



ESTUDOS HIDROSEDIMENTOLÓGICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PANDEIROS, MG, EM UM CONTEXTO MULTIDISCIPLINAR.

Jefferson Vianna Bandeira¹; Lécio Hannas Salim²; Cláudio José Chagas³; Cláudio Costa Camargos⁴; Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin⁵; Carlos Henrique Jardim⁶; Paulo Roberto Antunes Aranha⁷; Adriana Monteiro da Costa⁸; Leonardo Passos Sá⁹; Gabriel Pires de França¹⁰

ABSTRACT – The paper deals with hydrosedimentological studies in a multidisciplinary context, in the Pandeiros river basin. It is located in the northwest of Minas Gerais State, Brazil, on the left bank of the São Francisco River, of which it is a direct tributary. The following topics are being studied: 1) Slopes dynamic analysis and the existing wetland near the mouth of the river, where the main causes of erosion/sedimentation of the Pandeiros River Basin are sought, by means of: a) Survey of the main characteristics and dynamics of the slopes and associated factors, as potential sources of erosion; b) Identification, characterization, quantification and mapping of gullies erosion; c) Evolutionary and dynamic analysis of the sedimentation process of the Pandeiros wetlands: natural and anthropic influences; d) Factors associated with this deposition and the role of retention of these areas in terms of the dynamic sedimentological behavior of the basin. 2) Study of the types of land use and occupations along the basin, highlighting the waterhead areas, aiming to map and evaluate how these uses can contribute to impact surface cover and intensify sediment generation. 3) Climatic diagnosis of the Pandeiros River basin, using data from the official INMET network, and weather stations and rain gauges installed with project resources, in order to compose a summary of the climatic organization of the region at different spatial and temporal scales, covering the genesis and characteristics of the main atmospheric elements in the region. 4) Qualitative and quantitative characterization of water and sedimentological parameters of the Pandeiros River drainage network through measurements in five hydrosedimentological stations along the river, four of which were installed by the project and one already existent, where the project activities included the measurement of sediment transport. These studies aim to: a) evaluate the contribution to this transport of distinct parcels of the river basin, taking into account also its characteristics, determined from the multidisciplinary studies in execution in the project; b) establish a hydrosedimentological balance for the Pandeiros River basin.

Palavras-Chave – Rio Pandeiros, MG; Estudos multidisciplinares; Transporte de sedimentos.

-
- 1) Pesquisador da CNEN/CDTN. Campus da UFMG, Belo Horizonte, MG, CEP 30123-970, jvb@cdtn.br
 - 2) Tecnologista da CNEN/CDTN. Campus da UFMG, Belo Horizonte, MG, CEP 30123-970, salimlh@cdtn.br
 - 3) Técnico da CNEN/CDTN. Campus da UFMG, Belo Horizonte, MG, CEP 30123-970, cjc@cdtn.br
 - 4) Tecnologista da CNEN/CDTN. Campus da UFMG, Belo Horizonte, MG, CEP 30123-970, ccc@cdtn.br
 - 5) Profa. do IGC/UFMG, Campus da UFMG, Belo Horizonte, MG, CEP 30123-970, chaugustin@hotmail.com
 - 6) Prof. do IGC/UFMG, Campus da UFMG, Belo Horizonte, MG, CEP 30123-970, cjardim@yahoo.com
 - 7) Prof. do IGC/UFMG, Campus da UFMG, Belo Horizonte, MG, CEP 30123-970, aranha1941@gmail.com
 - 8) Profa. do IGC/UFMG, Campus da UFMG, Belo Horizonte, MG, CEP 30123-970, drimonteiroc@yahoo.com.br
 - 9) Técnico em Química/Laboratório de Solos do IFNMG (Campus de Januária), Januária, MG, CEP 39480-000, quimico.passos@gmail.com
 - 10) Graduando do IFNMG (Campus de Januária), Januária, MG, CEP 39480-000, gabrielcajoneiro@gmail.com

1 - INTRODUÇÃO

Os estudos multidisciplinares abordados no presente trabalho se inserem no projeto: Sustentabilidade da Bacia do Rio Pandeiros, MG – Linha Temática: Dinâmica de Vertentes da Bacia do Rio Pandeiros, resultante da Chamada Universal da Fundação de Amparo à Pesquisa – FAPEMIG 13/2014. Eles são desenvolvidos pelo Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN/CNEN) e Instituto de Geociências (IGC/UFMG), de Belo Horizonte, MG, e pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG – Campus Januária).

1.1 - A bacia hidrográfica do Rio Pandeiros

A bacia hidrográfica do Rio Pandeiros constitui a APA Pandeiros, criada pela Lei Estadual nº 11.901 de 01 setembro de 1995, destinada principalmente à proteção do rio. Ela está localizada na região noroeste do Estado de Minas Gerais, à margem esquerda do Rio São Francisco, do qual é afluente direto (Figura 1). Limita-se com a Serra do Gibão (NW), com a Serra das Araras (SW), com o divisor de águas da Bacia do Rio Peruaçu (NE) e com o divisor de águas da bacia hidrográfica do Rio Pardo ao sul (S-SW).

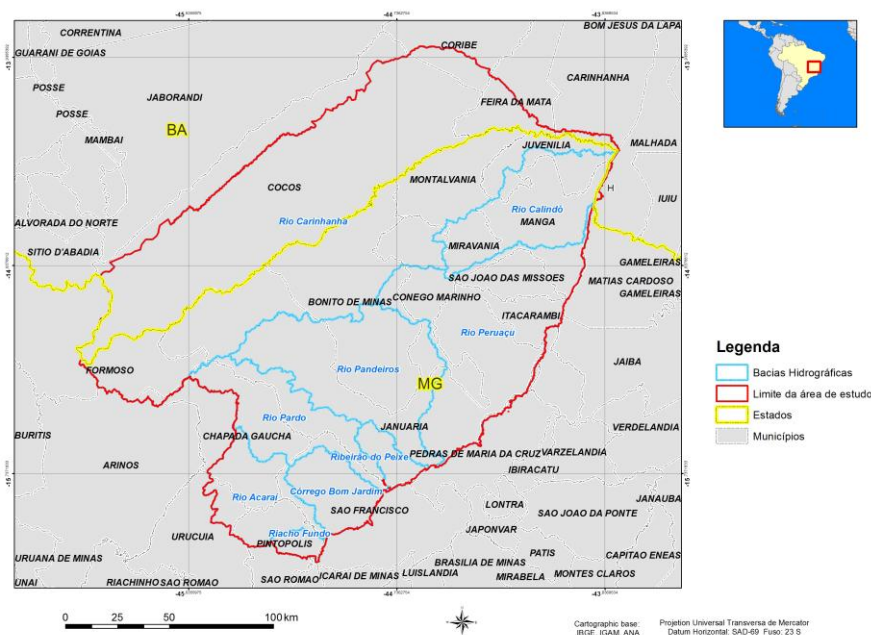


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Pandeiros. Fonte: Maia-Rodrigues (2012).

A bacia tem aproximadamente 394.000 ha, dos quais cerca de 2.000 a 5.000 ha, dependendo do histórico de cheias, é formado por uma espécie de pântano localizado na porção mais à jusante da bacia, conhecido como “Pantanal Mineiro”. Ele apresenta um ecossistema próprio recebendo, inclusive, várias espécies de peixes durante a reprodução, fazendo parte da paisagem atual da bacia do Rio Pandeiros e tendo, também, fins turísticos. O assoreamento progressivo desta região,



pelo transporte de areia oriunda da Bacia do Rio Pandeiros, é atualmente motivo de grande preocupação do Instituto Estadual de Florestas/IEF-MG, que administra esta bacia.

2 - CARACTERÍSTICAS DA BACIA DO RIO PANDEIROS

2.1 - Geologia, Geomorfologia e cobertura vegetal

A bacia se desenvolveu sobre rochas sedimentares siliciclásticas dos Grupos Urucua e Areado, datados do Cretáceo, sendo o primeiro estratigraficamente mais elevado e predominante em termos de área ocupada do que o segundo (Figura 2).

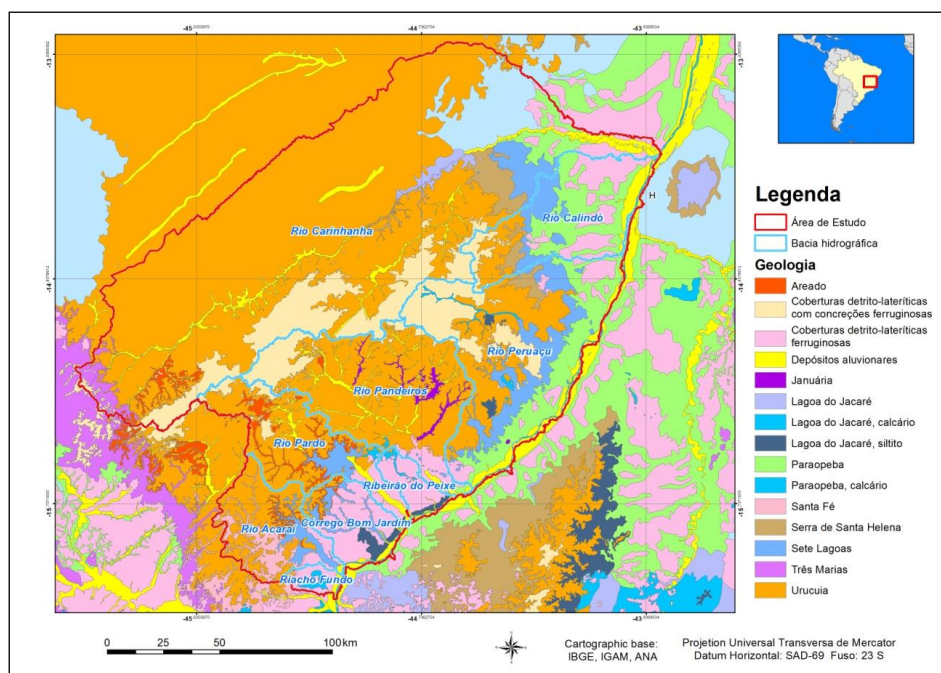


Figura 2 – Geologia da bacia do rio Pandeiros e das bacias vizinhas. Fonte: Maia-Rodrigues (2012).

Grande parte dessas rochas encontra-se intemperizada, apresentando coberturas detríticas nas quais predominam os Neossolos Quartzarênicos e Litólicos. Nas áreas mais à jusante da bacia, onde a erosão fluvial provocou um maior encaixamento, rochas de formações do Grupo Bambuí, em especial os calcários, já estão expostas, indicando o grande retrabalhamento geomorfológico ali ocorrido (Figura 2).

Mapeamentos e levantamentos de campo, conduzidos em 2015 e 2016 e 2017, identificaram a presença de seis unidades geomorfológicas distintas compondo a aparente “homogeneidade geomorfológica” da bacia do Rio Pandeiros (OLIVEIRA et al., 2017).

A cobertura vegetal predominante é o cerrado, cujo porte de árvores, na área, varia de 5 a 7m, e em cujo bioma ocorre o ecossistema das veredas. Nas áreas de afloramento do calcário, ocorre a presença de mata seca, típica do domínio das Formações Calcárias do Grupo Bambuí.



2.2 - Erosão

Um dos problemas ambientais mais perceptíveis na bacia do Rio Pandeiros é a ocorrência de intensa erosão resultante tanto de um aumento natural da declividade na bacia pelo sistema de drenagem, quanto da retirada relativamente rápida da cobertura de cerrado e das veredas, com efeitos na bacia como sistema hídrico e ecológico. Uma análise preliminar da bacia indica a possibilidade de que tenha ocorrido remobilização expressiva de sedimentos para o fundo do vale após interferências antrópicas generalizadas. A associação entre esses dois fatores parece ter acelerado as perdas de material regolítico por escoamento superficial disperso (erosão em lençol), e processos concentrados (voçorocamento).

O estudo do processo de erosão acelerada (voçorocamento) indicou que este ocorre de maneira generalizada em toda a área, com cerca de 430 voçorocas mapeadas, das quais cinco foram escolhidas para análise de detalhe, tendo em vista seu tamanho, localização em unidades específicas do relevo e possíveis causas que tem que ser consideradas. Embora espacialmente distribuído, o processo não está presente em todas as unidades de relevo, sendo mais frequente na parte superior da bacia (Figura 3).

Com a aquisição recente de um drone/vant Phantom 4 Pro e de um GPS geodésico Stonex S5, será possível extrapolar as análises de campo e laboratório para outras voçorocas, incluindo o cálculo do volume médio perdido pelo voçorocamento. Esses dados são fundamentais para orientar o controle desse processo erosivo, com chance real de sucesso, uma vez que podem subsidiar a relação processo/causa e efeito sobre os cursos de água.



Figura 3 – Voçorocas na parte superior da bacia do rio Pandeiros. Fonte: Autoria própria (2014).

Outra abordagem em andamento é o estudo da cobertura vegetal e a fragmentação da paisagem, utilizando modelos de análise espacial e a metodologia de Geodesign que permitem criar cenários futuros projetados a partir de premissas de variação do desmatamento/alteração do uso e ocupação da terra. A utilização do drone e do GPS geodésico é fundamental para a implementação desses modelos e a realização das análises.



As estruturas internas da superfície até aproximadamente 50 metros, acessadas por imagens de Ground Penetrating Radar (GPR), dependendo das condições de propagação das ondas, auxiliam no entendimento da evolução do ambiente de deposição dos materiais, ou mesmo da história de processos pretéritos presentes na área, que ficariam escondidos em função da profundidade de deposição destes materiais. Para auxiliar no entendimento dessa história evolutiva, foram realizados sete transectos com o auxílio do GPR. Para subsidiar as interpretações das imagens, perfis de tradagem a grande profundidade estão sendo também realizados.

Estudos dos tipos de uso e ocupações do terreno ao longo da bacia são também efetuados, com destaque para as áreas de cabeceira, objetivando mapear e avaliar como esses usos podem contribuir para impactar as coberturas superficiais e intensificar a geração de sedimentos. Para gerar tais mapas de uso e ocupação da terra utilizam-se técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento em ambientes SIG (Sistema de Informação Geográfica).

2.3 - Aspectos climatológicos

Aspectos climatológicos são de extrema importância para o entendimento geral do comportamento hidrossedimentológico e hidrogeomorfológico da bacia. Assim, estações meteorológicas com registradores automáticos (datalogger), adquiridos com recurso do projeto, foram instaladas em áreas naturais e alteradas pela ação antrópica (área de pastagem, cerrado e mata ciliar). Isto permitiu efetuar comparações em termos de resposta da superfície no tocante à variação da temperatura e umidade relativa do ar, cujos resultados preliminares já foram explorados em mais de um artigo científico (JARDIM et al., 2017a; 2017b).

Esse tipo de resultado, juntamente com os dados das estações da rede oficial do INMET e dos três pluviômetros instalados em campo pela equipe do CDTN, também já produziu trabalhos inéditos (JARDIM, 2017c; SILVA et al., 2017) e, com os dados que ainda estão sendo coletados pretende-se compor um quadro síntese da organização climática da região, em diferentes escalas espaciais e temporais (inédito até o momento), abrangendo a gênese e características dos principais elementos atmosféricos na região.

3 - ESTUDO DA DINÂMICA DE SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO PANDEIROS

O Rio Pandeiros, com cerca de 120 km de comprimento de curso, nasce a uma altitude de cerca de 800 m e a sua foz está situada a 460 m acima do N.M.M. (desnível médio = 2,8 m/km).

Para o estudo da dinâmica dos sedimentos ao longo da Bacia do Rio Pandeiros, com vistas a avaliar a contribuição ao transporte de sedimentos de trechos distintos da bacia hidrográfica, e objetivando se estabelecer um balanço hidrossedimentológico, foram instaladas e são operadas pelo CDTN e pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (INFMG), cinco estações hidrossedimentométricas, P1 a P5, ao longo do curso do rio (Figura 4). As estações P1, P2, P4 e P5

possuem sensores de pressão e dataloggers para registro de nível d'água, réguas linimétricas e referências de nível (RN), que foram geodesicamente referenciadas. A estação P3 situa-se logo a montante da PCH Pandeiros e já existia antes do presente projeto. Ela é de responsabilidade da ANA (Código 44250000) sendo operada pela CPRM, com medições de nível, vazão e chuva.

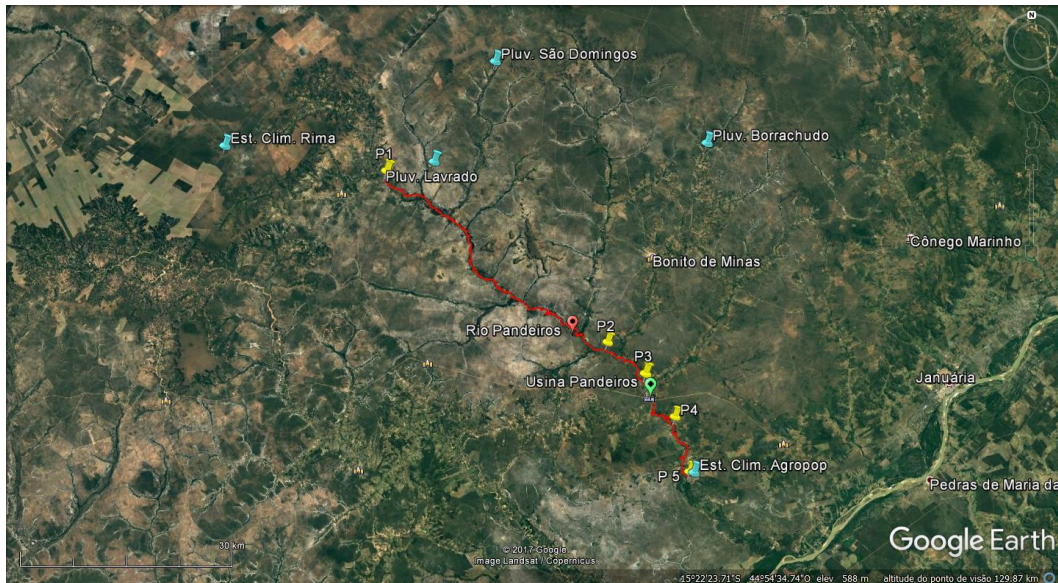


Figura 4 – Localização das estações hidrossedimentométricas (P1 a P5), climatológicas e pluviográficas

Nas cinco estações são realizadas campanhas sistemáticas de medições: de vazão líquida (Q), empregando-se molinete Gurley-Price ou o equipamento acústico Flowtracker; de descarga de sedimento de fundo (Qsf), com o emprego de amostradores Helley-Smith e de descarga de sedimento em suspensão, por amostragem ao longo de verticais (amostradores US DH-48 e US DH-59), cobrindo as variações hidrológicas da bacia. As determinações da granulometria do sedimento de fundo e da concentração dos sedimentos em suspensão são realizadas no Laboratório de Solos do IFNMG.

O estudo da contribuição de trechos distintos da bacia hidrográfica ao transporte de sedimentos visa avaliar a influência das características de parcelas da bacia, determinadas a partir dos estudos multidisciplinares do presente Projeto, a este transporte.

3.1 - Alguns resultados

É grande a variação no ciclo hidrológico na região da Bacia do Rio Pandeiros, especialmente na precipitação pluviométrica que é o agente mandatário na produção e no transporte de sedimentos, o que ocorreu entre os dois ciclos até agora estudados, com pouca precipitação em 2016/2017 e maior precipitação em 2017/2018. Até o presente foram realizadas duas campanhas englobando os períodos de seca (maio a outubro) e de chuva (novembro a abril), perfazendo 16 missões a campo, com duração mínima de uma semana cada, intensificadas no período de chuvas. A título de exemplo, as figuras 5a a 5d mostram para a Estação P1, a primeira logo a jusante da



região de voçorocas da parte alta da bacia (Figura 4), as curvas-chave relacionando: Nível ortométrico x Vazão líquida (5a); Vazão líquida x: descarga sólida em suspensão (5b); descarga sólida de fundo (5c) e descarga sólida total (5d).

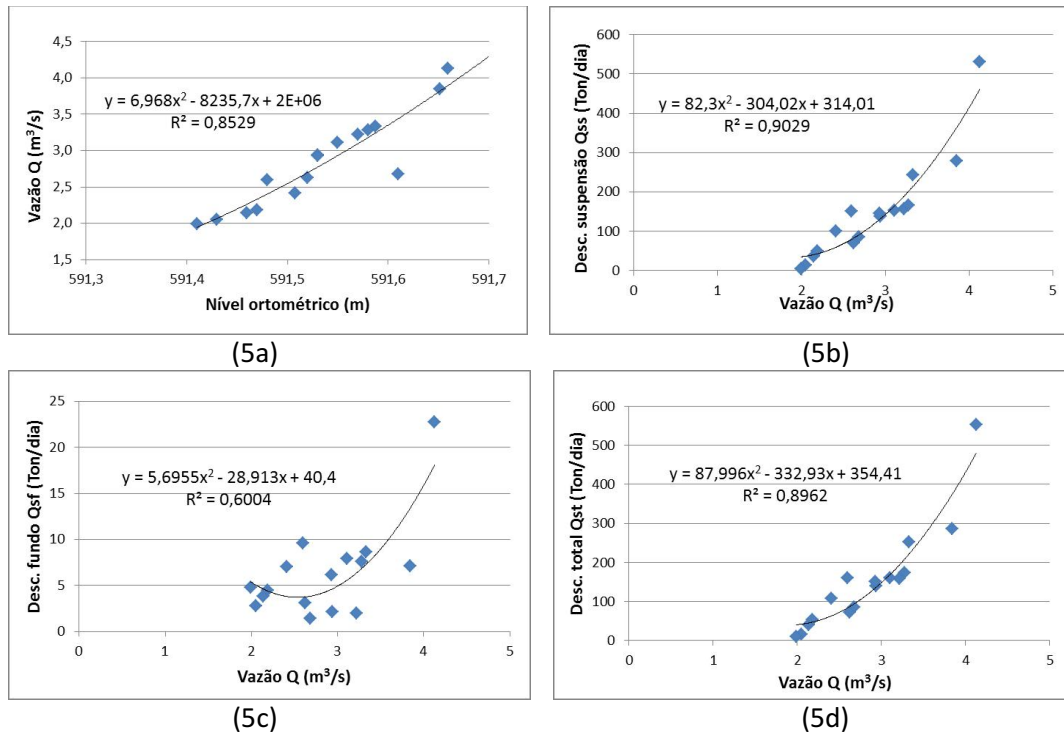


Figura 5 – Resultados consolidados da Estação P1 para dezesseis medições

As curvas-chave foram todas ajustadas, para comparação entre elas, com função polinomial do segundo grau. Observa-se um ajuste bom para as curva-chave 5a, 5b e 5d, com coeficientes de determinação $R^2 > 0,85$. O gráfico da Figura 5c (vazão x descarga de fundo) apresenta pontos muito dispersos, resultando uma curva-chave com $R^2 = 0,6004$. Como a descarga de fundo representa, em média, apenas 8% da descarga total ($Q_{ss} + Q_{sf}$) para este conjunto de medições, a dispersão de seus valores pouco influenciou no ajuste alcançado para a descarga sólida total ($R^2 = 0,8962$ – Figura 5d). Para este conjunto de medições as análises granulométricas do sedimento de fundo, amostrado com os equipamentos Helley-Smith, mostraram a seguinte faixa de diâmetros: D_{35} mín. = 0,09 mm; $0,10 \text{ mm} < D_{50} < 0,66 \text{ mm}$; $0,12 \text{ mm} < D_{65} < 0,74 \text{ mm}$ e D_{90} máx. = 0,90 mm.

4 - CONCLUSÕES

A abordagem contemplada neste projeto: o estudo da bacia hidrográfica do Rio Pandeiros como um todo e numa perspectiva multidisciplinar, reveste-se de grande importância. São vários os fatores a influenciar a geração e o transporte de sedimentos que tanto tem impactado o “Pantanal Mineiro”, com o assoreamento progressivo desta região, pelo transporte de areia oriunda da Bacia do Rio Pandeiros, cujo solo é predominantemente arenoso. Este enfoque e a



continuação dos estudos ora desenvolvidos, é fundamental na avaliação da contribuição de trechos distintos da bacia à geração e transporte de sedimentos. Assim, será possível a adoção de boas práticas de recuperação, uso e ocupação da terra, visando minimizar o aporte de sedimentos à sensível região em que se constitui o “Pantanal Mineiro”.

A bacia do Rio Pandeiros, de porte médio, com suas características peculiares descritas no presente trabalho, e os estudos multidisciplinares coordenados, ora desenvolvidos, incluindo a operação de cinco estações hidrossedimentométricas num rio de 120 km de curso, mostra vocação para ser transformada em uma bacia experimental permanente. Ali poderiam atuar diversas instituições, em projetos multidisciplinares e complementares.

Isto, além de facilitar a resolução de problemas experimentados na bacia, traria ganhos técnicos e científicos de forma sinérgica, incluindo a transferência de tecnologia a instituições da região, como já ocorre com o presente projeto, e também para as de outras regiões do país.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG pela concessão dos recursos necessários ao desenvolvimento do projeto Sustentabilidade da Bacia do Rio Pandeiros-MG – Linha Temática: Dinâmica de Vertentes da Bacia do Rio Pandeiros, bem como à Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP/UFMG, pelo apoio administrativo na execução do mesmo.

BIBLIOGRAFIA

JARDIM, C.H; MOURA, F.P.; COSTA, A.M. (2017a). “*A temperatura do ar como indicador de alteração ambiental: bacia do rio Pandeiros, Januária-MG*” in Anais do VI Workshop Internacional sobre planejamento e desenvolvimento sustentável de bacias hidrográficas. Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Uberlândia/MG, Jul. 2017, pp.149 - 152.

JARDIM, C.H; COSTA, A.M.; SAMPAIO, J.L.D.; MOURA, F.P.; VIANA, J.H. (2017b). “*Influência da vegetação nas variações de temperatura do ar na bacia do rio Pandeiros, Januária-MG*” in Anais do VII Simpósio Brasileiro de Climatologia: clima variabilidade e perspectivas futuras. SBMET. Petrópolis/RJ, Set. 2017.

JARDIM, C.H.; BANDEIRA, J.V.; SALIM, L.H.; CHAGAS, C.J. (2017c). “*Varição local das chuvas na bacia hidrográfica do rio Pandeiros, Januária-MG*” in Anais do VII Simpósio Brasileiro de Climatologia: clima variabilidade e perspectivas futuras. SBMET. Petrópolis/RJ, Set. 2017.

MAIA-RODRIGUES, B. (2012). *Análise da dinâmica de evolução do relevo e das condições geomorfológicas de bacias hidrográficas da margem esquerda do Rio São Francisco - norte de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia – Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.

OLIVEIRA, D.A.; AUGUSTIN, C.H.R.R.; FONSECA, B.M. (2017). “*Proposta de mapeamento e delimitação dos domínios geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Pandeiros-MG*”, in Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. Instituto de Geociências – UNICAMP. Campinas/SP, 2017, pp. 6253 - 6262.