

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS,
MAPEAMENTO DE DECLIVIDADE E RELEVO:
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – 05/PCJ.**

Márcio José Celeri¹

¹Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luís/MA
E-mail: marcioceleri@yahoo.com.br

Thiago da Rocha Vasconcelos²

² Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luís/MA
E-mail: thiagorochoa045@gmail.com

Rodrigo Lilla Manzione³

³Universidade Estadual Paulista – UNESP, Tupã/SP
E-mail: lilla.manzione@unesp.tupa.br

Luiz Rafael Rizzo⁴

⁴ Universidade Estadual Paulista – UNESP, Tupã/SP
E-mail: rafael.profagua@gmail.com

Resumo

A bacia hidrográfica enquanto unidade de planejamento tem se mostrado como importante ponto de análise na sociedade atual, muito por conta dos usos desempenhados pelo ser humano em sua área, seja relacionada à ocupação ou mesmo a interesses econômicos, fato é que os recursos hídricos têm estado a frente de discussões e demandas quando se refere a esse espaço. Nessas demandas estudos variados são requeridos, como no caso do mapeamento de declividade e relevo aliado às geotecnologias, que auxiliam no gerenciamento, planejamento e tomada de decisões. Dessa forma, esta pesquisa toma como objetivo analisar a classificação do relevo via elaboração de mapa e identificação da porcentagem de áreas frágeis, com auxílio de mapeamento de declividade da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRHI 05 - PCJ), conhecida como Bacia do PCJ, localizada nos estados de São Paulo e Minas Gerais com área aproximada de 15.320 km², sendo cerca de 92% no estado de São Paulo e 8% em Minas Gerais, o estudo leva em consideração somente a área de abrangência do estado de São Paulo. Constando-se que: 13% da área (182.085 hectares) total da bacia apresentam restrições de usos e ocupação por conta de sua declividade ser superior a 20%, em contrapartida 87% da Bacia PCJ se mostra com devido planejamento susceptível à usos diversos.

Palavras-chave: Bacia PCJ; Relevo; Declividade.

**GEOTECHNOLOGIES APPLIED TO WATER RESOURCES, MAPPING
OF DECLIVITY AND RELIEF:
UNIT OF MANAGEMENT OF WATER RESOURCES PIRACICABA,
CAPIVARI AND JUNDIAÍ - 05 / PCJ.**

Abstract

The watershed as a planning unit has been shown as an important point of analysis in today's society, much due to the uses made by the human being in its area, whether related to occupation or even to economic interests. It is a fact that water resources have been at the forefront of discussions and demands when it comes to this space. These demands varied studies are required, as in the case of the mapping of slope and relief allied to geotechnologies, that aid in the management, planning and decision making. In this way, this research aims to analyze the classification of relief through mapping and identification of the percentage of fragile areas, with the help of a slope mapping of the Water Resources Management Unit 05 - Piracicaba, Capivari and Jundiá (WRMU 05 - PCJ), known as the PCJ Basin, located in the states of São Paulo and Minas Gerais, with an approximate area of 15,320 km², of which 92% are in the state of São Paulo and 8% in Minas Gerais. The study takes into account only the area covered by the state of São Paulo, with 13% of the total area of the basin (182,085 hectares) presenting restrictions of use and occupation due to its declivity being greater than 20%, in counterpart 87% of the PCJ Basin shows itself with due planning susceptible to diverse uses.

Keywords: PCJ Basin; Relief; Declivity.

GEOTECNOLOGÍAS APLICADAS A LOS RECURSOS HÍDRICOS, MAPA DE DECLIVIDAD Y RELEVO: UNIDAD DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS PIRACICABA, CAPIVARI Y JUNDIAÍ - 05 / PCJ.

Resumen

La cuenca hidrográfica como unidad de planificación se ha mostrado como un importante punto de análisis en la sociedad actual, muy por cuenta de los usos desempeñados por el ser humano en su área, sea relacionada a la ocupación o incluso a intereses económicos, el hecho es que los recursos hídricos han estado el frente de discusiones y demandas cuando se refiere a ese espacio. En estas demandas se requieren diversos estudios, como en el caso del mapeo de declividad y relieve aliado a las geotecnologías, que auxilian en la gestión, planificación y toma de decisiones. En este sentido, esta investigación tiene como objetivo analizar la clasificación del relieve mediante la elaboración de mapa e identificación del porcentaje de áreas frágiles, con ayuda de mapeo de declividad de la Unidad de Gestión de Recursos Hídricos 05 - Piracicaba, Capivari y Jundiá (UGRHI 05 - PCJ), conocida como Cuenca del PCJ, ubicada en los estados de São Paulo y Minas Gerais con área aproximada de 15.320 km², siendo cerca del 92% en el estado de São Paulo y el 8% en Minas Gerais, el estudio toma en consideración solamente el área de São Paulo, en el estado de São Paulo. Se constató que el 13% del área (182.085 hectáreas) total de la cuenca presentan restricciones de uso y ocupación por cuenta de su declividad ser superior al 20%, en contrapartida 87% de la Cuenca PCJ se muestra con debida planificación susceptible a usos diversos.

Palabras claves: Cuenca PCJ; Alivio; Declive.

Introdução

A bacia hidrográfica é uma região topográfica onde compreende um divisor de águas, linha imaginária que delimita a parte mais alta da região hidrográfica e um talvegue, curso linear de menor altitude ao longo da bacia hidrográfica que se inicia na cabeceira e se encerra na foz, onde se conecta com outro corpo hídrico ou o mar, nesta linha se localizam os córregos, rios, ribeirões e riachos. A bacia hidrográfica pode ter qualquer tamanho ou forma, além de agregar diferentes tipos de paisagens, relevos, ecossistemas, clima e demais fatores antrópicos e naturais que influenciem na qualidade e quantidade de água disponível.

Revista Geografia em Atos, Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, n. 09, v. 01, p. 37-50, mês 03. Ano 2019.

ISSN: 1984-1647

A Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil, Lei n.º 9433 de janeiro de 1997, estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial de gerenciamento de recursos hídricos, atrelando o planejamento e a gestão dos recursos hídricos a um estudo e análise da bacia hidrográfica onde se deseja implantar um projeto ou ação.

Segundo Pavini et al. (2017) a partir dos anos 1980, devido ao histórico da frequente ocorrência de problemas geotécnicos como processos erosivos e deslocamentos de massas de solo, no Brasil iniciaram-se os primeiros estudos de mensuração de vulnerabilidade geotécnica. De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), os mapas de declividade e relevo têm entre outras funções determinar as vulnerabilidades e potencialidades de uma região, com os objetivos de planejamento, ordenamento e gestão territorial. A partir dos mapas de declividade se pode dar início a uma série de análises estratégicas da ocupação do solo em uma determinada bacia hidrográfica, e iniciar os estudos de base para a elaboração dos Planos Diretores, Planos de Recursos Hídricos, Planos municipais de Saneamento e demais Planos de caráter ambientais e hídricos dos municípios e estados brasileiros, bem como delimitar as áreas protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, Lei n.º 12.651 de 12 de maio de 2012.

O estado de São Paulo é composto principalmente pela bacia hidrográfica do rio Tietê, que nasce no município de Salesópolis, na Serra do Mar a 1.120 metros de altitude, corta todo o estado de sudeste a noroeste e deságua no rio Paraná na divisa com o estado de Mato Grosso do Sul (MS). Por se tratar de uma bacia hidrográfica de grande área, os Comitês de Bacia Hidrográfica de São Paulo são divididos em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs). Este estudo realizou uma análise do relevo e da declividade da UGRHI 05 – PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiaí) objetivando analisar a classificação do relevo via elaboração de mapa e identificação da porcentagem de áreas frágeis, com auxílio de mapeamento de declividade da Bacia do PCJ no estado de São Paulo.

Caracterização da Área

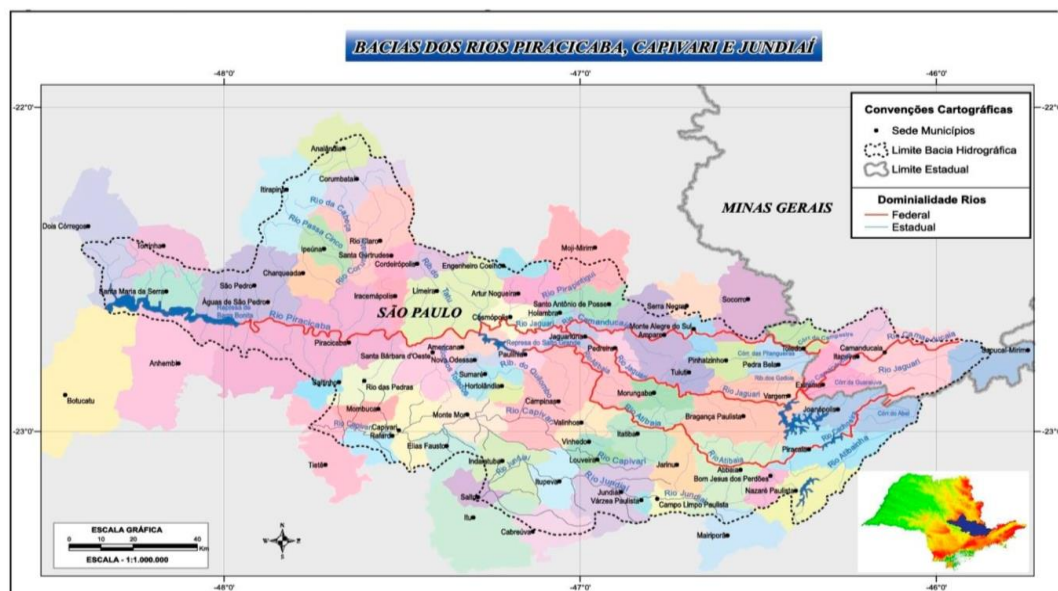
A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 05 – PCJ tem uma área aproximada de 15.320 km², sendo aproximadamente 92% no estado de São Paulo, 14.040 km², e, o restante 1.280 km² no estado de Minas Gerais na região onde estão localizadas as cabeceiras dos rios Jaguari, Camanducaia e Atibaia. O presente estudo produziu mapas somente na área paulista da bacia. Sua localização geográfica é entre os meridianos:

Revista Geografia em Atos, Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, n. 09, v. 01, p. 37-50, mês 03. Ano 2019.

ISSN: 1984-1647

46° e 49° Oeste, e, latitudes 22° e 23,5° Sul. No sentido leste – oeste sua extensão aproximada é de 300 km e no sentido norte – sul aproximadamente 100 km, segue na Figura 1 o mapa com a delimitação e localização da bacia hidrográfica PCJ.

Figura 1: Delimitação e Localização da Bacia Hidrográfica PCJ.



Fonte: Adaptado de: <<http://www.agenciapcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/localizacao>>. Acesso em: 02/09/2017.

Conforme informado no site da Agência PCJ, o clima identificado na bacia é influenciado pelas massas de ar: atlânticas polares e tropicais o que causa diferenças climáticas dentro da área da bacia pela distância em relação ao mar e por fatores topoclimáticos, como as serras do Japi e de São Pedro. Os ventos da região são predominantemente sul, com clima tipo quente, temperado e chuvoso, com três faixas de ocorrência, segundo a divisão internacional de Köppen são:

- Subtipo Cfb: Sem estação seca e com verões tépidos, regiões baixas da bacia;
- Subtipo Cfa: Sem estação seca e com verões quentes, regiões médias da bacia;
- Subtipo Cwa: Com inverno seco e verões quentes, nas regiões serranas e cabeceiras.

A estação chuvosa é entre os meses de outubro e abril, enquanto a estiagem é entre maio e setembro. A precipitação média anual varia entre 1.200 e 1.800 mm, entretanto a média de precipitação varia conforme a região da bacia, podendo ultrapassar os 2.000 mm

anuais na Serra da Mantiqueira e chegar a 1.200 mm nos trechos médios e baixos do Piracicaba.

Em relação aos aspectos geológicos as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, apresentam quatro grandes domínios, sendo eles o embasamento cristalino, as rochas sedimentares, as rochas efusivas e as coberturas sedimentares. A geomorfologia da bacia apresenta três zonas: Planalto Atlântico, Depressão Periférica e Cuestas Basálticas (AGÊNCIA DE ÁGUAS PCJ, 2012).

Os principais cursos d'água da bacia fazem o percurso no sentido leste - oeste. A bacia do Piracicaba apresenta um desnível de 1.400 m por uma extensão de 250 km, ou desde suas cabeceiras na Serra da Mantiqueira até sua foz no rio Tietê. Já o rio Capivari não ultrapassa 250 m em um percurso de 180 km, a partir de suas nascentes na Serra do Jardim com altitude de 750 m. O rio Jundiá apresenta um desnível médio em relação aos anteriores, na ordem de 500 m em um percurso aproximado de 125 km, das nascentes a 1.000 m de altitude na Serra da Pedra Vermelha em Mairiporã, até sua confluência com o rio Tietê em Salto.

Com relação a população presente na região estudada, o site da Agencia PCJ informa que em toda sua extensão residem cerca de 5,7 milhões de habitantes distribuídos em 76 municípios, destes 58 estão no estado de São Paulo e 4 em Minas Gerais, outros 13 municípios em São Paulo têm território de abrangência na bacia PCJ, porém sede em outras bacias, nessa condição ainda se encontra 1 município de Minas Gerais. Em referência as questões demográficas, a bacia do rio Piracicaba é a mais habitada com um total de 3,67 milhões de habitantes em sua maioria na faixa urbana, porém com a maior concentração na bacia PCJ de residentes rurais.

Destaca-se ainda conforme Mortene (2018, p. 34) em referência ao Plano da Bacia PCJ 2010 – 2020 sobre a cidade de Campinas e sua região metropolitana:

A Região Metropolitana de Campinas (RMC), principal aglomerado urbano da bacia PCJ com cerca de 4 milhões de habitantes, corresponde, segundo a Secretaria Estadual de Economia e Planejamento, por 9,1% do PIB estadual e sua produção industrial é superior à de todos os outros estados do país, com exceção da região metropolitana de São Paulo (RMSP), sendo considerada a região que mais cresce em todo o Estado de São Paulo.

Conforme esse autor essa é a segunda Região Metropolitana que mais cresce no estado, atrás somente da RMSP que, por sinal é a maior do país. Em Mortene (2018, p. 31)

também são apresentados dados sobre o uso e ocupação do solo na bacia estudada, como “áreas de pastagem (25,3 % da área), vegetação nativa (20,4%), seguido pelo cultivo de cana-de-açúcar (19,0 % da área)” a área urbana ocupa 12,1% da bacia PCJ, porém cabe destacar a atividade industrial em *locus* de estudo intensificada pelas demandas exigidas pela RMSP e pela própria área da bacia em questão. Estes usos da região evidenciam a importância da bacia hidrográfica como núcleo de planejamento, não somente para o contexto local, mas também em sua abrangência externa, como no caso do Sistema Cantareira, que também usa da bacia PCJ.

Esse sistema esteve no foco da mídia nacional nessa década por conta da crise hídrica e da dificuldade de abastecimento da RMSP, afetando não somente a realidade dessa região como de outras. Segundo o Relatório de Gestão das Bacias PCJ (2017), esse complexo produtor de água é o maior em termos de abastecimento da RMSP com área de 2.279,5 km², abrangendo municípios dos estados de São Paulo (oito) e Minas Gerais (quatro) podendo abastecer até 8,8 milhões de pessoas. Conforme o mesmo relatório de 2017.

Do total da área de drenagem do Sistema Cantareira, 1.934 km² encontram-se na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, que compõe as Bacias PCJ. As águas produzidas nesse Sistema advêm da Bacia do Alto Tietê (cerca de 2 m³/s) e, principalmente, das Bacias PCJ (até 31 m³/s), as quais são artificialmente transpostas para a região da Bacia do Alto Tietê, por meio da interligação por túneis (RELATÓRIO DE GESTÃO DAS BACIAS PCJ, 2017, p. 99).

Diante do quadro apresentado e dos usos estipulados na Bacia PCJ um estudo direcionado às características do relevo e declividade é necessário, possibilitando perspectivas quanto ao uso planejado do espaço e dos recursos hídricos existentes, haja vista, que a crise hídrica de 2013 e 2014 pode ser um acontecimento mais presente, visto que a demanda pelo recurso só aumenta, carecendo assim, de um planejamento eficaz. Não somente nas áreas vizinhas, mas também na própria bacia PCJ que, conforme Souza (2016) munida de dados do Plano de Bacias PCJ (2010 – 2020), os principais usos da água na área estudada são para o meio urbano e doméstico (53%), industrial (29%) e agricultura (18%).

Procedimentos Metodológicos: aquisição de dados e procedimento no QGIS

Neste tópico se faz uma breve descrição dos procedimentos de aquisição de dados e posteriormente do geoprocessamento dos dados, buscando assim, facilitar estudos e pesquisas na área estudada.

Para produção dos mapas de relevo e de declividade foram utilizados arquivos vetoriais e raster, disponibilizados na plataforma Geoserver da UNESP (Universidade Estadual Paulista) de Ourinhos, no endereço: <http://geoserver.ourinhos.unesp.br/hidrogeobase/>.

Para delimitação de áreas foram usados os arquivos vetoriais localizados na pasta ‘Politico’: (MANZIONE, 2016).

- sao_paulo_politico.shp.rar
- sede_municipais_sp.shp.rar

Na pasta ‘Hidrográfico’ foi feito o download do arquivo shapefile contendo as delimitações das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo: (MANZIONE, 2016).

- ughri.shp.rar

As 29 cartas topográficas do estado de São Paulo da série SRTM (Shuttler Radar Topography Mission) da NASA foram obtidos no site: < <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/sp/sf-22-z-a.htm>>, todas com a escala 1:250.000 com resolução espacial de 90 metros, Sistema de Coordenada Geográfica e Datum WGS84 (MANZIONE, 2016).

Inicialmente é importante criar uma pasta no desktop ou no c: e salvar todos os arquivos nesta pasta, inclusive os arquivos gerados ao iniciar os procedimentos no Sistema de Informação Geográfica (SIG) para evitar erros quando operar o software livre QGIS. Ao iniciar o projeto, configurou-se o sistema de coordenadas geográficas, na opção EPSG. Definiu-se o Datum WGS84, por ser o sistema onde foram gerados os arquivos originais usados no projeto (MANZIONE, 2016).

Conforme instrução no tutorial de Manzione (2016), foi criado um mosaico com as 29 cartas de São Paulo em: (Raster → Miscelânea → Mosaico), deve-se selecionar as opções para se criar o mosaico dentro da caixa de diálogos ‘Mesclar’, ao clicar em “OK”, se obteve um mosaico que recobriu o estado de São Paulo com as cartas topográficas.

O próximo passo foi o recorte do mosaico com o relevo do estado de São Paulo utilizando um arquivo vetorial (.shp) com os limites políticos do estado através da ferramenta ‘Cortar’ em: (Raster → Extração → Cortador). Assim gerou o mapa de relevo do Estado de São Paulo. Finalmente foi inserido o shapefile contendo os limites das bacias hidrográficas do estado, e com a ferramenta ‘Selecionar feições por Área com Simples Clique’, se recortou

a bacia hidrográfica do PCJ, para depois realizar um novo recorte e obter o mapa de relevo da UGRHI 05.

Com o Mapa de relevo gerado, foi necessário reprojeter o arquivo SRTM com o comando MDE (Modelo Digital de Elevação) para o Sistema de Coordenadas: *Universal Transversa de Mercator* (UTM), com o fuso 23 sul (EPSG 32723), onde está localizada a UGRHI 05 (SÁ, 2014). Na sequência o mapa foi reclassificado com a ferramenta *r.reclass*, onde os valores de declividade foram reclassificados conforme as classes apresentadas na tabela 1:

Tabela 1: Classes de declividade segundo a EMBRAPA.

Classes de declividade	Declividade (%)
Relevo Plano	0 – 3
Relevo Suave Ondulado	3 – 8
Relevo Ondulado	8 – 20
Relevo Forte Ondulado	20 – 45
Relevo Montanhoso	45 – 75
Relevo Escarpado	>75

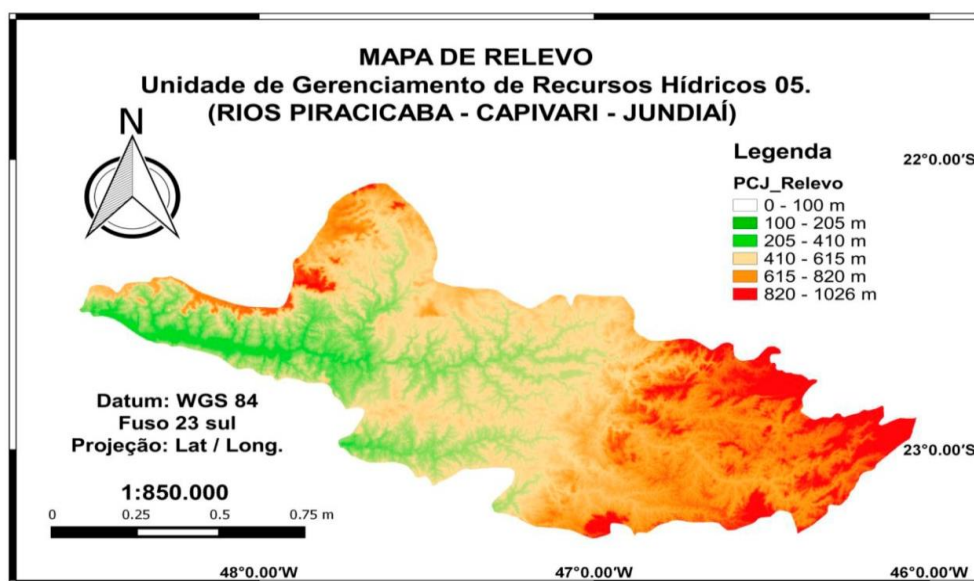
Fonte: Adaptado de EMBRAPA (1979).

Finalmente calculou-se as áreas de cada classe de declividade em hectares, utilizando a ferramenta *r.report* (SÁ, 2014). O mapa foi gerado na banda *Simples Cinza*, posteriormente para melhor visualização foi renderizado para a *Banda Simples Falsa-Cor Rdy|Gn*, e os mapas de Declividade e Relevo foram gerados em escala 1:950.000 e 1:850.000 respectivamente.

Resultados e discussões

Como resultado da aplicação metodológica proposta por Manziane (2016), obteve-se dois mapas, sendo um de Relevo e um com a Declividade da área Paulista da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Na Figura 2 pode-se observar o mapa de relevo do PCJ:

Figura 2: Mapa de Relevo da UGHRI 05.



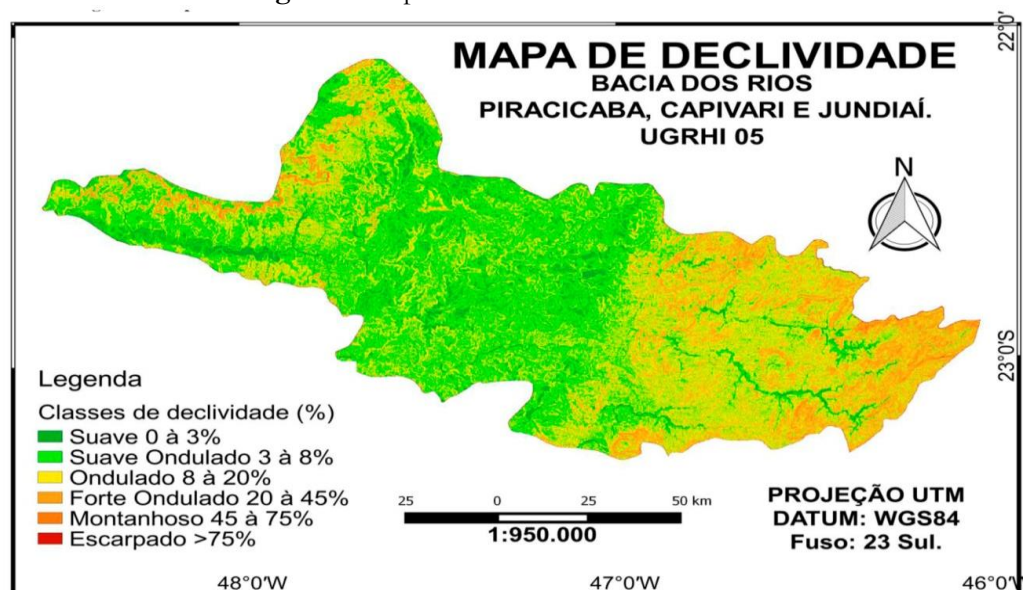
Fonte: Elaboração Autoral.

A imagem original foi gerada na Banda Simples Cinza e posteriormente foi utilizada a ferramenta de renderização para a Banda Simples Falsa Cor Rdy|Gn com o objetivo de proporcionar melhor visualização do relevo da bacia, ao observar o mapa pode-se ver claramente a inclinação topográfica, representada pelas áreas vermelhas, direcionando o escoamento do sentido leste para o sentido oeste da bacia, também se pode visualizar o divisor de águas na região noroeste onde há uma altitude elevada, chegando a 1.026 metros em relação ao nível do mar, a diferença altimetria total da UGRHI na área paulista é de 906 metros, sendo 1.026 metros nas zonas da cabeceira dos rios Jundiá no município de Mairiporã e na zona noroeste e aproximadamente 100 metros na foz quando deságua no rio Tietê. Representado pelos tons de verde, nota-se a direção do fluxo do escoamento do sentido leste para oeste.

Esse tipo de mapeamento auxilia no conhecimento de áreas mais sujeitas a ação dos agentes erosivos, incluído os naturais e os antrópicos, permitindo ainda identificar as áreas mais elevadas da bacia podendo-se comparar com as ocupações humanas bem como dos usos do solo desenvolvidos na área como agricultura e indústria. Todas essas questões estão intimamente relacionadas com a gestão da bacia hidrográfica e sua devida utilização.

Na Figura 3, se pode analisar o mapa de declividade representado as classes de declividade em cores diferentes.

Figura 3: Mapa de Declividade da UGHRI 05.



Fonte: Elaboração Autoral.

Simultaneamente à elaboração do mapa de declividade, foi gerada uma tabela com a área das declividades somadas e apresentadas em hectares, veja na tabela 2:

Tabela 2: Somatória das áreas das Classes de Declividade.

Classe de Declividade (%)	Área Total (Hectare):	Área Total (%):
Suave 0 – 3%	139.502	10%
Suave Ondulado 3 a 8%	521.576	36%
Ondulado 8 a 20%	594.293	41%
Forte Ondulado 20 a 45 %	161.160	11%
Montanhoso 45 a 75%	11.944	1%
Escarpado > 75%	8.981	1%
Total:	1.437.456	100%

Fonte: Elaboração Autoral.

Ao analisar a Figura 3 e a Tabela 2 nota-se que as declividades Suave e Suave Ondulada representam 46% da área paulista da bacia do PCJ. A predominância destas declividades está principalmente na região central seguindo em direção a sudoeste, na foz com o rio Tietê, também se observa duas grandes faixas lineares na cabeceira a leste da bacia, onde se vê a localização dos rios e algumas nascentes. Segundo Höfig e Araújo Junior (2014), esses relevos apresentam boas condições para a mecanização agrícola, gerando aumento na produtividade e rentabilidade na agricultura.

As áreas com declividade ondulada e forte ondulada somam 52% da área paulista da bacia e estão predominantemente na região leste e em uma faixa linear a noroeste, nota-se também a existência de uma pequena área com declividade superior a 45% na região leste e nota-se devido ao tom de vermelho que a faixa linear a noroeste é montanhosa e/ou escarpada. A declividade ondulada (8 a 20%) representa a maior declividade na área estudada 41%, já a declividade forte ondulada tem uma representatividade de 11%.

Segundo Ruhoff et al. (2005), as áreas com declividades acentuadas e usos agrícolas são as que apresentam a maior instabilidade ambiental, ocasionada principalmente pelos processos erosivos. Áreas com fragilidade ambiental são prioritárias para a implantação de projetos de preservação ambiental da fauna e da flora. O Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651 de 2012, estabelece que “as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive” são consideradas áreas de preservação permanente.

Segundo Valle et al. (2016) a declividade e o tipo de solo são fatores decisivos para se restringir a ocupação e uso da terra, e estas ações são de suma importância para a preservação de ecossistemas locais e também de controle de processos erosivos, que por sua vez, contribui para a preservação dos corpos hídricos e o abastecimento de água na região.

Conclusão

A partir da análise da classificação do relevo proposta pela EMBRAPA (1979), constatou-se que a declividade predominante na parte paulista da bacia do PCJ é o Ondulado (8 a 20%) totalizando 41% da área, levando em conta somente o relevo, podemos concluir que a esta parcela da UGRHI não possui restrições de usos agrícolas e ambientais, se somarmos os relevos, suave e suave ondulado constata-se que 87% da área da bacia apresentam boas condições para a agricultura e usos urbanos.

A somatória das áreas com declividade superior a 20% é de 182.085 hectares o que representa uma ordem de 13% da área total da bacia que possui restrições de usos e ocupação. Os relevos muito acidentados com declividades entre 20 e 45% ou superiores como o forte ondulado, montanhoso e escarpado, apresentam restrições naturais devido às características do próprio relevo. Além do mais, solos com declividades superiores a 20% têm erodibilidade relevante e nos solos com relevo montanhoso ou escarpado (>45%), os riscos ambientais são extremos (PEREIRA; NETO 2004).

Conclui-se assim que 13% da UGRHI 05, equivalente a 182.085 hectares apresentam restrições devido à declividade e que estas áreas são de grande importância para preservação ambiental e manutenção da fauna e flora.

Deixa-se como sugestão para próximos trabalhos a análise das áreas de risco no meio urbano, como ocupações em encostas e áreas de alagamentos, bem como no meio rural onde existam ocupações em áreas impróprias para a agricultura na bacia do PCJ.

Referências

AGENCIA DAS BACIAS PCJ. **Mapa de localização.** Disponível em: <<http://www.agenciapcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/localizacao>>. Acesso em: 02 Set. 2017.

AGENCIA DAS BACIAS PCJ. **Características Físicas das Bacias PCJ.** Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Piracicaba – SP, 2012. Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/caracteristicas-fisicas>>. Acesso em: 15 Fev. 2019.

AGÊNCIA DE ÁGUAS PCJ. **Relatório Final:** Plano de Bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 – 2020, com propostas de atualização de enquadramento dos corpos d'água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos corpos d'água até o ano de 2035. COBRAPE. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/PCJ_PB-2010-2020_RelatorioFinal.pdf>. Acesso em: 20 Set. 2017.

BRASIL. **Lei n.º 12.651 de 25 de Maio de 2012:** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 31 Ago. 2017.

EMBRAPA. Brasil em Relevo: Download do SRTM – São Paulo. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/sp/sf-22-z-a.htm>>. Acesso em: 08 Jul. 2017.

EMPRESA GEOLÓGICA DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Apresentacao-37>>. Acesso em: 03 Set. 2017.

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. **Relatório de Gestão das Bacias PCJ 2017.** Piracicaba: 2018.

Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/relatorios/relatorio-gestao-2017.pdf>>. Acesso em: 15 Fev. 2019.

HÖFIG, P. ARAÚJO-JUNIOR, C. F. Classes de Declividade do Terreno e Potencial para Mecanização no estado do Paraná. **Coffee Science**. Lavras/MG. V. 10, n. 2, p. 195 – 203. Abr./jun. 2015.

MANZIONE, R. L. **TUTORIAL – VISUALIZANDO DADOS DA MISSÃO SRTM (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION) NO QGIS**. 2016.

Disponível em: <https://www.academia.edu/23008281/TUTORIAL_VISUALIZANDO_DADOS_DA_MISS%C3%83O_SRTM_SHUTTLE_RADAR_TOPOGRAPHY_MISSION_NO_QGIS>. Acesso em: 06 Set. 2017.

MORTENE, M. H. **Identificação de Paisagens Hidrográficas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas. Limeira – SP: 2018. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/332629/1/Mortene_MatheusHenrique_M.pdf>. Acesso em: 08 Fev. 2019.

PAVINI, E. V. CHUERUBIM, M. L. LÁZARO, B. de O. Geoprocessamento ao Estudo de Vulnerabilidade do Solo da Bacia hidrográfica do Córrego Guaribas em Uberlândia – MG. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, vol.13 – n. 2, 17 – 21. Abr. 2017.

PEREIRA, L. C. NETO, F. L. **Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**: Proposta metodológica. Jaguariúna, SP. 2004. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_43.pdf> Acesso em: 19 Set. 2017.

RUHOFF, A. L. SOUZA, B. S. P. GIOTTO, E. PEREIRA, R. S. Lógica Fuzzy e Zoneamento ambiental da Bacia do Arroio grande. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2355-2362. BRASIL.

Lei n.º 9433 de 08 de Janeiro de 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 31 Ago. 2017.

SÁ, N. **TUTORIAL**: Classes de Declividade no QGIS. Publicado em: 03/02/2014. Disponível em: <<http://narceliodesa.com/calculando-declividade-qgis/>>. Acesso em: 09 Set. 2017.

SOUZA, J. P. T. **Comitês de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá: uma análise da Câmara Técnica de Educação Ambiental**. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP: 2016. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/320978>>. Acesso em: 08 Fev. 2019.

VALLE, I. C. FRANCELINO, M. R. PINHEIRO, H. S. K. **Mapeamento da Fragilidade ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha/RJ**. Floresta e Ambiente. 2016. ISSN 2179-8087, 23(2): p.295-308. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.107714>>. Acesso em: 05 Set. 2017.

Sobre os autores (Informações coletadas do Lattes em 16/03/2019)

José Márcio Celeri

Possui graduação em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005), mestrado em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (2008) e doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2012). Atualmente é docente Adjunto da Universidade Federal do Maranhão/São Luís, lecionando no curso de graduação em Geografia e dos Programas de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) e Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB).

Thiago da Rocha Vasconcelos

Possui graduado em Geografia (Licenciatura) pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA e em Teologia pela Faculdade de Teologia Hokemah –FATEH. Possui Especialização - Livre em Missiologia pelo Centro Acadêmico para Missão Integral - CEADEMI. Atualmente participa do Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Geografia na Educação Básica GRUPEGEB vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica - PPGEEB/UFMA.

Rodrigo Lilla Manzione

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1999), mestrado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002), ambos na Faculdade de Ciência Agrônomicas (FCA), Campus de Botucatu, doutorado em sensoriamento remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2007) em São José dos Campos, e livre docência em Hidrogeografia e Agrometeorologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2016) em Ourinhos. Atualmente é professor no curso de Engenharia de Biosistemas da Faculdade de Ciências e Engenharia de Tupã

Luiz Rafael Rizzo

Possui graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Fatec Jahu (2013). Tem experiência na área de Ciências Ambientais. Saneamento Ambiental. Regulação e Gestão em Recursos Hídricos. Gestão de uso de Energia Elétrica em sistema de Forças motrizes para distribuição de Água. Desenvolvimento de Plano Municipal de Saneamento Básico.

Sobre os autores (Informações coletadas do Lattes em 16/03/2019)

CELERI, M. J. et al. Geotecnologias aplicadas aos recursos hídricos, mapeamento de declividade e relevo: Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba, Capivari e Jundiá – 05 /PCJ. In: **Revista Geografia em Atos** (Geoatos online), v. 01, n. 09, p. 37-50, 2019.

Recebido em: 2019-02-28

Aceito em: 2019-03-10