

Determinação e Análise de Áreas de Proteção Permanente Para Rios de Médio e Grande Porte Utilizando Imagens RapidEye, Segundo Novo Código Florestal Brasileiro.

Danielle Silva de Paula¹
Jussara de Oliveira Ortiz²
Sérgio Rosim²
Laercio Namikawa²

Universidade de Taubaté-UNITAU, PIBIC/CNPQ-INPE,
Taubaté-SP, Brasil.

E-mail: danielle.paula@inpe.br ¹

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE,
São José dos Campos-SP, Brasil.

E-mail: jussara@dpi.inpe.br²,sergio@dpi.inpe.br ², laercio.namikawa@inpe.br ²

Abstract. The proposal of this work is the classification of medium and large rivers, followed by the delimitation of the Permanent Protection Areas (APP) in each margin of the river, finishing with the classification and evaluation of the land use in these APPs. The object of analysis is an area of the city of São José dos Campos located in the Paraíba do Sul river basin characterized as having great influence on the water supply and economy of the states through which it travels. The study area was chosen in partnership with the Chico Mendes Institute (ICMBio) and attending research interests of INPE. The delimitation of the river it was accomplished through automatic classification of images from the RapidEye satellite provided by the Ministry of the Environment (MMA), based on the Matiz component of the transformation of the RGB color space to HIS. The macrófitas areas were incorporated into the river by manual editing. The APPs, in agreement with new forest code, were drawn considering the river automatically with and without the macrófitas. The result of the comparison of areas between the two representations showed the importance of the macrófitas to be considered for the final calculation of the APPs, because the area within the river increased 31.4% and APPs 17.9%.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, processamento de imagens, geoprocessamento.

1. Introdução

Nos últimos anos vem ocorrendo cada vez mais casos de escassez de água na região sudeste, por este motivo o Rio Paraíba do Sul tem sido foco de diversos estudos, já que ele é a principal fonte de abastecimento da maioria das cidades pelas quais ele percorre. Segundo ENGEVISTA, 2004 “Nas últimas décadas houve um aumento substancial no abastecimento de água da população urbana situada na Bacia do Paraíba do Sul. Devido a esse aumento por recursos hídricos causados pela expansão demográfica na região da bacia, as prefeituras locais e seus serviços autônomos, bem como as empresas estaduais de saneamento, procuraram atender a esse aumento de demanda através do acréscimo do fornecimento de água mais automatizado, sem a mesma contrapartida em relação ao esgotamento sanitário”.

Diante deste contexto é de extrema importância delimitar as Áreas de Preservação Permanente, que de acordo com o atual código florestal brasileiro (BRASIL, 2012), são limites de proteção absoluta nas margens dos rios. No artigo três, Parágrafo II, a Lei determina que todo curso d’água possua espaços situados nas suas extremidades que devem ser preservados, podendo variar sua largura de acordo com o tamanho do curso rio. Nestes locais a vegetação nativa deve ser totalmente preservada pelo proprietário da área, sendo ele pessoa física ou jurídica.

A Manutenção preventiva destas áreas garante as condições necessárias para preservação hídrica, para o equilíbrio geológico, ecológico e para a qualidade de vida dos seres vivos.

Sendo assim, observando as normas estabelecidas pelo código florestal brasileiro, o objetivo principal deste trabalho é a determinação das APPs em rios de médio e grande porte,

propondo uma metodologia semi-automatizada que permita, também, identificar o uso e ocupação do solo no interior destas áreas.

2. Material e Métodos

Neste trabalho foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5 do satélite RapidEye, com resolução espacial de 5 metros. A área escolhida para o estudo é a cena 2328411, gerada no dia 03 de julho de 2012, correspondente a uma área dentro da região do Vale do Paraíba, que abrange o município de São José dos campos, um trecho do Rio Paraíba do Sul e parte da Serra da Mantiqueira (Figura1).

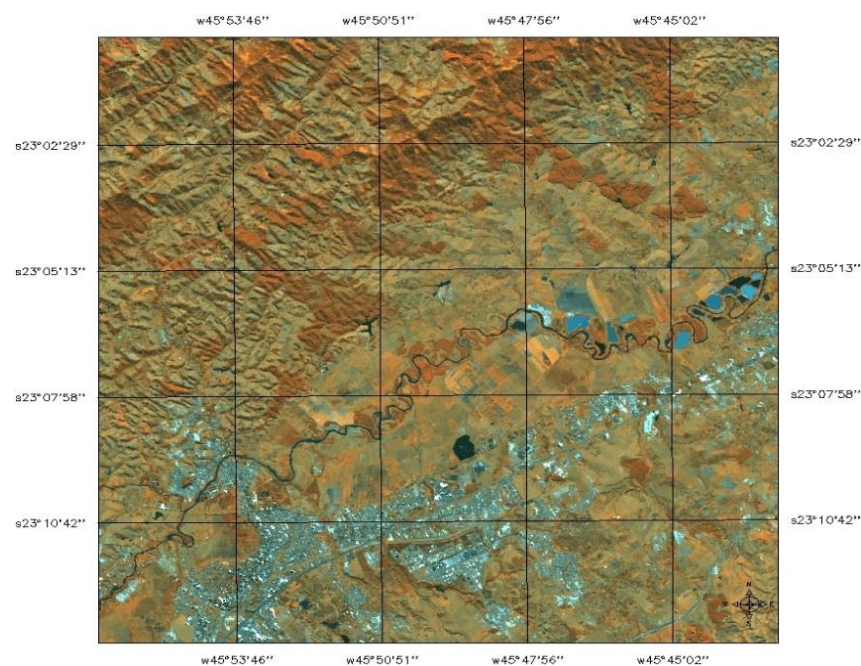


Figura 1. Cena RapidEye utilizada para o estudo.

O método utilizado para extração do leito do Rio é automatizado, desenvolvido por (Namikawa, 2016), com base no componente Matiz da transformação do espaço de cores RGB (siglas em inglês para vermelho, verde e azul) para o modelo HSV (matiz, saturação e valor), que ranqueia em sete classes as lâminas de água: 1-WATER 2-WATER95, 3-WATER90, 4-WATER80, 5-WATER70, 6-WATER60, 7-WATER50, onde cada uma das classes é representada com cor correspondente a sua porcentagem de refletância do nível de água. Após a transformação foram determinados os limiares de ângulo (matiz H) e intensidade (limiar I) para definir os pixels da lâmina de água. Através destes atributos foi possível manipular e analisar individualmente cada componente da imagem, I e H, ao contrário da composição RGB, que necessita uma combinação de cores para ser analisada.

Na figura 2 pode-se observar a manipulação do histograma onde a lâmina de água possui reflectância diferente em relação aos outros objetos da imagem; existem dois picos, um corresponde a lamina d'água com alguns ruídos e o outro pico é o restante da imagem.

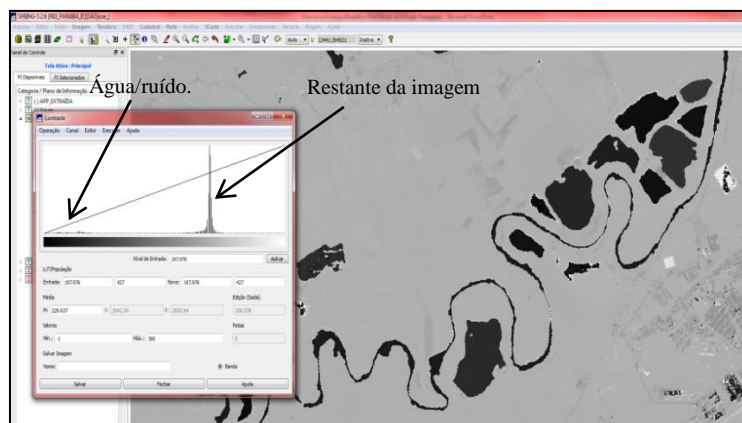


Figura 2. Imagem após a transformação IHS e seu respectivo histograma.

A figura 3 sintetiza, em composição colorida, as regiões onde existe água e as regiões de vegetação e área urbana em tons de cinza.

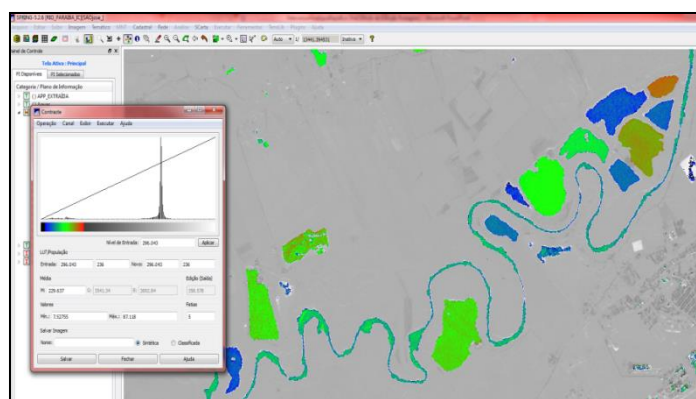


Figura 3. A lâmina de água e os ruídos estão em destaque na imagem.

A cor de um objeto pode ser representada por diferentes intensidades dos componentes R (Red - vermelho) G (Green-verde) e B(Blue- azul) ou por nível de intensidade, matiz (cor) e saturação no IHS. A intensidade é o que causa a sensação de brilho nas imagens, sendo resultado da soma da medida total de todos os comprimentos de onda. A saturação está no intervalo do comprimento de onda, em torno do comprimento de onda médio, onde a energia é refletida ou transmitida. Que quando se tem um alto valor de saturação o resultado é uma composição espectral pura, ao contrário da baixa que resulta em uma composição em tons pastéis. Matiz ou cor é medida através do comprimento de onda média da luz que reflete e emite, resultando na cor do alvo (CROSTA, 2002). Após a extração do leito do rio e a transformação RGB- IHS iniciou-se a edição matricial e depois vetorial, onde os polígonos detectados como ruído foram retirados manualmente, restando apenas o polígono do rio. Abaixo pode ser observado na figura 4 antes da edição manual e na figura 5 após das edições.

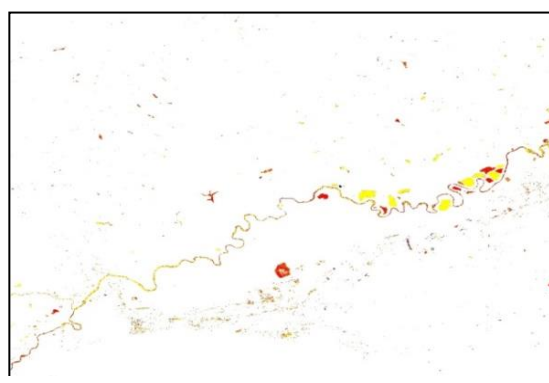


Figura 4. Resultado da extração automática.

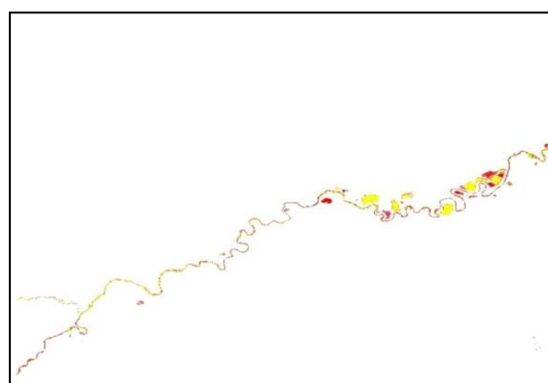


Figura 5. Imagem editada.

A partir da etapa de limpeza dos ruídos na imagem foi diagnosticado que o polígono do rio apresentava áreas onde o acúmulo de sedimentos e macrófitas interferiam na reflectância da lâmina de água. Por este motivo, em alguns trechos, houve o rompimento do polígono e a necessidade de edição manual.

3. Resultado e discussão

Os resultados do trabalho foram subdivididos na classificação da imagem para delimitação do leito do rio, edição das macrófitas e a demarcação da APP deste segmento de rio.

3.1 Classificação

Após a classificação do leito do rio foram identificados pontos interrompidos que o segmentaram em mais de um polígono; esses segmentos foram editados manualmente, desta forma houve um ajuste do rio classificado, porém, ainda, sem a delimitação das macrófitas. Nas figuras 6 e 7 observam-se um exemplo de interrupção do leito do rio e a posterior correção.

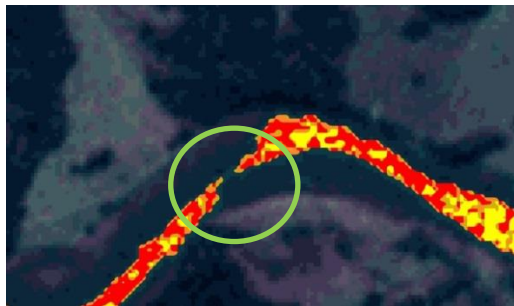


Figura 6. Corpo do rio rompido.

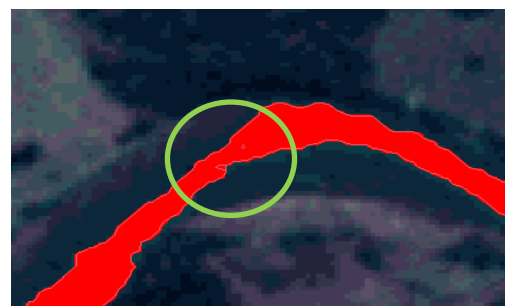


Figura 7. Corpo de rio rompido.

3.2 Edição das Macrófitas

Segundo GALO, *et al.* (2002), diferente do solo e da vegetação, a maior parte do fluxo radiante incidente sobre a água não é refletida, mas absorvida ou transmitida. Nos comprimentos de onda do visível, pouca luz é absorvida, uma pequena quantidade é refletida e a maior parte é transmitida. Sendo assim, quando existe uma concentração de vegetação flutuante sobre o leito de um rio, é necessário um maior cuidado quanto à drenagem automática, já que a reflectância será diferente do restante do corpo do rio.

Os fatores que afetam a variabilidade espectral na reflectância de um corpo d'água são, geralmente, determinados pelo ambiente. Os três fatores mais importantes são: profundidade do corpo d'água, presença de materiais em suspensão e rugosidade da superfície do corpo d'água, Curran (1985).

A identificação das macrófitas foi realizada visualmente sobre a imagem Rapideye e, por meio de edição manual, foram delimitadas. A figura 8 mostra um trecho do rio com as macrófitas identificadas em vermelho.



Figura 8. Identificação das macrófitas.

No caso da área estudada a quantidade de macrófitas detectadas correspondeu à aproximadamente 31.4% da área total do leito do rio, considerando que, anteriormente, a lâmina de água possuía cerca de 3.070 km² e após a correção manual passou a 4.480 km². Este resultado interfere diretamente na determinação da APP, pois ela é calculada a partir do tamanho do leito do rio.

Com a devida correção do leito do rio e das macrófitas foi possível visualizar a diferença entre rio editado e as macrófitas delimitadas. A figura 9 mostra o rio na cor amarela e as macrófitas em vermelho, evidenciando a importância da identificação das macrófitas para obtenção correta do leito do rio.

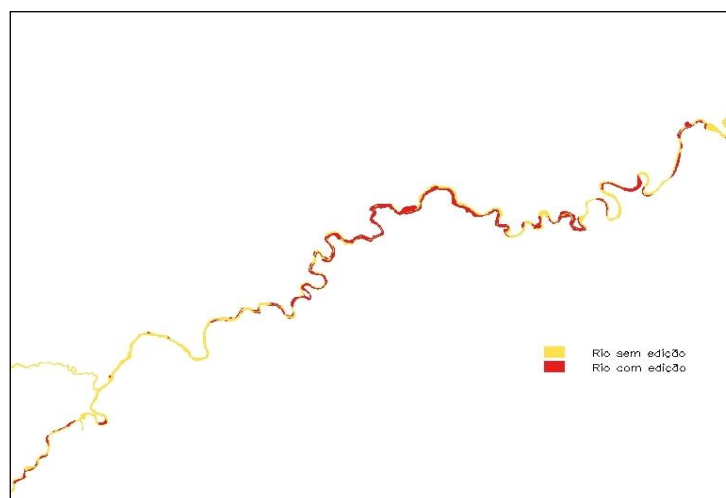


Figura 9. Leito do rio com e sem edição.

Para evidenciar a edição das macrófitas, a figura 10 mostra a cena RapidEye com zoom de uma das áreas editadas, onde o leito do rio, sem edição, é representado pela cor amarela e a parte editada está em vermelho.

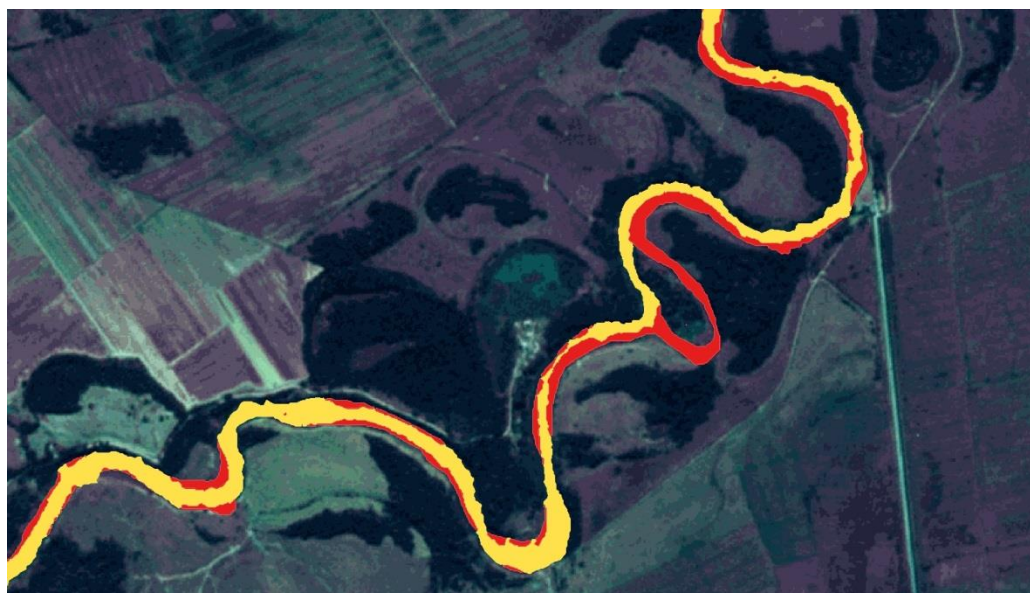


Figura10. Sobreposição da imagem RapidEye com o polígono do leito do rio e com as macrófitas.

3.3 Determinação da Área de Proteção Permanente

Após o todo processo de edição e correção manual dos pontos rompidos foi dado início a fase de determinação das APPs, que dependem da largura do leito rio conforme a lei nº 12.651/ 12, Art. 4 Parágrafo I do código florestal brasileiro vigente. Segundo a Lei, as APPs são áreas que devem

ser preservadas de desmatamento e poluição, variando de tamanho conforme a medida da largura entre as margens do rio. Assim, em rios com extensão de 10 metros deve-se proteger no mínimo 30 metros ao redor da margem; já em cursos d'água de 200 a 600 metros de largura a APP deve ser de 200 metros e em casos de rios ainda maiores elas podem alcançar até 500 metros de largura.

As APPs foram extraídas automaticamente por meio do software dedicado, considerando a Lei (Leonardi *et al.*), a partir do polígono classificado do rio. Este procedimento foi efetuado para o rio com macrófitas e sem macrófitas. A figura 11 mostra as APPs para o leito com as macrófitas na cor vermelha e sem na cor verde. Evidenciando a diferença no cômputo da APP.

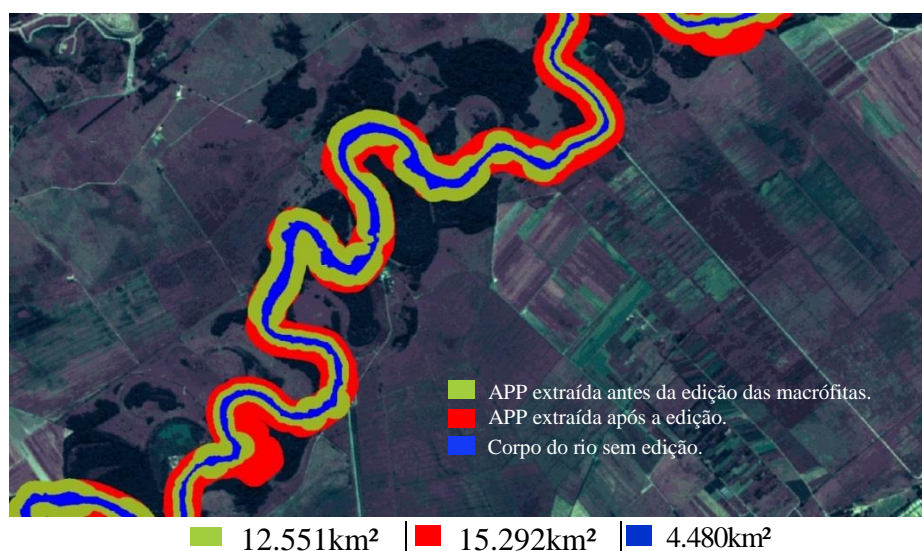


Figura 11. Sobreposição da APP antes e depois da edição das macrófitas.

A figura 12 ilustra o resultado final, considerando o leito do rio correto para o cálculo de APP, onde a cor azul é o leito do rio e a cor vermelha é a APP.

Pode-se perceber previamente que algumas de suas margens se encontram com pouca vegetação nativa, e está localizada próxima a propriedades de cultivo. Além disso, a figura 13 demonstra outra área onde a área de proteção permanente que se encontra em área urbana, o que infelizmente é comum em boa parte da extensão do Rio Paraíba, já que ele percorre muitos municípios e tem seus recursos hídricos explorados em quase todos eles.



Figura 12. Resultado da APP após a edição das macrófitas.



Figura 13. Área de Proteção Permanente e área urbana.

4. Conclusão

A metodologia desenvolvida mostrou que é possível determinar e avaliar as APPS com processos de geoprocessamento e processamento de imagens, de modo semi-automatizado. Foi possível constatar que a vegetação do tipo macrófita, quando existir no leito do rio, deve ser levada em consideração. No estudo de caso deste trabalho, ficou constatado que as macrófitas representavam 31,4% do leito do rio. Para comprovar a interferência das macrófitas no resultado final da determinação da APP uma avaliação considerando as macrófitas foi realizada e comparada com o leito do rio sem as mesmas. A delimitação das macrófitas foi efetuada por interpretação visual, porém para tornar o procedimento mais automático possível, avalia-se a aplicação da técnica de índice de vegetação para a caracterização deste tipo de cobertura.

O resultado da determinação das macrófitas mostrou que antes da correção manual, a APP correspondia a 12.551 km² e depois passou a 15.292 km², demonstrando uma diferença de 2.741 km², o que representa 17,9% de aumento da APP. Ficou, assim, evidenciada a importância de considerar as macrófitas, quando existirem na área de estudo, sobre o resultado final da área de APP, mostrando que ocorre um comprometimento na determinação e espacialização da área correta das APPs.

5. Referências Bibliográficas

ALVARO P. CRÓSTA, **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**, Campinas- SP, ed. Revisada 2002.

Blackbridge. 2015. **Satellite Imagery Product Specifications**. Version 6.1: 1–48. Available at <http://www.blackbridge.com/rapideye/upload/RE_Product_Specifications_ENG.pdf>. Acesso em 20/06/2016.

Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J *Computers & Graphics*, 20: (3) 395–403, May-Jun 1996. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling.**

CURRAN, P. J. **Principles of remote sensing**. London: Longman, 1985. 282 p.

DE SOUZA Jr, D. I. (2004). **A degradação da bacia do rio Paraíba do Sul**. ENGEVISTA, 3(6).

Foley, J. D., Dam, A. V., Feiner, S. K., & Hughes, J.F. **Computer graphics: principles and practice**, 1996.

Galo, M. L. B. T., Velini, E. D., Trindade, M. L. B., & Santos, S. C. A. (2002). **Remote satellite sensing to monitor macrophyte dispersion in the Tietê river reservoirs.** *Planta Daninha*, 20(SPE), 7-20.

MMA.2016.**GeoCatálogoDoMinistérioDoMeioAmbiente.** Availableat <<http://geocatalogo.mma.gov.br/sobre.jhtml> >. Acesso em 18/05/2016.

NAMIKAWA, L. 2016 - **Extração de Corpos d'Água Utilizando Imagens RapidEye: Metodologia Automatizada com Base no Componente Matiz da Transformação de Cores RGB para o Modelo HSV.**

ROSIM, Sergio; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira ; RENNÓ, Camilo Daleles ; OLIVEIRA, J. R. F. . **Uma ferramenta open source que unifica representações de fluxo local para apoio à gestão de recursos hídricos no Brasil.** IP. *Informática Pública*, v. 10, p. 29-49, 2008.

RapidEye.**Satellite Imagery Product Specifications.**

Availableat<http://www.rapideye.com/upload/RE_Product_Specifications_ENG.pdf>. Acesso em 09/06/2016.

Sílvia S. Leonardi · Laércio M. Namikawa · João R. de F. Oliveira · Sergio Rosim. Oct 2014. **Delimitation of permanent protected areas of rivers in Brazil.**