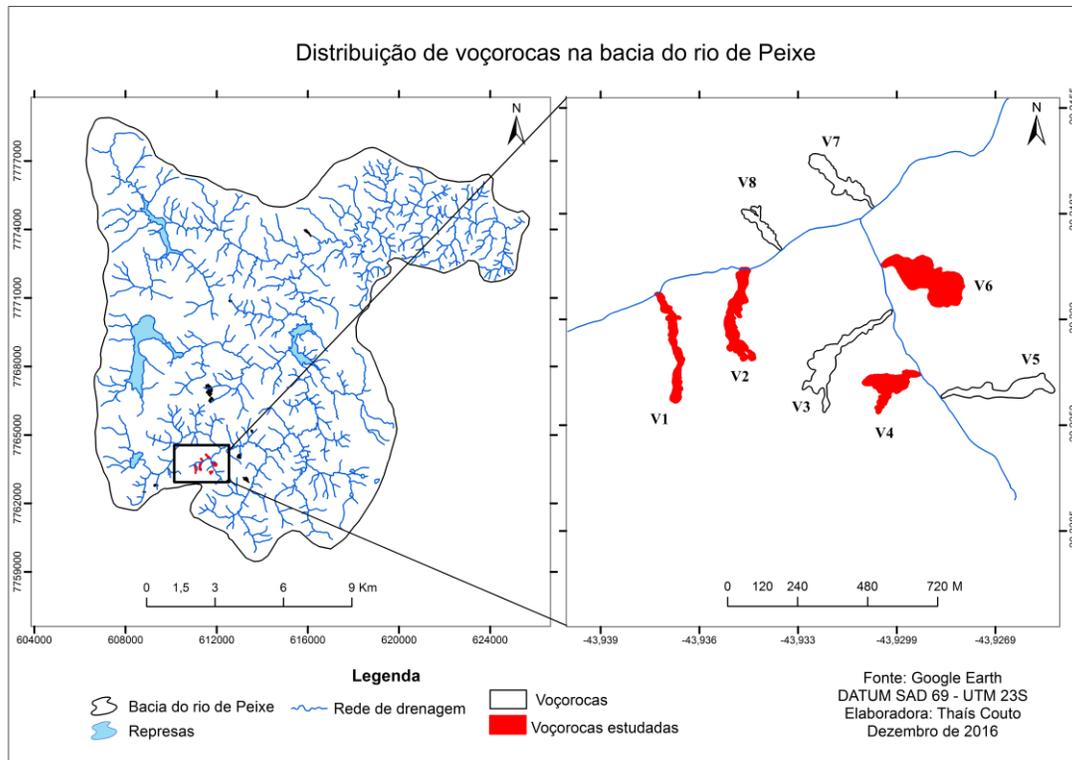


Figura 1: Distribuição de voçorocas na sub-bacia do rio de Peixe

3.1. As voçorocas da microbacia do ribeirão Saboeiro

A Figura 2 aponta para duas áreas de aglomeração, uma voltada para o Norte, e a outra voltada para Sudeste. Enquanto as voçorocas ao Norte são mais abertas e arredondadas, ao Sudeste, estas se mostram mais estreitas e retilíneas. Dessa forma, foram selecionadas três feições do grupo Norte, nomeadas de 1, 1.2 e 2, e duas feições do grupo Sudeste, 5 e 6. Apesar das diferentes formas, todas as voçorocas são impressas sobre a litologia de rochas graníticas, com manto de alteração predominantemente de Latossolos Vermelho-amarelo Distróficos.

Inicialmente acreditava-se que eram duas voçorocas ao norte da microbacia, entretanto, em campo, fora possível identificar uma linha de conexão ativa que dividia a voçoroca 1 (Figura 5) e que despertou



atenção para o exutório, densamente recoberto por samambaias, da nova voçoroca, denominada 1.2 (Figura 4).

A voçoroca 1, em especial, chama a atenção pela existência de um fluxo permanente que pôde ser observado em 21 de Abril, após dias de estiagem. Observando o mapa (Figura 4), é possível perceber dois canais de saída, de forma que um recebe todo o fluxo, enquanto o outro é seco. Este último situa-se a uma altitude um pouco maior do que o atual fundo da voçoroca. Fato curioso que nos levou a imaginar uma possível captura de voçorocas, para que este exutório fosse desativado. O interior dessa feição é marcado por intenso ravinamento decorrente do constante escoamento a partir de pontos de exfiltração. A vegetação, em maior parte gramínea, se instalou no canal de saída da voçoroca. Da mesma forma, o canal desativado está recoberto por samambaias, demonstrando que essas áreas estão em processo de estabilidade momentânea. Algumas espécies arbustivas e arbóreas também puderam ser identificadas, em menor concentração, como é representado no mapeamento. Uma feição do tipo *piping* foi identificada, ilustrando a marcante atuação da água subterrânea no desenvolvimento dessa voçoroca.

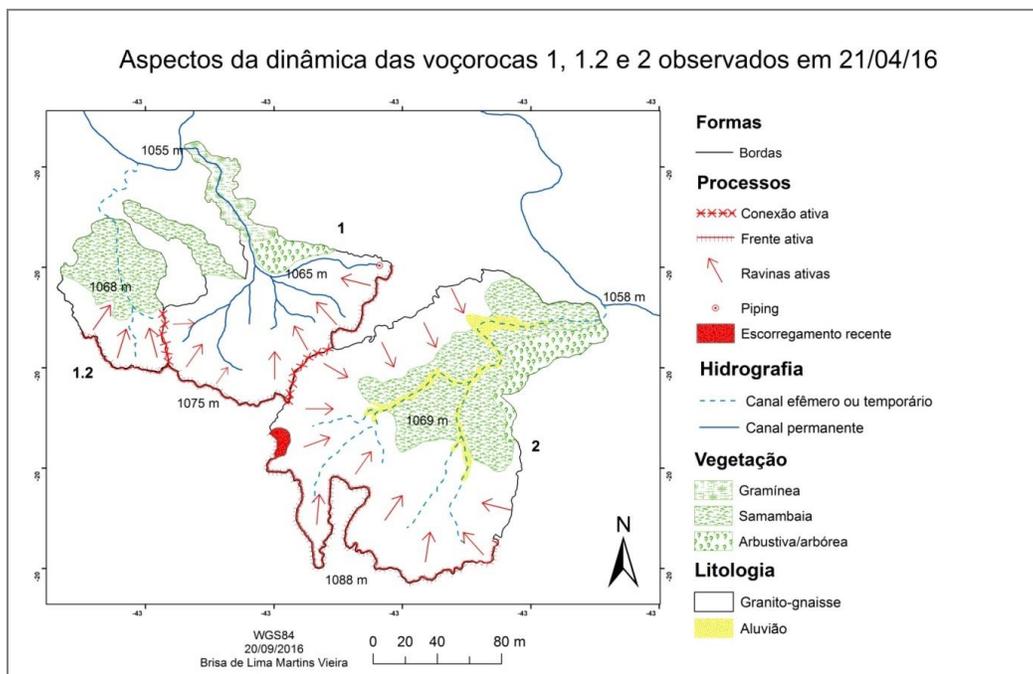


Figura 4: Dinâmica das voçorocas 1, 1.2 e 2 na microbacia do ribeirão Saboeiro

A voçoroca 2, por sua vez, apresenta fundo largo e aplainado, o que possibilitou a deposição de sedimentos pelo canal, sendo nítida a formação da pequena planície de aluvião (representada de amarelo no mapa). Assim como na voçoroca 1, o processo de ravinamento é intenso (Figura 5), apesar de não ter sido identificada água percorrendo nos canais. A vegetação, predominantemente de gramínea, ocupa quase



todo o fundo da voçoroca, podendo ser observadas em menor concentração, espécies arbustivas e arbóreas, como é visto no mapa.



Figura 5: Fotos tiradas em campo das voçorocas do ribeirão Saboeiro.

Como supracitado, diferentemente das voçorocas 1, 1.2 e 2, as voçorocas 5 e 6 possuem desenvolvimento linear, como pode ser observado na Figura 6. Embora sejam menores do que as outrora analisadas, as voçorocas 5 e 6 apresentam processos que demonstram a intensa atividade, como mostra na Figura 5. Ambas são colonizadas por espécies de samambaias em quase metade de suas áreas. Porém, a região à montante é caracterizada por intenso processo erosivo observado na voçoroca 5, como intenso ravinamento, escorregamento recente e um *piping*, enquanto na voçoroca 6, não há ravinas, e sim, marcas de desmoronamento.

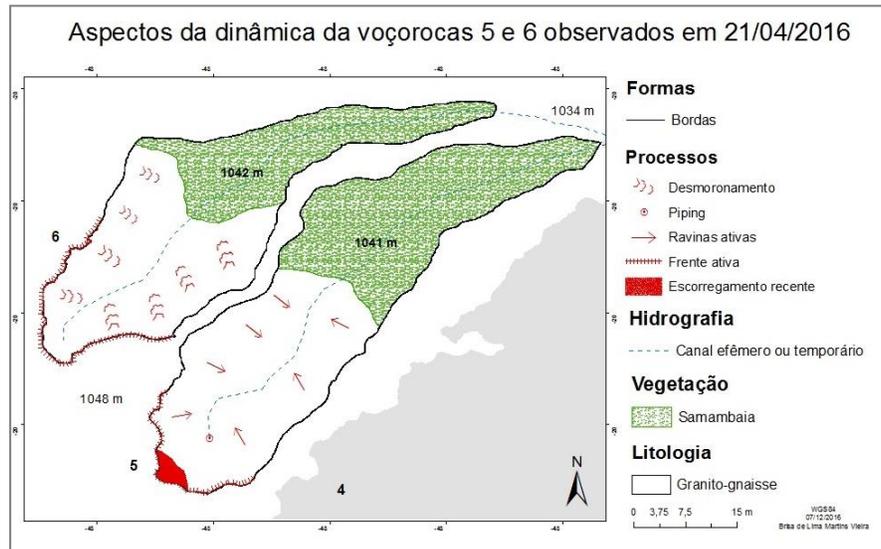


Figura 6: Dinâmica das voçorocas 5 e 6 na microbacia do ribeirão Saboeiro.

3.2. As voçorocas da sub-bacia do rio de Peixe

Na sub-bacia do rio de Peixe foram analisadas quatro das oito voçorocas que estão concentradas na porção sul, sendo estas a V1, V2, V4 e V6. A dinâmica evolutiva das feições erosivas e seus elementos característicos foram identificados e plotados nos mapas que seguem na Figura 7:

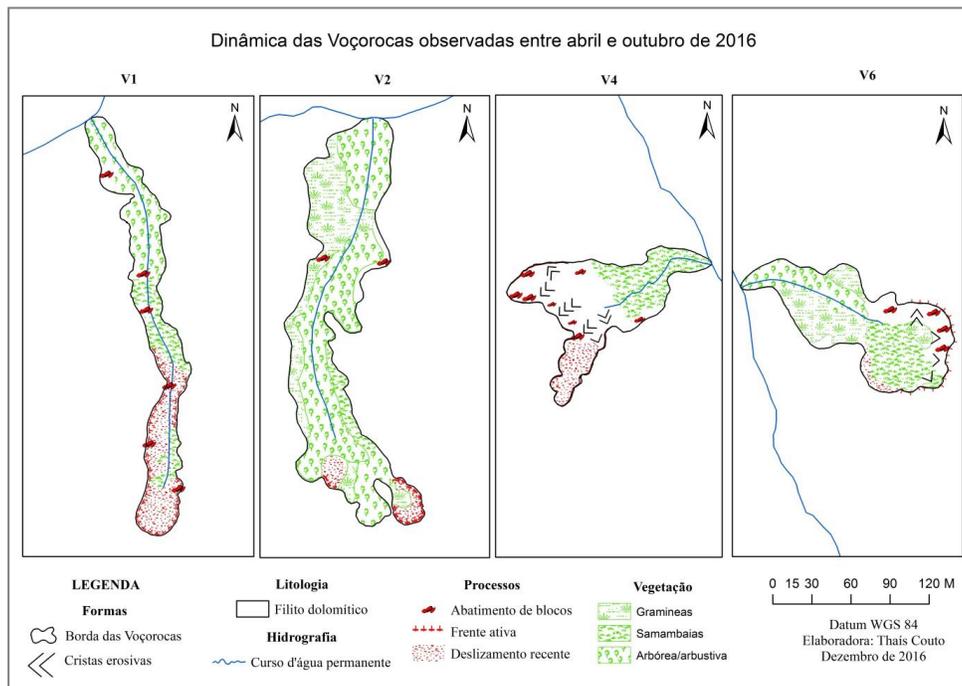


Figura 7: Dinâmica evolutiva das voçorocas na sub-bacia do rio de Peixe



Como podem ser observadas na Figura 7, as voçorocas analisadas apresentaram formas e tamanhos variados, de modo que as características que se assemelharam entre elas foram os elementos responsáveis pela manutenção do processo erosivo e o material constituinte, considerando a estrutura litológica comum: o Filito dolomítico.

As feições V1 e V2 possuem desenvolvimento linear (Figura 8) e grande parte de suas porções a jusante estão vegetadas, enquanto a montante o recuo de borda é ativo, por meio de deslizamentos de terra. Em ambas as voçorocas o curso d'água subterrâneo está exposta e se faz permanente mesmo no período seco em que foram analisadas. Além disso, nas regiões mais estáveis dentro da V1 e V2, é possível observar a ocorrência de abatimentos de blocos, evidenciando reativações erosivas em suas respectivas bordas.

Já as feições V4 e V6, diferentemente da V1 e V2, apresentaram maior desenvolvimento lateral, cujas medidas estimam alcançar 100 m. A V4 ao longo de seus 190 metros de comprimento, apresenta estabilidade à jusante, em função da presença de pteridófitas que se estendem até próximas as cabeceiras, com algumas vegetações arbóreas que foram levadas pelo deslizamento de terra. Já a montante, os processos erosivos se tornam mais intensos, com uma frente ativa que se expande por meio de deslizamentos, bem como por abatimento de blocos (Figura 8).



Figura 8: Fotos tiradas em campo das voçorocas da bacia do rio de Peixe.



Assim como a V4, grande parte da V6 é vegetada por gramíneas, samambaias e arbustos que estão distribuídas no interior da voçoroca, principalmente a jusante do processo erosivo. Próximas ao curso d'água que aflora dentro da V6 há o predomínio da vegetação arbustiva, já nas paredes laterais há um maior desenvolvimento de gramíneas, enquanto mais a montante, nas regiões adjacentes aos processos mais intensos, as samambaias tornam-se predominantes (Figura 8).

Um fator de importância observado foi a presença de cristas erosivas nas V4 e V6, que evidenciou um profundo manto de intemperismo do Filito dolomítico.

4. Considerações

As voçorocas das microbacias do ribeirão Saboeiro e da sub-bacia do rio de Peixe estão em diferentes contextos geomorfológicos, geológicos/ litológicos, de modo que este fato implica em diferentes formas de evolução da erosão.

Na região do ribeirão Saboeiro, especificamente nas áreas de ocorrência de rochas graníticas, houve o desenvolvimento de um espesso pacote de material intemperizado, além de horizontes pedológicos, influenciados pelas características da rocha, do relevo e do clima.

A concentração das voçorocas na microbacia ocorre em Latossolos Vermelho-amarelo Distróficos. Estes solos têm como característica o baixo grau de nutrientes pelo fato de serem antigos, profundos, porosos e assim, muito lixiviados. Estes aspectos pedológicos demonstram que a superfície da região é altamente permeável, de forma que os aquíferos mais superficiais são rapidamente abastecidos quando há disponibilidade de água. Dessa maneira, os fluxos subsuperficiais são intensificados em períodos úmidos, podendo ocorrer o colapso de *pipings*, que tende a gerar voçorocas ou aumentá-las. Assim também, a exfiltração da água subterrânea em voçorocas já existentes, provoca ravinamentos e desestabilização das paredes, gerando uma série de movimentos de massa, que são os grandes responsáveis pela evolução de uma voçoroca, como registrado nos mapeamentos produzidos.

No mapa litológico e estrutural da microbacia (Figura 9), fora possível identificar algumas falhas que compõem o espaço da microbacia. Dentre elas, destaca-se uma grande falha de empurrão, à montante. As falhas de empurrão ocorrem em ambientes de regime compressivo e consistem no cavalgamento de um bloco sobre o outro. Essa nova configuração do relevo sugere que algumas alterações possam ocorrer na bacia, principalmente na dinâmica fluvial. O soerguimento à montante rearranja o perfil longitudinal do curso d'água. Assim, este tenderá a buscar seu equilíbrio, por meio de um maior poder de entalhamento da rede de drenagem, adquirido pelo ganho de velocidade e, conseqüentemente, expandindo as áreas de



cabeceira. Dessa forma, é possível que a reestruturação da dinâmica fluvial tenha influencia no surgimento e desenvolvimento das voçorocas, levando em conta os aspectos já referidos.

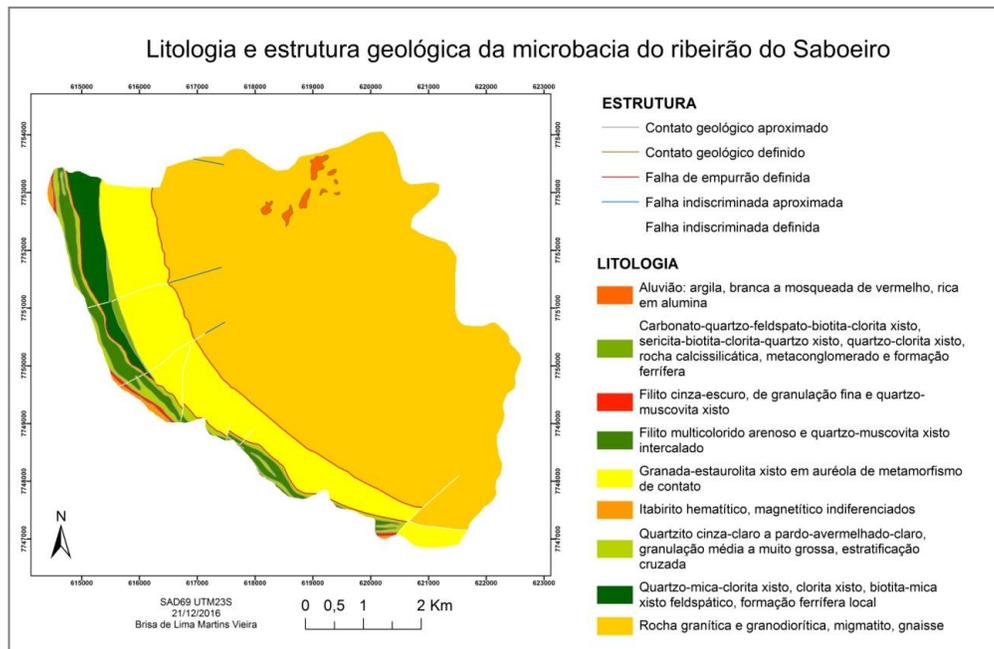


Figura 9: Litologia e estrutura geológica da microbacia do ribeirão Saboeiro

Sendo assim, baseado nos estudos realizados até o momento, é válido afirmar que a região da microbacia do ribeirão do Saboeiro, apresenta uma predisposição natural ao desenvolvimento de voçorocas. Portanto, não existe um fator específico que explique o porquê dessas feições se desenvolverem ali, mas sim uma combinação de fatores naturais: clima, solo, relevo e geologia.

Em relação às voçorocas da sub-bacia do rio de Peixe, estas apresentaram formas e tamanhos diversos em diferentes morfologias do relevo, admitindo-se a hipótese de que a concentração das feições erosivas esteja associada à baixa resistência do Filito dolomítico ao intemperismo e, conseqüentemente, aos processos erosivos. As paredes íngremes desnudadas pela erosão, bem como as cristas erosivas expostas na V4 e V6, evidenciaram este fato, uma vez que a friabilidade do material faz com que a remoção de materiais seja intensa. Ademais, a frente ativa que recua a montante das voçorocas atesta que a evolução dos processos tende a continuar, de maneira que seja necessária extrema cautela nas ocupações da porção sul da bacia do Peixe.

De modo geral, as formas resultantes dos processos erosivos se diferenciaram em sua dimensão: as voçorocas do ribeirão Saboeiro são maiores e possuem maior quantidade de mecanismos envolvidos na



erosão, enquanto as voçorocas do rio de Peixe são menores e possuem mecanismos específicos, como os abatimentos de blocos e o intenso recuo de borda. Além disso, é importante ressaltar a diferença litológica: enquanto a primeira está sob rochas graníticas, a segunda está sob filitos dolomíticos. Entretanto, de acordo com o mapeamento da dinâmica das voçorocas, bem como pela análise desenvolvida nos campos realizados, pode-se afirmar que os processos erosivos vistos tanto na microbacia do ribeirão Saboeiro, como na sub-bacia do rio de Peixe sejam naturais, e associados às condições estruturais e litológicas das bacias, que em função do espesso manto de alteração de suas respectivas litologias fazem com que as voçorocas possuam intensa atividade erosiva.

5. Bibliografia

- AZEVEDO, U. R. A.; MACHADO, M. M. M.; CASTRO, P. T. A.; RENGER, F. E.; TREVISOL, A.; BEATO, D. A. **Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG)**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/media/quadrilatero.pdf>>. Acesso em: 03 de maio de 2016.
- IWASA, O.Y., PRANDINI, F.L., 1982, “**Prevenção e correção de fenômenos erosivos: as boçorocas, exemplo da necessidade de diagnose**”, *Geologia Ciência – Técnica*, CEPEGE, USP, n. 7, pp. 1543-1548.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS – **Portal da Geologia**. Disponível em: <<http://www.portatgeologia.com.br/index.php/mapa/>>. Acesso em: 30 de maio de 2016.
- GOOGLE. Google Earth. **Google Earth Pro 7.1**. 2016. Nota (Bacia do rio de Peixe).
- NETTO, M. M., SOBREIRA, F. G., “Os processos erosivos lineares da bacia hidrográfica do ribeirão Carioca, Itabirito/MG e seus condicionantes principais: observações preliminares”. *Revista Brasileira de Geomorfologia* - Ano 7, nº 2, 13-21p. 2006.
- PICHLER, E. **Boçorocas**. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*. Disponível em: <<http://itpack31.itarget.com.br/uploads/abe/arquivos/RevistaABGE-Ernesto.pdf>>. Acesso em: 26 de maio de 2016.
- ROESER, H. M. P., ROESER, P. A., 2010. **O Quadrilátero Ferrífero – MG, Brasil: aspectos sobre sua história, seus recursos minerais e problemas ambientais relacionados**. *Revista Geonomos* – v. 18, nº 1 (2010). Págs. 33 ao 37.