

INFLUÊNCIA DE CONDICIONANTES GEOLÓGICOS NO POTENCIAL HÍDRICO DE TRECHOS DE RIOS NA REGIÃO DE OURO PRETO-MG**GEOLOGICAL INFLUENCE ON THE WATER POTENTIAL OF RIVERS IN THE REGION OF OURO PRETO (MG)**

Larice Nogueira de ANDRADE¹; Mariangela Garcia Praça LEITE²;
Luís de Almeida Prado BACELLAR²

Resumo: O presente trabalho foi desenvolvido no Parque Estadual do Itacolomi (PEI), localizado no município de Ouro Preto (MG). Foi realizada uma caracterização hidrológica para avaliar o potencial hídrico e a importância da litologia nesse potencial. Esta caracterização foi baseada na determinação das vazões, por meio do micromolinetete, durante um ano hidrológico de três diferentes sub-bacias, selecionadas de acordo com a geologia do local. A análise hidrológica facilitou o entendimento dos sistemas hídricos da região, sendo possível inferir o potencial hídrico das sub-bacias estudadas.

Palavras-chave: Parque Estadual do Itacolomi; Potencial hídrico; Geologia.

Abstract: This research had been developed in the Itacolomi State Park (PEI), in the city of Ouro Preto (MG). A hydrology characterization was accomplished for to evaluate the water potential and the litology influence on that potential. This characterization was based on determining the flow rates by the Guelph permeameter during one hydrological year of three distinct sub-basins selected according to the local geology. The hydrology analysis favor to understanding the aquifer systems from the explored region, we can note the hidrical potential from the sub-basins studied.

Keywords: Itacolomi State Park; Water potential; Geology.

1 – Doutoranda - Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), E-mail: lariceandrade@gmail.com;

2 – Departamento de Geologia da Escola de Minas / Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), E-mail: garciaelite@degeo.ufop.br; bacellarprado@degeo.ufop.br.

INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda a caracterização hidrológica do Parque Estadual do Itacolomi (PEI), bem como relaciona a influência dos fatores geológicos nas características dos fluxos hídricos superficiais.

A área de estudo tem um dos maiores potenciais hídricos do estado de Minas Gerais. Dentro de seus limites, o parque abrange diversas áreas de nascentes que formam os ribeirões do Carmo e Gualaxo do Sul, ambos componentes do chamado Alto Rio Doce. Essas nascentes estão vinculadas principalmente aos dois aquíferos na região da Serra do Itacolomi, que segundo Ferreira e Lazarin (1993, p.36) tratam-se de aquíferos fraturados, com alta porosidade secundária, inclusive com a formação de feições cársticas. A morfologia cárstica do Parque Estadual do Itacolomi se desenvolve em rochas quartzíticas localizadas em regiões tectonicamente deformadas e em altitudes elevadas (CRUZ; FILHO, 2006, p.8).

Os padrões de fluxo hídrico em áreas cársticas, em muitas circunstâncias, tornam-se difíceis de serem caracterizados, uma vez que estas regiões apresentam peculiaridades, como a grande rapidez da infiltração das águas por meio de condutos localizados (sumidouros); irregularidades na direção do fluxo de água com relação ao gradiente potenciométrico; grande heterogeneidade da condutividade hidráulica e variação dos valores do coeficiente de armazenamento e da transmissividade (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997).

Espera-se que este trabalho contribua para o melhor conhecimento do potencial hídrico da região e para adequado planejamento, gestão e preservação das áreas de mananciais. Além disso, espera-se que as informações obtidas neste trabalho possam ser usadas como base para outras pesquisas na região.

ÁREA DE ESTUDO

O PEI está situado entre os meridianos 43°32'30" e 43°22'30" de longitude oeste e os

paralelos 20°22'30" e 20°30'00" de latitude sul, nos municípios de Ouro Preto e Mariana, no Estado de Minas Gerais (Figura 1).

A história da área onde hoje se situa o Parque Estadual do Itacolomi teve seu início no século XVII com a exploração de ouro na região de Ouro Preto e Mariana. O Pico do Itacolomi, uma formação rochosa pontiaguda e imponente, localizado no alto da serra do parque, serviu de referência para os primeiros exploradores que se aventuraram na região, em busca de ouro.

O Clima da região do Parque Estadual do Itacolomi, de acordo com a classificação climática de Köppen, está enquadrado nos tipos Cwa e Cwb. Trata-se de um clima tropical de altitude, marcado pela elevada pluviosidade, com maior concentração entre os meses de outubro e março. O Cwa predomina nas partes menos elevadas, com verões quentes e chuvosos e estação seca curta. O Cwb ocorre nas regiões topograficamente mais elevadas e é caracterizado por verões brandos (FEAM/DIPLA, 1995, p.54).

Geologicamente, a área de estudo está inserida na porção sudeste do Quadrilátero Ferrífero (QF - Figura 2), uma das áreas clássicas do pré-cambriano, situada no extremo sul do Cráton de São Francisco. O Quadrilátero Ferrífero é uma unidade mundialmente conhecida por suas riquezas (ouro, ferro, manganês, gemas e pedras ornamentais) e amplamente estudada. As divisões estratigráficas para as rochas pré-cambrianas do Quadrilátero Ferrífero foram propostas primeiramente por Harder e Chamberlain (1915, p. 345). Posteriormente, uma versão clássica foi sintetizada por Dorr (1969) e recentemente modificada e ampliada por alguns autores (LADEIRA, 1980, MARS-HAK e ALKMIN, 1989).

As unidades litoestratigráficas (Figura 3) que compõem a região Quadrilátero Ferrífero são:

- Complexos metamórficos: compreendem os complexos de Bonfim, Moeda, Congonhas, Santa Rita Caeté e Bação; compõem o em-

basamento cristalino de idade arqueana, constituídos principalmente por gnaisses e migmatitos;

- Supergrupo Rio das Velhas: apresenta seqüências vulcano-sedimentares arqueanas do tipo greenstone belt; se divide em três grupos: Nova Lima, Maquiné e Quebra Ossos;
- Supergrupo Minas: representa seqüências supracrustais Proterozóicas; é dividido nos seguintes grupos: Caraça, Itabira, Piracicaba e Sabará. O Grupo Caraça se subdivide em duas

formações: Moeda e Batatal; apresenta sedimentos clásticos de granulometria fina, seixos e matacões. O Grupo Itabira, que em grande parte é de origem química, subdivide-se nas formações Cauê e Gandarela. O Grupo Piracicaba é composto por cinco unidades clásticas: Formação Cercadinho, Fecho de Funil, Tabões, Barreiro e Sabará.

- Grupo Itacolomi: é separado do Supergrupo Minas por uma discordância angular e erosional (GUIMARÃES, 1931, p.18).

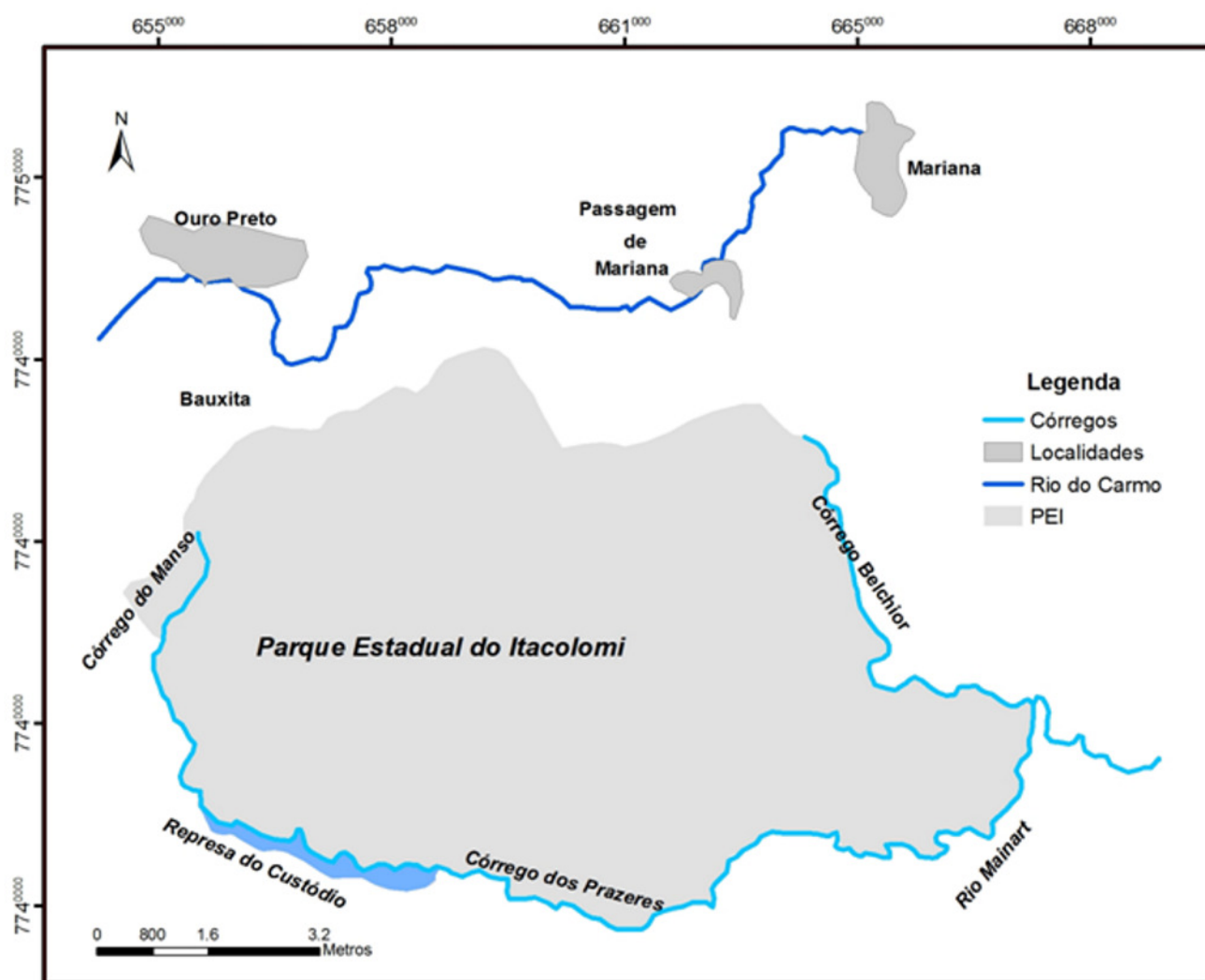


FIGURA 1: Mapa de localização da área de estudo.

FIGURE 1: Localization map of the studied area.

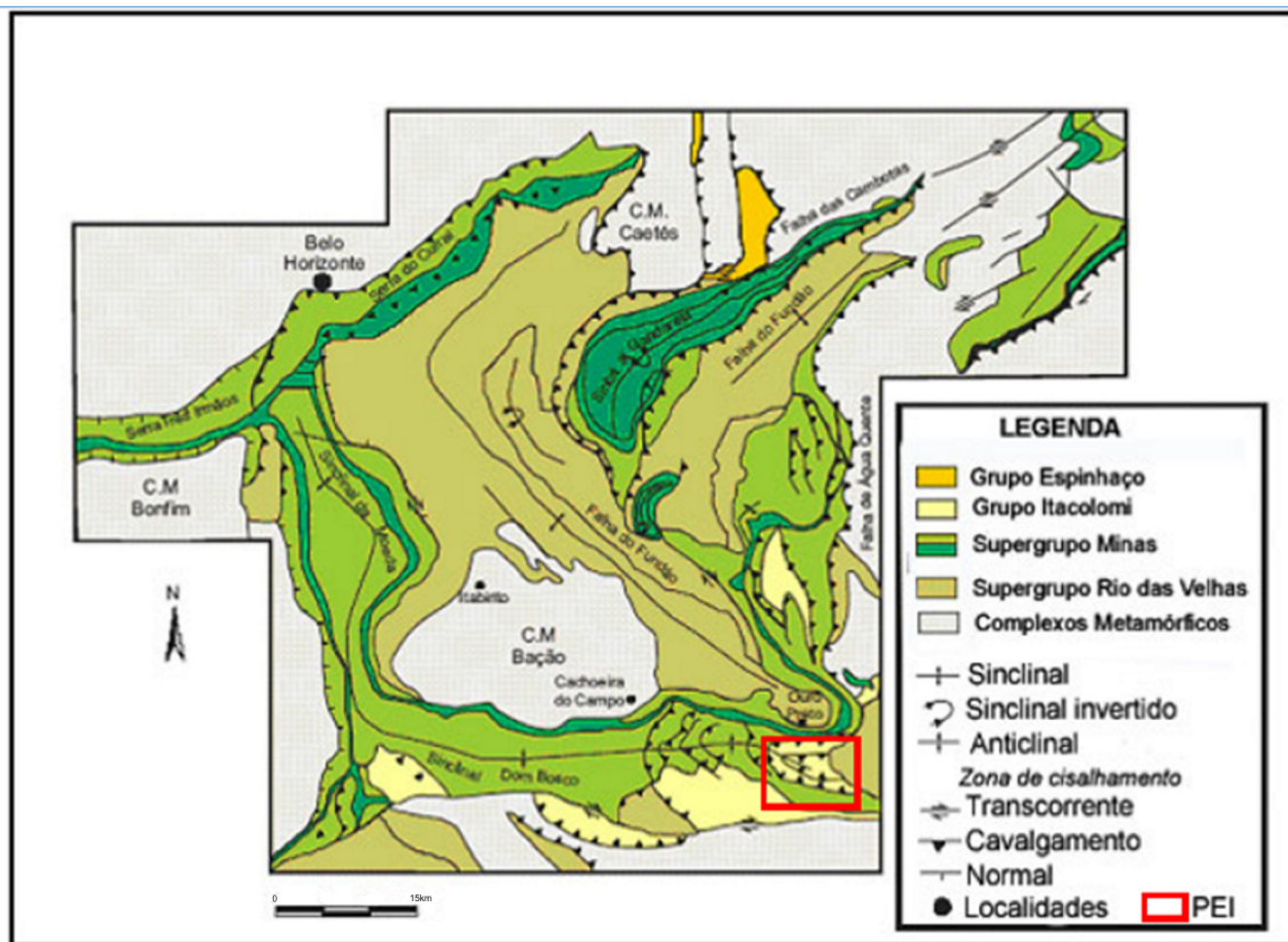


FIGURA 2: Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero – modificado de DORR (1969).

FIGURE 2: Geological map of Quadrilátero Ferrífero – adapted from DORR (1969).

A estratigrafia na região do parque é representada por rochas do Supergrupo Rio das Velhas, do Supergrupo Minas (Grupo Piracicaba e Sabará) e pelas rochas metassedimentares clásticas do Grupo Itacolomi, cujo empilhamento litológico encontra-se controlado por falhas de cavalcamento (GLÖECKNER, 1981). Os quartzitos do Grupo Itacolomi foram dividi-

dos por Ferreira & Lazarin (1993, p.28) em dois subgrupos: inferior e superior, que representam, respectivamente, os quartzitos Morro do Cachorro (QMC) e os quartzitos Pico do Itacolomi (QPI), separados por xistos do Grupo Sabará (GLÖECKNER, 1981). Encontram-se também na área, rochas intrusivas básicas e depósitos recentes de laterita.

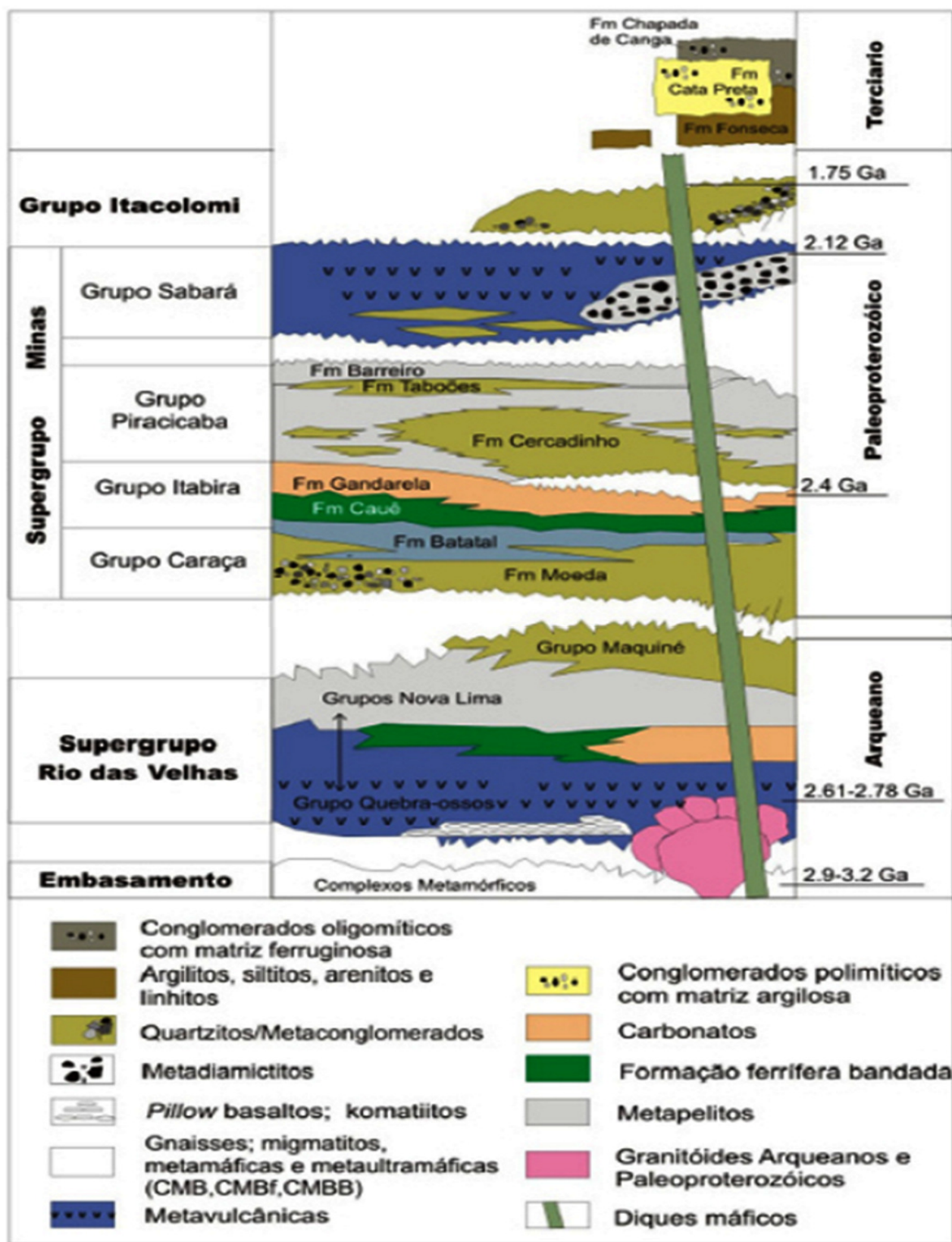


FIGURA 3: Coluna Estratigráfica do QF - modificado de MARSHAK e ALKMIN (1989) por LANA (2004).

FIGURE 3: Stratified column of QF – adapted from MARSHAK and ALKMIN (1989) by LANA (2004).

Segundo Fernandes et al. (1988), as características geomorfológicas da região do Parque Estadual do Itacolomi podem ser separadas, pelo menos, em três unidades, que muitas vezes interagem entre si: vertente de topo convexo, regiões planas e relevo escarpado com cristas isoladas.

A região que apresenta relevo escarpado e cristas isoladas é formada por rochas quartzíticas do Grupo Itacolomi, que por serem mais resistentes, foram menos erodidos e, portanto sustentam as superfícies escarpadas e cristas elevadas, destacando-se a visualizada regionalmente, com 1772m de altitude, conhecida como Pico do Itacolomi. Esta crista se localiza a sudeste e ocupa a área central da área de estudo, abrangendo o domínio dos quartzitos superiores e é circundada por blocos facetados, dando um aspecto de relevo ruiforme (FERREIRA e LAZARIN, 1993 p.48).

As vertentes de topo convexo desenvolvem-se predominantemente nas bordas da área, no domínio dos xistos do Supergrupo Minas (Grupo Sabará) e dos filitos do Grupo Piracicaba. Como os xistos e filitos apresentam média resistência aos processos erosivos, trata-se de uma morfologia mais suave, sem escarpas e cristas, com predominância de topos convexos e encostas homogêneas (FERREIRA e LAZARIN, 1993, p.49).

As regiões aplainadas localizam-se entre as cotas 1100 e 1500m, onde predominam xistos do Grupo Sabará e filitos do Grupo Piracicaba, estas representam um domínio de relevo bastante aplainado, resultado da intensa força do desgaste físico e do processo de intensa deposição (FERNANDES et al. 1988).

MATERIAIS E MÉTODOS

A parte inicial deste trabalho constituiu-se basicamente de levantamentos e análise de textos descritivos sobre o assunto, e do inventário de dados e mapas da região. Após a análise destes dados, partiu-se para o reconhecimento de campo, onde foram definidas três

sub-bacias e dezoito pontos de amostragem de água, todos distribuídos em áreas representativas das diferentes litologias da região (Figura 4). As áreas de coleta de água correspondem às sub-bacias dos rios: Manso (Man), Calais (Cal) e Benedito (Ben).

A sub-bacia do rio Manso apresenta uma mata bem preservada, com predomínio da Floresta Estacional Semidecidual. Na sub-bacia do rio Calais, onde se localiza o pico do Itacolomi, com afloramentos rochosos de quartzito, se concentram as estruturas geológicas (falhas e fraturas) e predominam os campos rupestres. Nesta região o processo erosivo dos quartzitos e metaconglomerados favorecem a ocorrência de colapso de blocos, ocasionando a formação de sumidouros, dolinamentos e cachoeiras. A sub-bacia do rio Benedito é uma região que apresenta cursos d'água encachoeirados e com nascentes localizadas próxima ao Pico do Itacolomi e também apresenta afloramentos rochosos de quartzito.

Os segmentos de rios e córregos definidos nessas sub-bacias, para medições das vazões líquidas e parâmetros físico-químicos, apresentam características diversas. Na sub-bacia do rio Manso, todos os trechos amostrados (pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6) são rasos e estreitos, de leito arenoso, com uma mata ciliar ainda preservada. Dentre estes, os que apresentam um leito mais arenoso são os pontos man-4 e man-5.

Os pontos 1, 2 e 7 na sub-bacia do rio Calais estão localizados próximo à rodovia dos Inconfidentes (BR-356) e apresentam grande influência antrópica, sendo os pontos 1 e 7 com trechos estreitos, rasos e com leito rochoso e o ponto 2 apresentando um leito arenoso. Os demais trechos (pontos 3, 4, 5 e 6) apresentam matas ciliares, córregos estreitos, rasos e encaixados, com leito rochoso. O ponto 2 na sub-bacia do rio Benedito é bastante estreito e raso, já os pontos 1, 3, 4 e 5 são mais profundos, com leito rochoso, canal largo e encachoeirado.

Para a seleção dos pontos de monitoramento de vazão, procurou-se amostrar aqueles com geologia e geomorfologia distintos e também de mais fácil acesso. Nos diferentes trechos das três sub-bacias definidas neste estudo, foram avaliadas as vazões e medidas as propriedades físico-químicas.

Para estimativa de vazão nos pontos selecionados foram realizadas medidas de profundidade e largura dos canais e tomadas medidas de velocidade do fluxo ao longo de diversas verticais a 0,6 da profundidade do canal (Chow 1959), utilizando-se um molinete fluviométrico (modelo FP201 Global Flow Probe). A partir desses dados, foram calculadas as vazões pelo método área velocidade, conforme predefinido no Geological Survey (1977). Foram realizadas medições quinzenais no período de julho a setembro de 2006 e junho de 2007 e mensais no período de outubro a dezembro de

2006 e de janeiro a maio de 2007. Procurou-se avaliar os pontos em cada sub-bacia no mesmo dia, de forma a permitir o monitoramento da vazão ao longo do curso principal de água, e também foi realizado o monitoramento com três dias consecutivos sem chuva, para uma possível comparação entre as bacias. Problemas técnicos impediram a realização de algumas das medições, mas sem comprometer o resultado final do trabalho.

Estas medidas de vazões foram utilizadas para estimar o potencial hídrico de cada sub-bacia. Para tal foram calculadas as médias das vazões mínimas mensais. Para o cálculo destas vazões médias foi considerado apenas o período de seca, quando a vazão variou pouco e não houve precipitação nos seis dias anteriores à amostragem, que compreendeu os meses de maio a setembro.

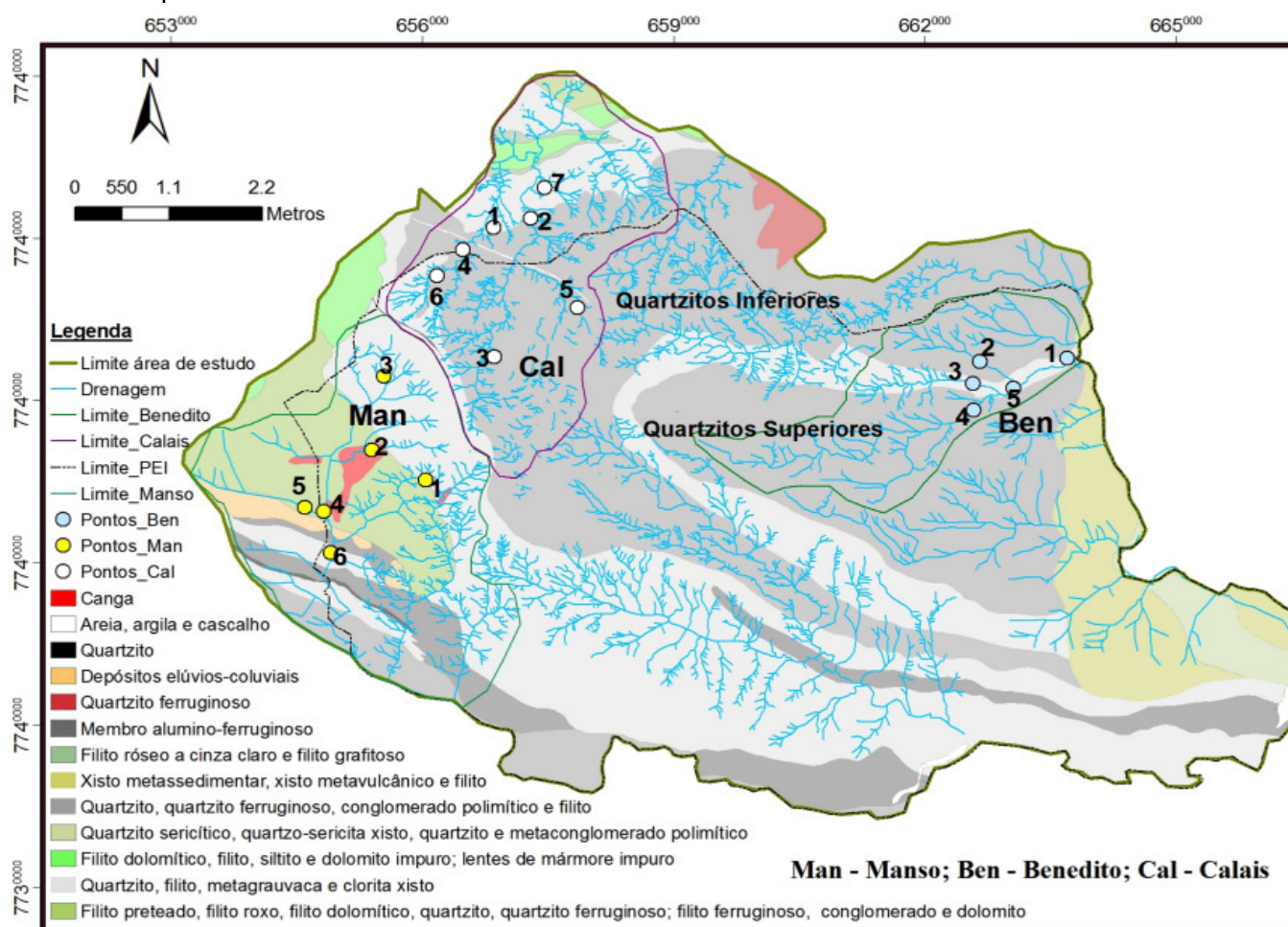


FIGURA 4: Mapa geológico (baseado em LOBATO et al. 2004) com os pontos amostrados do PEI.
FIGURE 4: Geological map (adapted LOBATO et al., 2004) with analysed points of PEI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados fluviométricos obtidos durante um ano hidrológico em cada ponto, foram calculadas as médias das vazões mínimas mensais (Q).

Para o cálculo destas vazões foi considerado apenas o período de seca, quando a vazão variou pouco, se aproximando de uma média mensal, quase toda proveniente da água subterrânea, ou seja, do fluxo de base.

Foram consideradas somente as vazões quando não houve precipitação nos seis dias anteriores à amostragem, que compreendeu os meses de maio a setembro.

Este critério foi utilizado para todas as sub-bacias estudadas (Manso, Benedito e Calais). Para facilitar a comparação dos dados, também foram calculadas as vazões específicas mínimas mensais (Qesp).

Vazões específicas da sub-bacia Manso

Os hidrogramas (Figuras 5 e 6) representam a variação da vazão ao longo do tempo (dias), durante um ano hidrológico e a variação da vazão específica. As vazões específicas mínimas mensais da sub-bacia do Manso ficaram entre $7,0 \times 10^{-10}$ e $1,7 \times 10^{-8}$ m³/s/km² nesta sub-bacia do rio Manso.

Durante o período de amostragem, a maior precipitação ocorreu em dezembro/2006 (464 mm), sendo que um dia anterior (dia 01/12) ao das medidas das vazões choveu 56,2 mm. Portanto, o gráfico da Figura 5 mostra que a vazão, nos pontos amostrados, teve relação direta com a precipitação, já que todos os pontos tiveram um pico de vazão neste mês, correspondendo ao evento do dia 01/12 e provavelmente a das chuvas no final de novembro. Também é possível observar por meio da figura 4 que, como esperado, a vazão aumenta de montante para jusante.

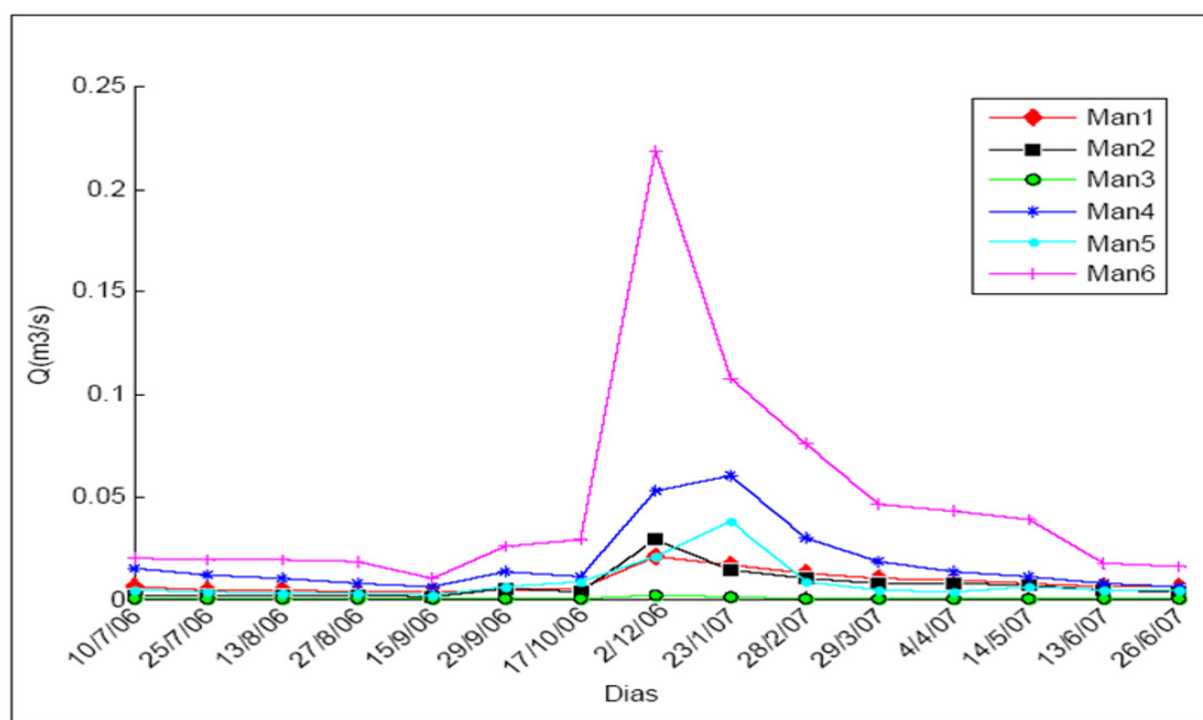


FIGURA 5: Hidrográfico com vazões dos pontos amostrados na sub-bacia do rio Manso.

FIGURE 5: Hydrograph with flows rates sampling sites in the sub-basin of Manso river.

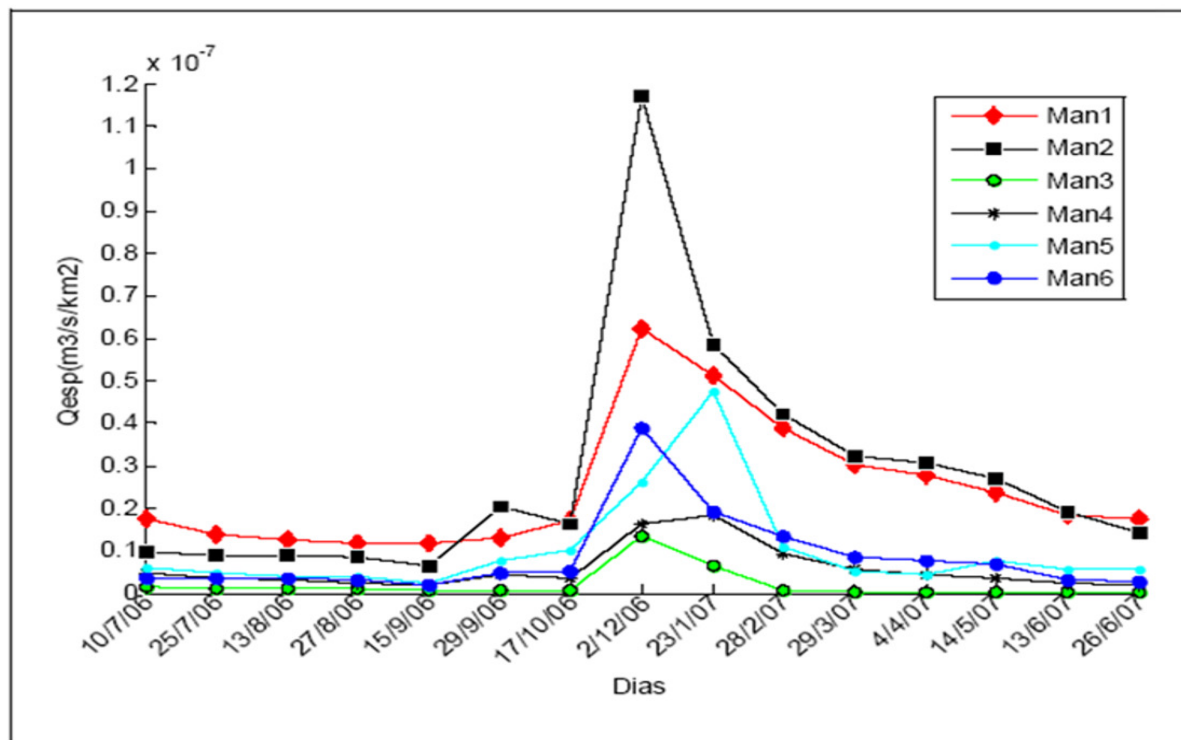


FIGURA 6: Hidrograma com vazões específicas dos pontos amostrados na sub-bacia do rio Manso.

FIGURE 6: Hydrograph with specific flows sampling sites in the sub-basin of Manso river.

Vazões específicas da sub-bacia Benedito

As vazões médias mínimas (Q) dos pontos da sub-bacia do rio Benedito variaram entre 0,000054 m³/s e 0,0067 m³/s. Já as vazões específicas mínimas (Q_{esp}) variaram entre $1,2 \times 10^{-10}$ e $2,2 \times 10^{-9}$ m³/s/km².

As vazões medidas nos pontos da sub-bacia do rio Benedito são apresentadas nas Figuras 7 e 8. A partir da análise dos hidrogramas apresentados nestas figuras é pos-

sível concluir que a sub-bacia do rio Benedito apresenta baixo escoamento subsuperficial. Também observa-se que os pontos no Sabará (Ben-3) apresentam picos maiores de vazão em janeiro e os pontos 1, 4 e 5 no Benedito apresentam um segundo pico importante neste período. Tal fato é reflexo das fortes chuvas que ocorreram neste período. Assim como na sub-bacia do rio manso observa-se que a vazão aumenta de montante para jusante.

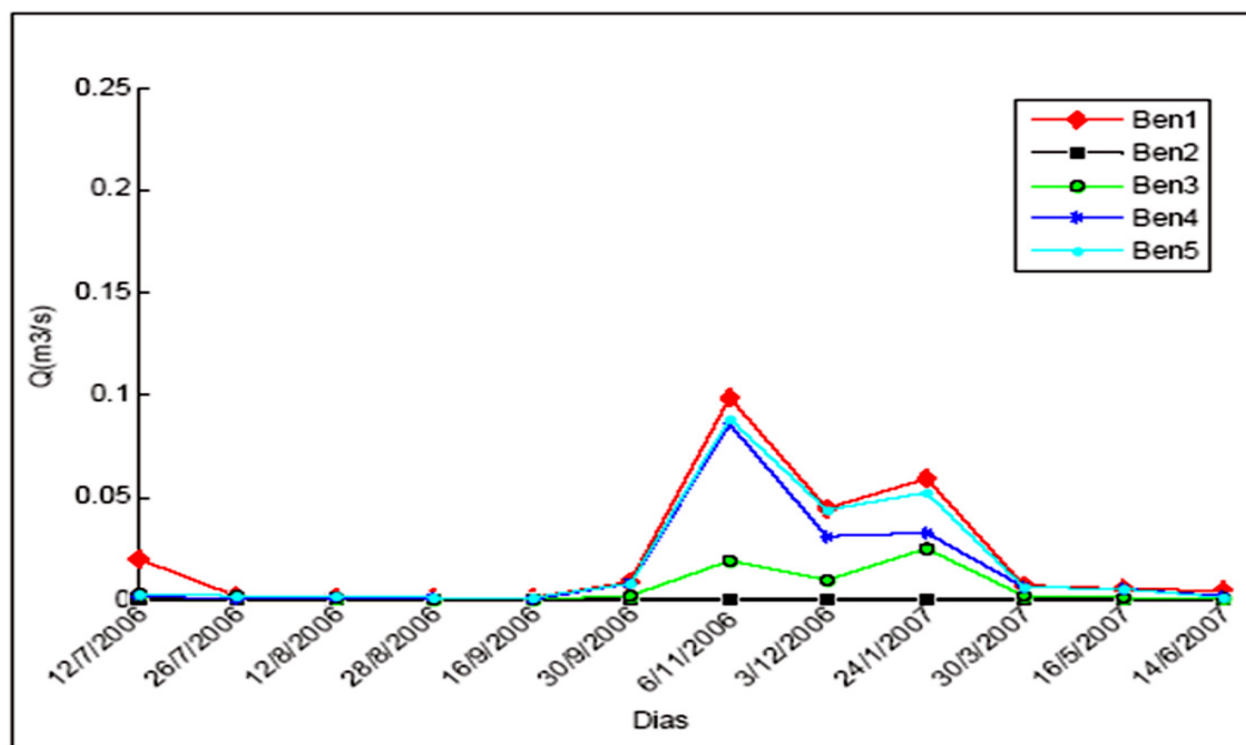


FIGURA 7: Hidrograma com as vazões dos diversos pontos da sub-bacia do rio Benedito.
FIGURE 7: Hydrograph with flows rates sampling sites in the sub-basin of Benedito river.

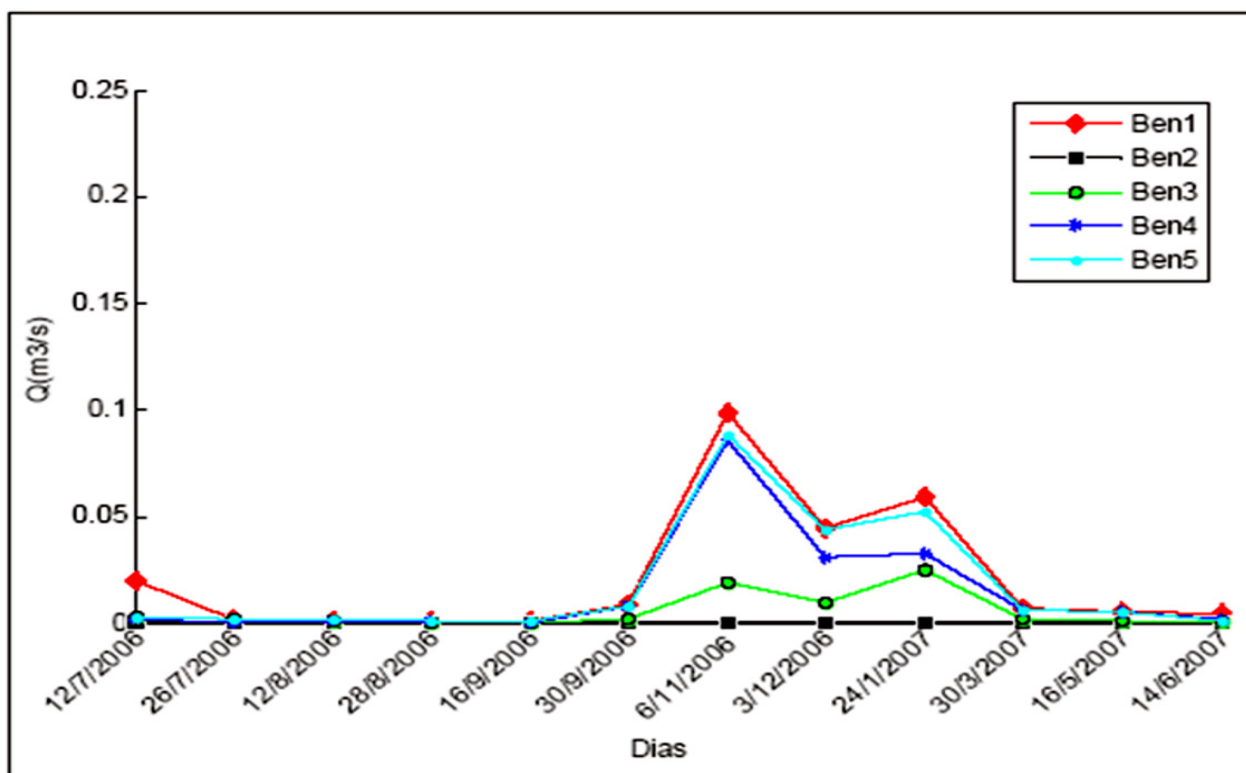


FIGURA 8: Hidrograma com as vazões específicas dos diversos pontos da sub-bacia do rio Benedito.
FIGURE 8: Hydrograph with specific flows several sites in the sub-basin of Benedito river.

Vazões específicas da sub-bacia Calais

As vazões médias mínimas dos pontos da sub-bacia do rio Calais variaram de 0,0010 m³/s a 0,0110 m³/s. Já as vazões médias mínimas específicas variaram de $1,4 \times 10^{-9}$ a $1,2 \times 10^{-8}$ m³/s/km².

As Figuras 9 a 11 apresentam as vazões e as vazões específicas de cada ponto, medidas durante um ano hidrológico na sub-bacia do rio Calais. Nota-se que o ponto denominado cal-6 (Figura 9), situado a montante do cal-4, deveria apresentar vazões inferiores a este ponto, porém mostrou, em quase todos os meses medidos, vazões superiores em relação ao

ponto cal-4, que pode ser explicado pela presença de um sumidouro entre estes dois pontos.

Tal fato também é observado em demais pontos, como é o caso do ponto cal-3 (situado a montante), que apresentou maiores vazões em relação aos pontos cal-2 e cal-7 (situados a jusante), nos meses de julho de 2006 a dezembro de 2007. Isto também pode ser atribuído à existência de sumidouros e ressurgências, por onde as águas que correm em superfície podem abruptamente passar a drenar subterraneamente adentrando nos sumidouros. E a jusante, ressurgir passando a correr em superfície novamente (Figura 10).

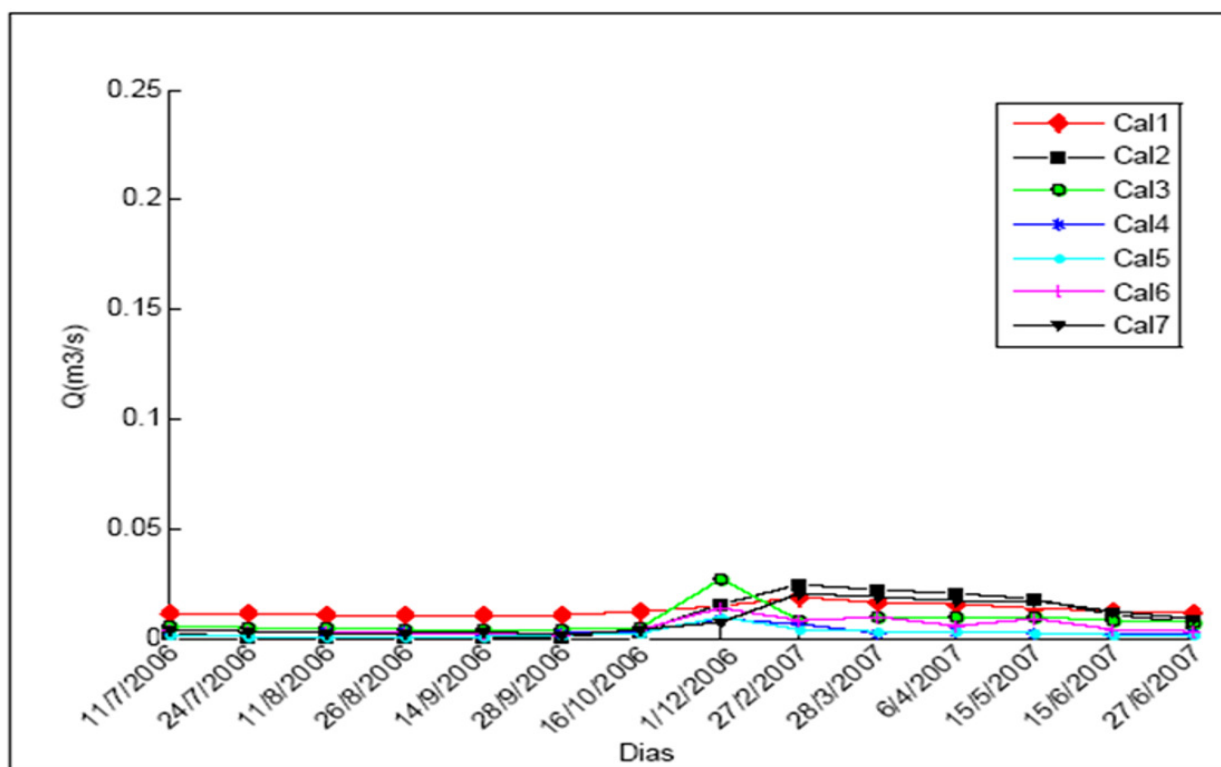


FIGURA 9: Hidrograma com as vazões dos diversos trechos da sub-bacia do rio Calais.

FIGURE 9: Hydrograph with flows rates of various parts in the sub-basin of Calais river.

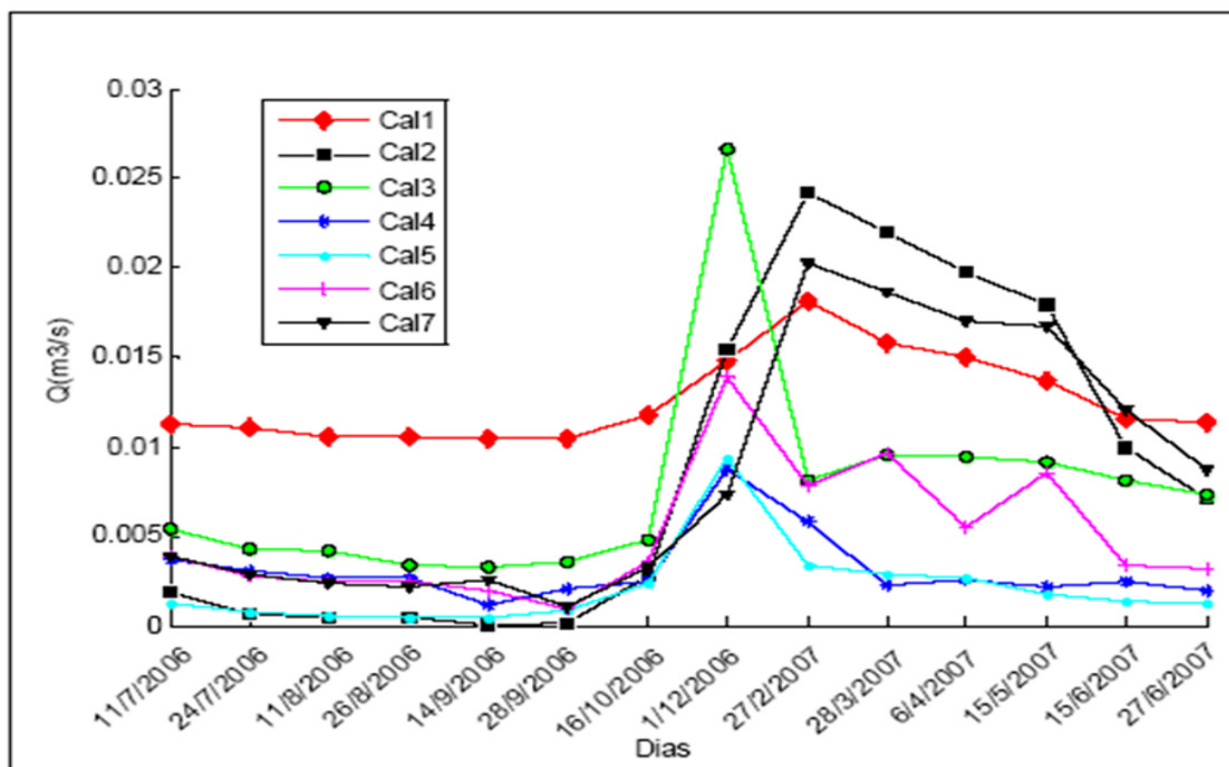


FIGURA 10: Hidrograma com as vazões (em escala menor) dos diversos trechos da sub-bacia do rio Calais.
FIGURE 10: Hydrograph with flow rates (on a smaller scale) of various parts in the sub-basin of Calais river.

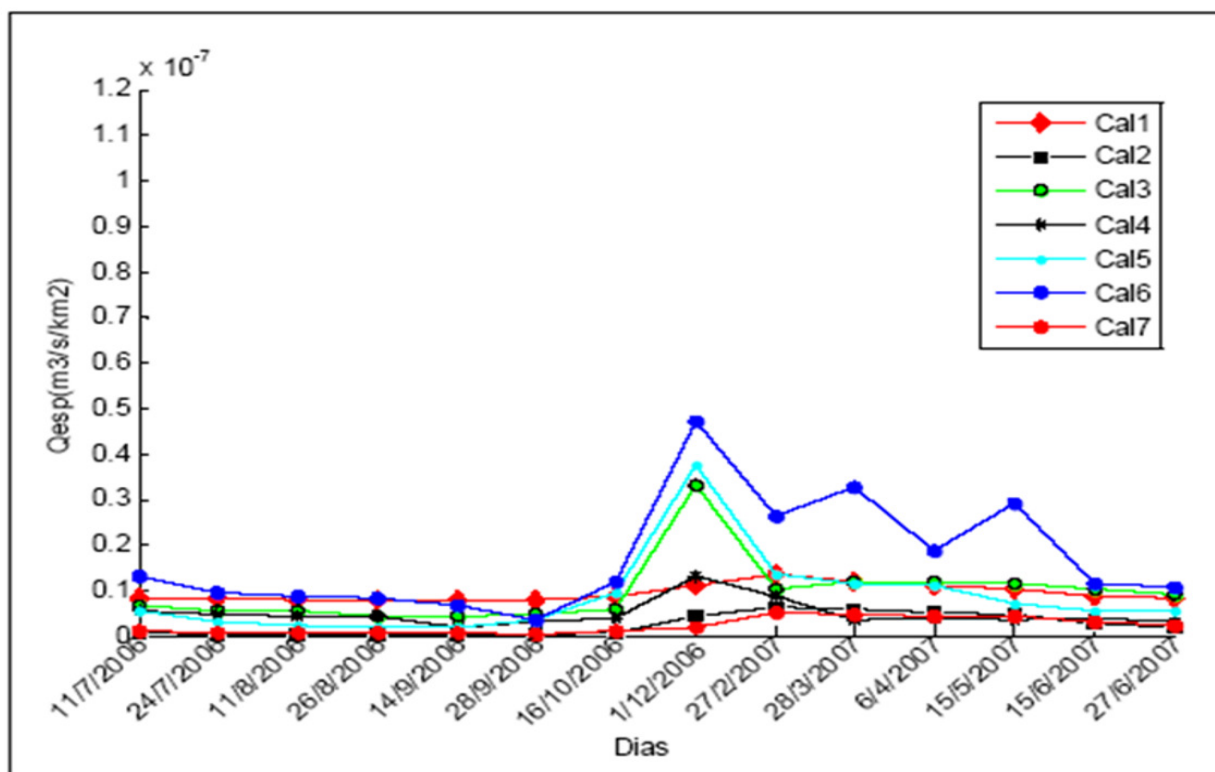


FIGURA 11: Hidrograma com as vazões específicas dos diversos trechos da sub-bacia do rio Calais.
FIGURE 11: Hydrograph with specific flow of various parts in the sub-basin of Calais river.

Comparação dos dados das sub-bacias analisadas

Para uma melhor interpretação dos dados hidrológicos, foi realizada uma análise espacial dos dados de vazões específicas médias e mínimas.

Observa-se através da Figura 12 que na sub-bacia do rio Manso são encontradas as maiores vazões específicas mínimas, ou seja, os maiores escoamentos de subsuperfície. As sub-bacias dos rios Benedito e Calais apresentaram os menores escoamentos sub-

superficiais e o menor potencial em termos de armazenamento de água e produção de fluxo de base. Este fato se deve provavelmente à grande permeabilidade das fraturas e dolinas existentes na região, o que indica que nestas sub-bacias a água subterrânea drena em um menor intervalo de tempo. Ressalta-se que no Benedito este escoamento subsuperficial é ainda menor. Portanto, comparando essas sub-bacias, pode-se dizer que a sub-bacia do rio Manso apresenta o maior potencial hídrico, o Benedito o menor.

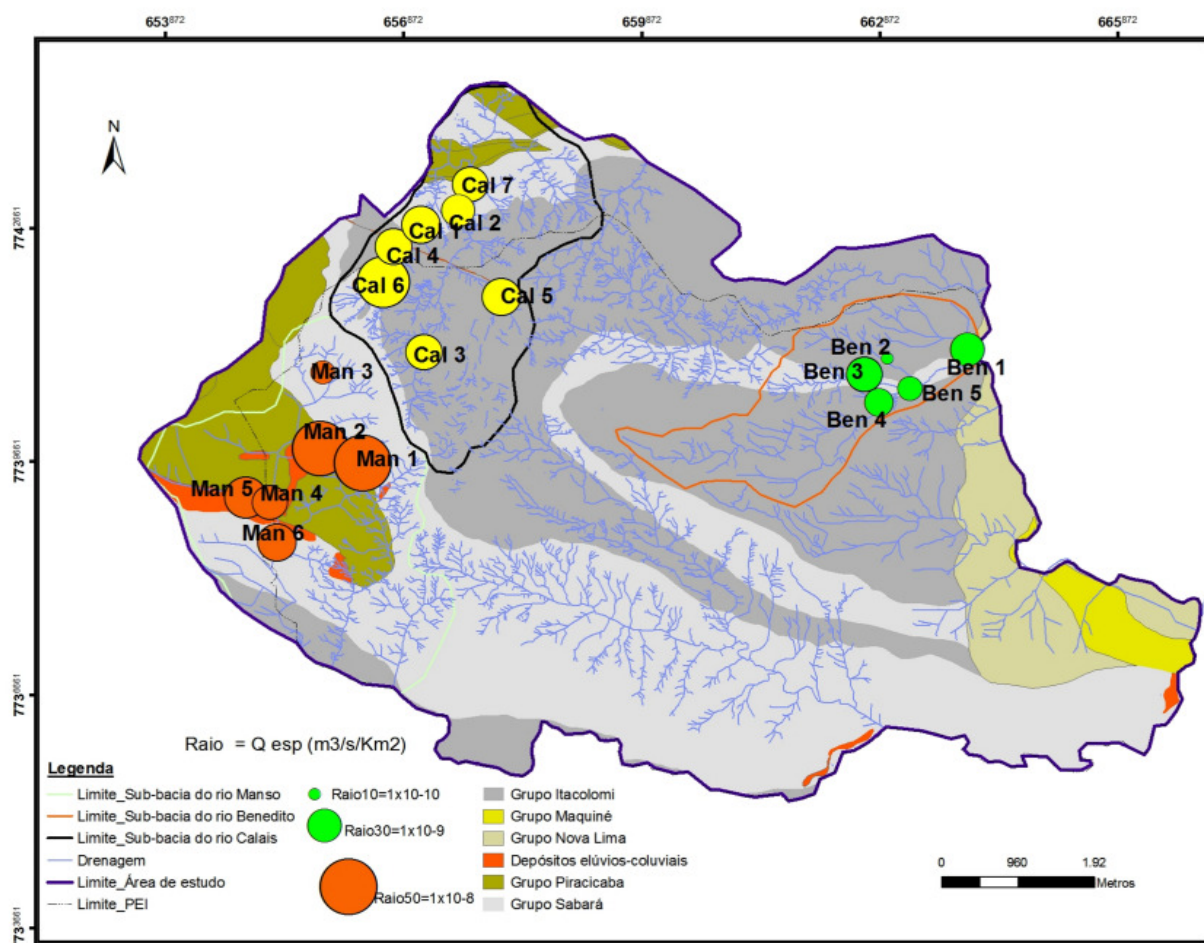


FIGURA 12: Vazões específicas médias mínimas dos pontos amostrados.

FIGURE 12: Minimum average specific flow rates of sampled points.

CONCLUSÕES

Este estudo abordou aspectos relacionados à circulação das águas superficiais do Parque Estadual do Itacolomi por meio de uma caracterização hidrológica. Neste estudo, buscou-se analisar o potencial hídrico das sub-bacias analisadas. Para tal, foram medidas as vazões líquidas em diversos pontos.

Com o conhecimento das peculiaridades das sub-bacias analisadas (Manso, Benedito e Calais) e dos processos hidrológicos, foi possível estabelecer possíveis influências da geologia e da geomorfologia no potencial hídrico. O termo “potencial hídrico” designado neste estudo refere-se ao potencial de produção de água da sub-bacia, ou seja, as taxas de fluxo de base.

Por meio das análises dos dados hidrológicos e das características que influenciam o potencial hídrico, pode-se concluir que:

- A sub-bacia do rio Manso, situada nos grupos Sabará e Piracicaba, tende a apresentar maior potencial de produção de água.
- A sub-bacia do rio Calais, situada nos quartzitos inferiores e em xistos do Grupo Sabará, tende a grandes variações de vazões entre seus diversos trechos, e apresenta um potencial hídrico intermediário.
- A sub-bacia do rio Benedito, situada em xistos do Grupo Sabará e quartzitos superiores, tende a apresentar um menor potencial hídrico.
- Nas sub-bacias dos rios Calais e Benedito se concentram as dolinas e fraturas, o que indica que a drenagem das águas subterrâneas tende a ocorrer em um menor intervalo de tempo.

Este estudo pode ser considerado como uma ferramenta de gestão, fiscalização e conservação do parque, pois apresenta subsídios para um melhor entendimento da dinâmica dos fluxos hídricos da região, com avaliação de seu potencial hídrico e da importância do relevo e das características físicas e estruturais neste potencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHOW, V.T. **Open-channel hydraulics**. Nova York, EUA: McGraw-Hill Book Company. Inc., 1959. 680 p.
- CRUZ, V.L.; FILHO, P.M. O Carste em quartzitos no Parque Estadual do Itacolomi, Sertão de Cima, Mariana-MG. Minas Gerais, **Revista Espeleologia**, v.10, p. 6-13. 2006.
- DORR, J. V. N. **Physiographic. Stratigraphic and Structural Development of Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil**. (Professional Paper., 641-A) EUA: U.S.G.S., 1969, 110p.
- FEITOSA, A.C.; MANOEL-FILHO, J. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Brasília: CPRM / LABHID-UFPE, 1997. 412p.
- FERNANDES, S. M.; AGUILAR, J. Z. P.; COSTA, J.C.V.; AZEVEDO, M. M.; OLIVEIRA, R.I.C. **Estudo Integrado de Geologia, Geomorfologia e Solo do Parque Estadual do Itacolomi, MG**. 1988. Relatório Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais. 1988.
- FERREIRA, A. F.; LAZARIN, H. A. **Caracterização litoestrutural e geomorfológica da região do Pico do Itacolomi, Ouro Preto**. 1993. 54p. Monografia (Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 1993.
- GLÖECKNER, K.J. Lithostratigraphic. Sedimentologie, Tektonik und Metamorphose der Proterozoischen Itacolomi Serie bei Ouro Preto, Minas Gerais, Brasilien. Alemanha: **Diss. Clausthal-Zelb**, v.10, 221p., 1981.
- GUIMARÃES, D. Contribuição à geologia do estado de Minas Gerais. **Bol. Serv. Geol. Min.**, Brasília, v.55: p. 1-36, 1931.
- HARDER, E.C.; CHAMBERLIN, R.T. The geology of Central Minas Gerais, **Brazil. Jour. Geol.**, v.23, n.4, p. 341-378. 1915.

FEAM/DIPLA. **Desenvolvimento Ambiental de Ouro Preto - Micro-bacia do Ribeirão do Funil - MG - Zoneamento das Águas.** Belo Horizonte: SECTMA/IGA/CETEC, 1995. 363p.

LADEIRA, E.A. **Metallogenesis of gold at the Morro Velho Mine and in the Nova Lima District. Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil.** 1980. 272p. Tese (Doutorado) - Universidade Ontário, Canadá, 1980.

LANA, C. E. **Cartografia integrada de ecossistemas lóticos (Fluviais) no alto curso do Rio das Velhas - MG.** 2004. 175p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.

LOBATO, L.M. (Ed.) **Geologia do Quadrilátero Ferrífero – Integração e Correção Cartográfica em SIG.** Belo Horizonte: Codemig. 2004. CD-ROM.

MARSHAK, S.; ALKMIM, F.F. Proterozoic extension/contraction of the souther São Francisco Craton, Minas Gerais, Brazil. **Tectonics**, v.8, n.3, p. 355 – 571. 1989.