



USO DO MODELO HAND NA IDENTIFICAÇÃO DA ZONA RIPÁRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIPI-PARÁ/BRASIL

Priscilla Flores Leão Ferreira Tamasauskas¹
Carlos Eduardo Pereira Tamasauskas²

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Priscilla Flores Leão Ferreira Tamasauskas y Carlos Eduardo Pereira Tamasauskas (2018): "Uso do modelo hand na identificação da zona Ripária da Bacia hidrográfica do rio Caripi-Pará/Brasil", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (febrero 2018). En línea: [//www.eumed.net/2/rev/caribe/2018/02/bacia-hidrografica-riocaripi.html](http://www.eumed.net/2/rev/caribe/2018/02/bacia-hidrografica-riocaripi.html)

RESUMO

No contexto de uso e ocupação da terra da Amazônia, que resultou e continua a resultar em paisagens altamente antropizadas, pesquisas apontam para os impactos negativos na qualidade e na quantidade dos recursos hídricos produzidos pelas bacias hidrográficas da região. As zonas ripárias, localizadas no interior das bacias hidrográficas, desempenham importante relevância hídrica e ecológica, sendo, portanto, áreas estratégicas para manter a integridade dos ecossistemas de água doce. A bacia do rio Caripi está localizada na mesorregião Nordeste Paraense, marcada por desmatamentos, inclusive ao longo das margens dos rios, voltados para atividades agropecuárias. Assim, como foco do presente trabalho, discutiu-se o uso de modelagem hidrológica (HAND) assentada em geotecnologias para a delimitação espacial das zonas ripárias e como resultados constatou-se que trata-se de uma ferramenta de grande utilidade e acurácia para estimar áreas mais propícias à saturação hídrica, ressaltando-se a necessidade de avanço em estudos que foquem a modelagem hidrológica com dados de sensores remotos ativos (sensores de micro-ondas).

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Zona Ripária; Rio Caripi; HAND; Geotecnologias.

USO DEL MODELO HAND EN LA IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA RIPARIA DE LA BACIA HIDROGRÁFICA DEL RÍO CARIPI-PARÁ / BRASIL

RESUMEN

En el contexto de uso y ocupación de la tierra de la Amazonia, que resultó y continúa dando lugar a paisajes altamente antropizados, investigaciones apuntan a los impactos negativos en la calidad y en la cantidad de recursos hídricos producidos por las cuencas hidrográficas de la región. Las zonas riparias, ubicadas en el interior de las cuencas hidrográficas, desempeñan una importante relevancia hídrica y ecológica, siendo, por lo tanto, áreas estratégicas para mantener la integridad de los ecosistemas de agua dulce. La cuenca del río Caripi está ubicada en la mesorregión Nordeste Paraense, marcada por deforestaciones, incluso a lo largo de las márgenes de los ríos, volcados hacia actividades agropecuarias. Así, como foco del presente trabajo, se discutió el uso de modelado hidrológico (HAND) asentada en geotecnologías para la delimitación espacial de las zonas ripias y como resultados se constató que se trata de una herramienta de gran utilidad y exactitud para estimar áreas más propicias a la saturación hídrica, resaltando la necesidad de avance en estudios que enfocan el modelado hidrológico con datos de sensores remotos activos (sensores de microondas).

Palabras clave: Cuenca hidrográfica; Zona Riparia; Río Caripi; HAND; Geotecnologías.

¹ Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Amazônia Oriental/Museu Paraense Emílio Goeldi. E-mail: priscilla.tamasauskas@gmail.com

² Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará e Analista de C&T do Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - CENSIPAM. E-mail: carlos.tamasauskas@sipam.gov.br

USE OF THE HAND MODEL IN THE IDENTIFICATION OF THE RIPARIAN ZONE OF THE CARIPI-PARÁ/BRASIL RIVER HYDROGRAPHIC BASIN

ABSTRACT

In the context of the use and occupation of the Amazonian land, which resulted and continues to result in highly anthropic landscapes, research indicates the negative impacts on the quality and quantity of water resources produced by the hydrographic basins of the region. The riparian zones, located within the hydrographic basins, play an important ecological and ecological relevance, being, therefore, strategic areas to maintain the integrity of the freshwater ecosystems. The Caripi River basin is located in the Northeastern Paraense mesoregion, marked by deforestation, including along the banks of the rivers, directed to agricultural activities. Thus, as a focus of the present work, the use of hydrological modeling (HAND) based on geotechnologies was discussed for the spatial delimitation of riparian zones and as results it was verified that it is a tool of great utility and accuracy to estimate areas more conducive to water saturation, emphasizing the need to advance studies that focus on hydrological modeling with data from active remote sensors (microwave sensors).

Keywords: Hydrographic basin; Riparian Zone; Rio Caripi; HAND; Geotechnology.

1 INTRODUÇÃO

A região amazônica apresenta um processo dinâmico de evolução de uso e cobertura da terra, marcada por importantes transformações na paisagem natural, as quais geraram e continuam a gerar impactos negativos de forma sistêmica, com enfoque especial nas bacias hidrográficas.

Levando em consideração que no ambiente da bacia hidrográfica desenvolvem-se as mais diversas formas de uso e ocupação da terra, que podem ou não ser compatíveis com a manutenção dos parâmetros de qualidade e quantidade das águas (MILOVANOVIC, 2007; POCEWICZ et al., 2008), este trabalho apresenta uma metodologia que permite a delimitação de áreas bastante sensíveis localizadas no interior da bacia hidrográfica, as zonas ripárias.

As zonas ripárias são áreas de fundamental interesse hidrológico no contexto da bacia hidrográfica, pois representam áreas de relevância hídrica e ecológica (VOGEL et al., 2009; ATTANASIO et al., 2012). Tais áreas caracterizam-se por serem áreas de saturação hídrica que margeiam os cursos d'água e onde se estabelecem as matas ciliares (LIMA et al., 2003; LIMA, 2005; ZAKIA, 2009). São consideradas áreas estratégicas para manter a integridade dos ecossistemas de água doce frente às ameaças como a fragmentação florestal e a perda de habitats (ABELL et al., 2007). As zonas ripárias compõem ecossistemas capazes de fixar carbono, que servem como habitats de vida selvagem e corredores ecológicos, proporcionando sombra, matéria orgânica e alimento para sua biota (SALEMI et al., 2012).

A área de estudo do presente trabalho, a bacia hidrográfica do rio Caripi, localiza-se numa das mais antigas áreas de colonização paraense, a mesorregião Nordeste Paraense, a qual acompanhou a tendência regional de transformações na sua paisagem, principalmente através da conversão de floresta primária, situadas muitas das vezes ao longo das margens dos rios, em áreas agrícolas e de pastagem.

Em função da área de estudo estar localizada geograficamente em uma paisagem altamente antropizada, onde os remanescentes de vegetação nativa encontram-se restritos às margens dos rios e do reconhecimento da importância das zonas ripárias para a bacia hidrográfica, é de grande valia a discussão de metodologias de delimitação espacial dessas áreas de interesse hidroecológico.

Assim, reconhecendo a importância das zonas ripárias na dinâmica da bacia hidrográfica e, em especial, no funcionamento hidrológico da bacia do rio Caripi, este trabalho apresentará o uso do modelo HAND (Height Above the Nearest Drainage), aliado a dados hidrológicos, na identificação da pretensa zona ripária da bacia em questão.

2 MATERIAIS E MÉTODO

A bacia hidrográfica do Rio Caripi abrange os municípios de Maracanã ao norte e Igarapé-Açu ao Sul, os quais pertencem à mesorregião Nordeste Paraense e às microrregiões do Salgado e Brangantina, respectivamente (Figura 01). A Tabela 01 descreve as principais características dos municípios componentes da bacia.

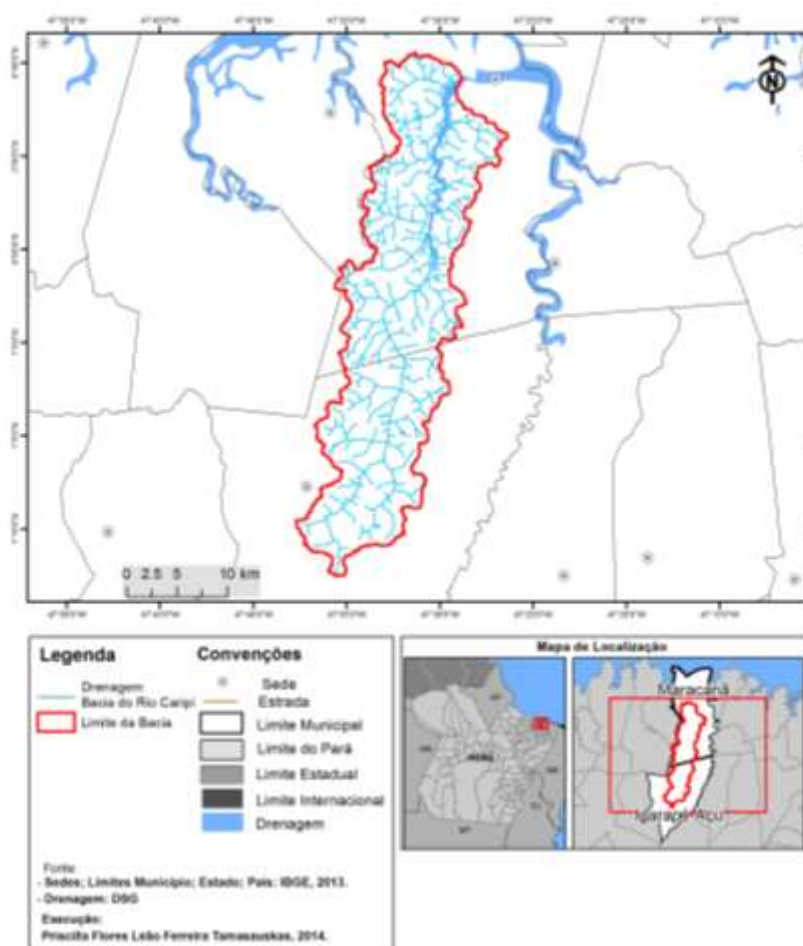


Figura 01 - Localização da área de estudo.

Cobertura de solos	A região apresenta solos classificados como Latossolos Amarelo Textura Média e Concrecionários Laterísticos, localizados nas áreas de Terra Firme, solos Hidromórficos Indiscriminados e Aluviais, encontrados nas margens dos rios; e solos Indiscriminados de Mangues, nas áreas semilitorâneas e litorâneas.
Cobertura vegetal	A vegetação é composta originalmente por mata de terra firme, porém devido ao intenso histórico de uso e ocupação da terra na região, predomina-se atualmente florestas secundárias ou capoeiras, em vários estágios de regeneração. A vegetação de várzea se distribui nas margens sinuosas dos rios Caripi e Maracanã. Também possui outros tipos de cobertura vegetal, a exemplo dos manguezais e dos campos naturais de Mangaba, localizados na zona costeira.
Topografia	A variação altimétrica apresenta valores médios em torno de 5 metros, com cota máxima de 74 metros.
Estrutura geológica	Predominam sedimentos Terciários da Formação Barreiras,

	<p>principalmente no interior (terra firme) do Município, e por sedimentos inconsolidados do Quaternário Subatual e Recente, localizados na sua porção setentrional, no estuário do rio Maracanã (sedimentação fluvio-marinha).</p> <p>Em decorrência da estrutura geológica o relevo é bastante simples, representado pelos baixos Tabuleiros do Grupo Barreiras, Terraços do Quaternário Antigo e Várzeas Quaternário Recente. Morfoestruturalmente corresponde, à unidade regional do Planalto Rebaixado da microrregião Bragantina.</p>
Sistemas de drenagem	<p>Com relação à hidrografia o rio Maracanã, que serve de limite com os municípios de Santa Maria e Nova Timboteua, é o receptor da grande maioria dos igarapés que estão presentes na rede hidrográfica de Igarapé-Açu. O rio Caripi é um dos rios do Município de Igarapé-Açu. Nasce no interior do município e corre para o Norte, em direção ao rio Maracanã. É formado pelo igarapé Primeiro Caripi e recebe, na margem esquerda, o igarapé Raposo e, na direita, igarapé Pupuca.</p>

Tabela 01 - Características da área de abrangência da bacia do rio Caripi. Fonte: Pará (2011).

O clima dos municípios de Igarapé-Açu e Maracanã inserem-se na categoria de megatérmico úmido, do tipo *Am* da classificação de Köppen, temperatura média, durante todo o ano, em torno de 25° C e 27° C, respectivamente; a precipitação média anual de 2.344 mm, com forte concentração entre os meses de janeiro a maio (PACHÊCO; BASTOS, 2001; ALBUQUERQUE et al., 2010).

Uma das principais ferramentas voltadas para análise ambiental diz respeito às geotecnologias, que podem ser entendidas como “...o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica.” (Rosa, 2005, p. 81). Dentre as geotecnologias, o presente estudo fará uso de dados de sensoriamento remoto (imagem de modelo digital de elevação e do satélite Landsat 5) e de ferramentas de geoprocessamento do Sistema de Informação Geográfica ARCGIS.

Há diversas metodologias para delimitação espacial de zona ripária, sendo que utilizaremos uma metodologia que agrega a elaboração do Modelo HAND e a sua, posterior, reclassificação baseada em informação hidrológica. Vale ressaltar que, o modelo HAND é um algoritmo que normaliza dados topográficos, relacionando hidrografia e geomorfologia, possibilitando a comparação entre terrenos de cotas topográficas distintas e a visualização de água contida no solo. Após a geração da imagem *HAND*, fez-se necessário o uso dos valores históricos de cotas de rio da região da área de estudo, com o intuito de avaliar e deduzir os valores de cotas que indiquem as áreas de saturação hídrica e, assim, gerar a zona ripária. Como não há dados de cotas para o rio Caripi, iremos utilizar os valores de cotas fluviométricas do rio Caeté, pois é o único rio da mesma região da área de estudo (zona litorânea paraense) com estação de monitoramento da Agência Nacional de Águas – ANA (Estação Fluviométrica Nova Mocajuba – 32350000/disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>).

Assim, a metodologia seguida no presente estudo pode ser visualizada no fluxograma abaixo (figura 02).

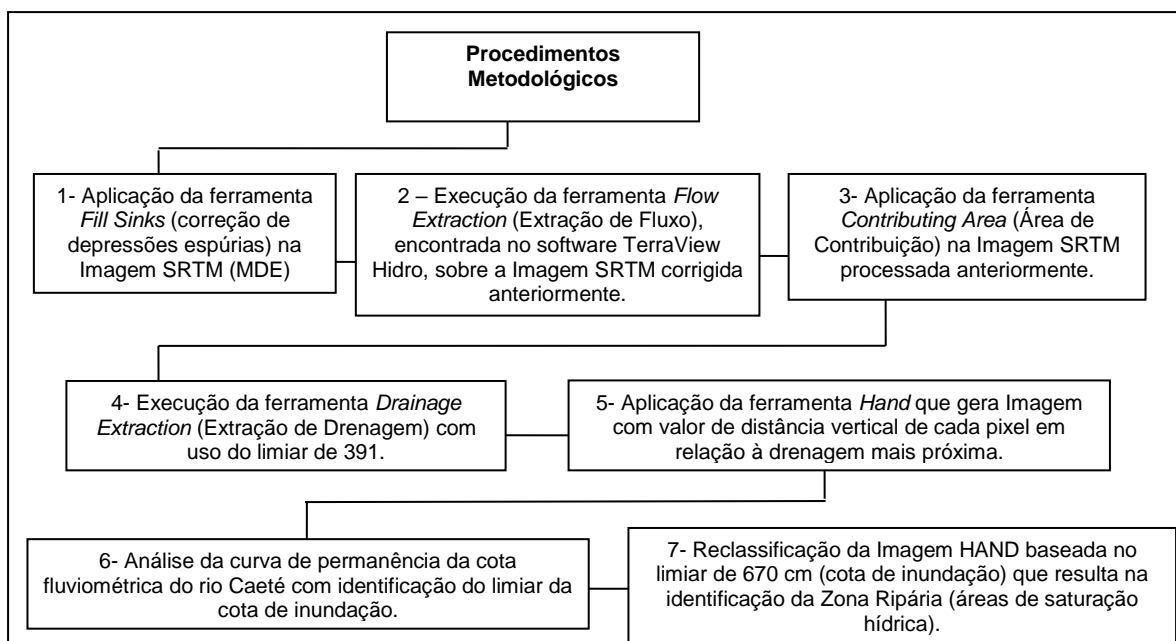


Figura 02 - Procedimentos metodológicos adotados

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras 03 e 04 apresentam a bacia hidrográfica do rio Caripi e a sua zona ripária resultante dos passos metodológicos seguidos. A bacia hidrográfica do rio Caripi possui área de 47.849,45 ha e a sua zona ripária conta com 27.386,12 ha, o que confere a zona ripária uma representação de 57,23% da área da bacia hidrográfica, denotando o importante papel da zona ripária nos processos hidrológicos que ocorrem na referida bacia.

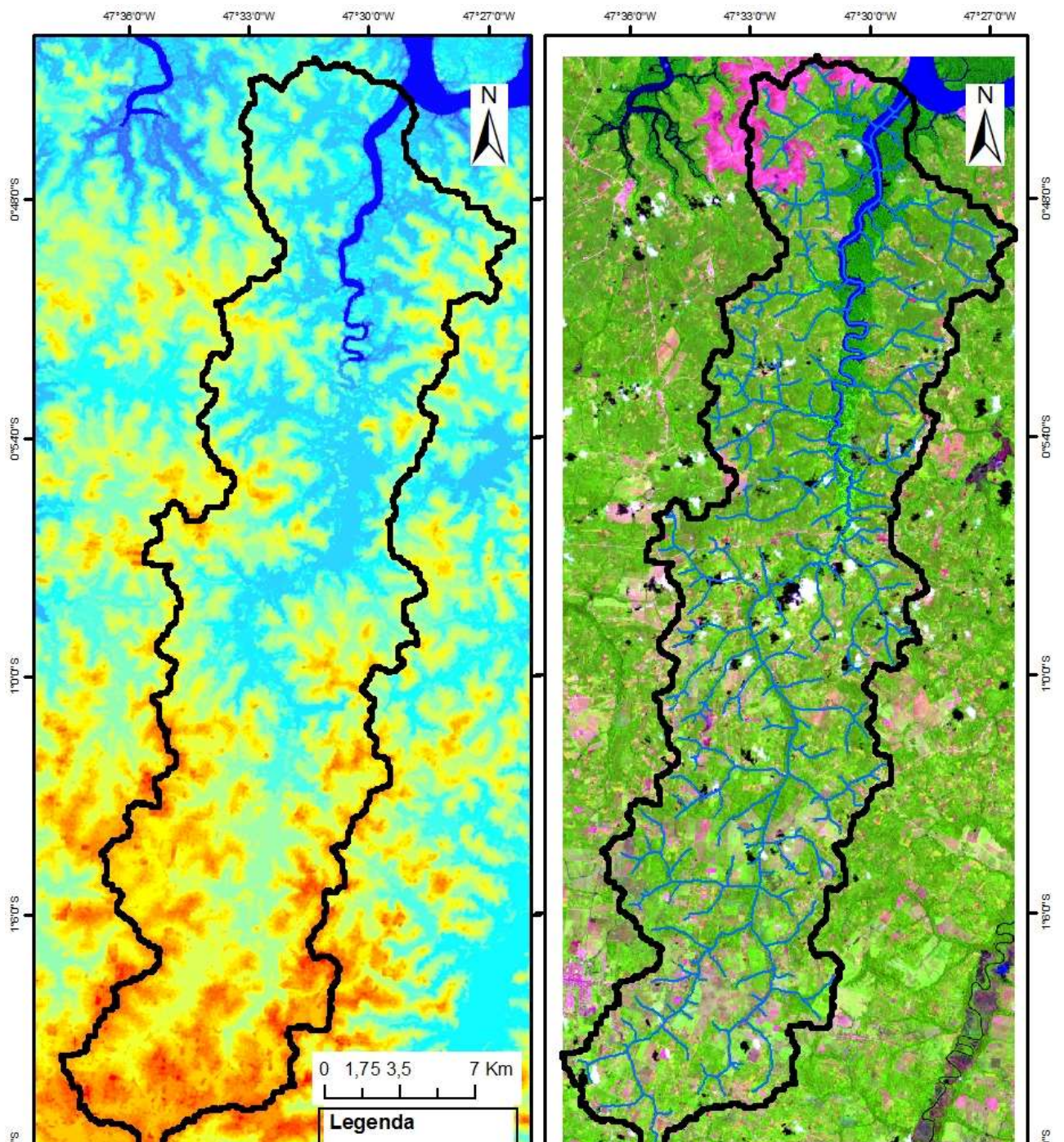


Figura 03 – Bacia Hidrográfica do Rio Caripi e as Imagens MDE SRTM e Landsat 5/2004

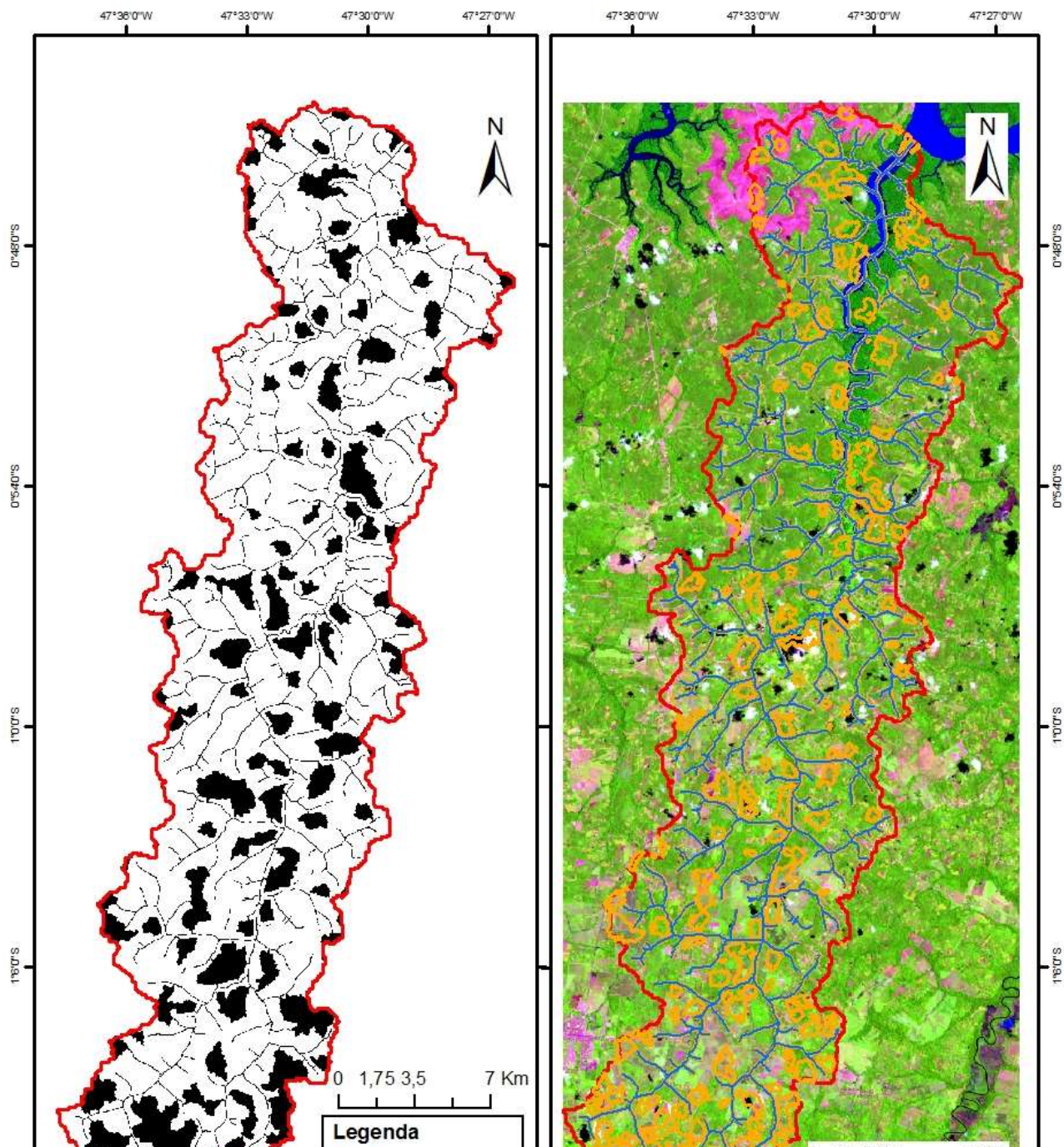


Figura 04 – Zona Ripária da Bacia Hidrográfica do Rio Caripi

A partir das figuras acima, podemos observar que a zona ripária teve parte de sua delimitação circunscrita ao entorno da rede de drenagem da bacia, o que é um resultado já esperado para o modelo Hand, já que o mesmo visa destacar as áreas de saturação hídrica a partir da distância vertical do solo para a drenagem mais próxima. Nesse sentido, podemos perceber que o algoritmo Hand teve resultado satisfatório, pois permitiu destacar a zona ripária de acordo com a disposição da rede de drenagem, conforme figura 05 abaixo.

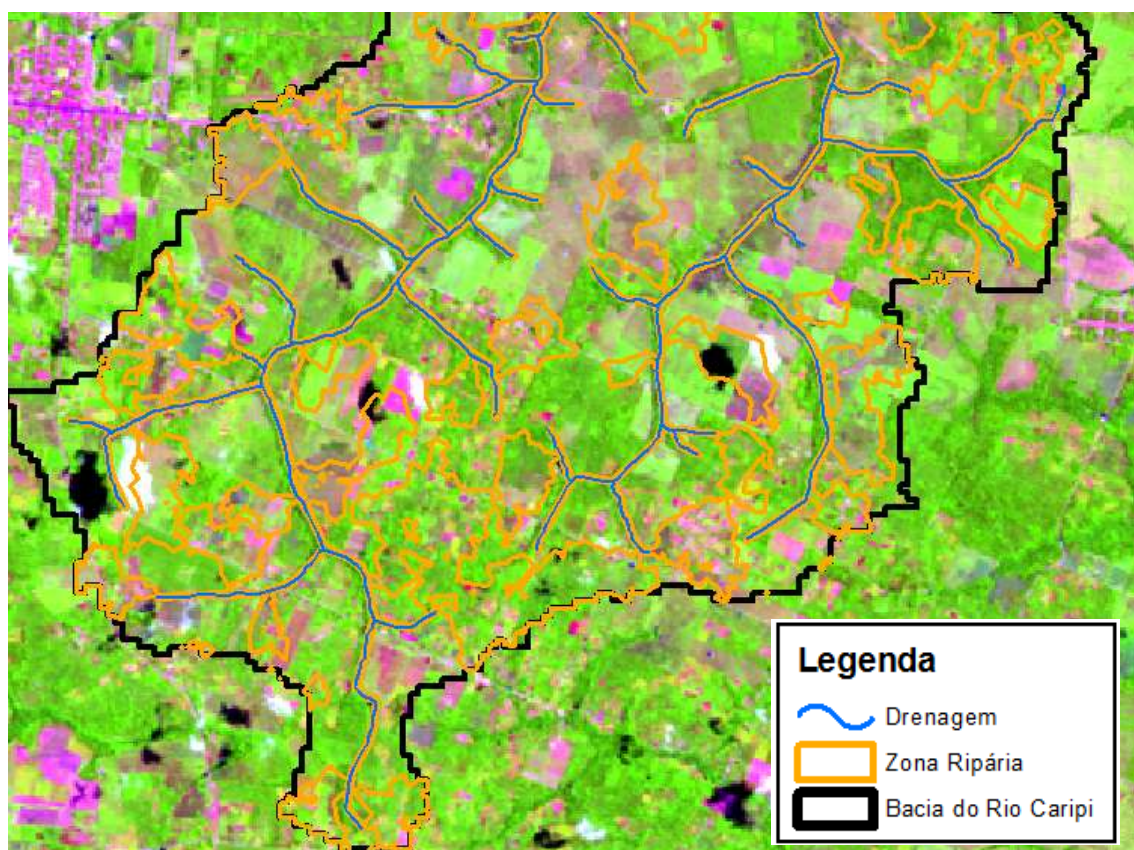


Figura 05 – Zona Ripária no entorno da Rede de Drenagem

Vale destacar que a zona ripária obtida está diretamente relacionada à cota de inundação obtida a partir dos valores históricos de cotas fluviométricas do rio Caeté. Foram utilizados os dados consistidos que perfazem o período de novembro de 1964 a agosto de 2006 e foram lidos no software Hidro 1.2 (Figura 06).

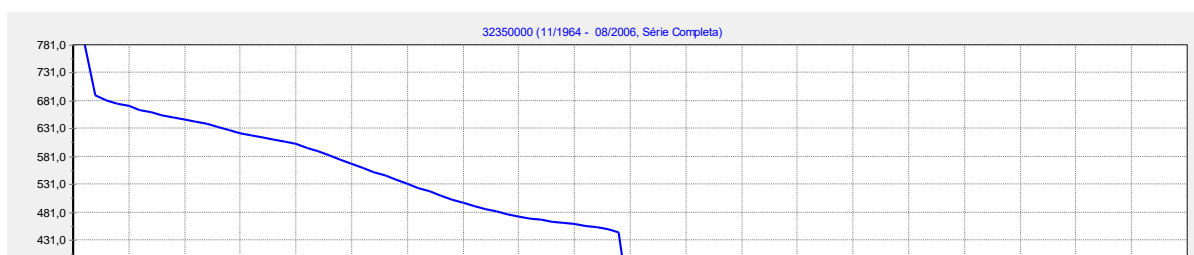


Figura 06 - Valores de cotas do rio Caeté - Estação Nova Mocajuba

A curva de permanência dos valores de cotas do rio Caeté (Figura 06) indica a relação existente entre os valores de cotas (níveis do rio) e a porcentagem de tempo que tais valores atingiram, o que permite deduzir limiares de cotas que indicam processos de enchentes e inundações e, dessa forma, podemos inferir limiares de cota que geram áreas com saturação hídrica, que são compreendidas aqui como as zonas ripárias (MARTINS et al., 2011). Desse modo, foi definido o valor de cota de 670 cm, que compreende aproximadamente 5% do tempo de permanência, para servir de limiar na definição das possíveis áreas de saturação hídrica (zona ripária).

Apesar do resultado satisfatório da zona ripária para a localização da rede de drenagem, podemos observar vários polígonos de zona ripária distantes da rede de drenagem, o que pode indicar possíveis equívocos e/ou superestimação da área da zona ripária. A figura 07, abaixo, demonstra a distância dos polígonos da zona ripária à rede de drenagem mais próxima.



Figura 07 – Gráfico de Distância dos Polígonos da Zona Ripária à Rede de Drenagem

Pelo exposto, temos diversos polígonos que atingem distâncias superiores a 200 metros da rede de drenagem, o que reforça a ideia de equívocos na produção da zona ripária. Contudo, é importante lembrar que o dado de origem do Hand é o modelo digital de elevação da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), a qual produziu imagens que representam as diferenças de elevação da superfície terrestre, logo, é um modelo digital de superfície. Assim, possíveis equívocos na identificação das áreas de saturação hídrica podem ocorrer devido as diferenças dos valores de elevação decorrentes dos alvos que recobrem a

bacia do rio Caripi quando do imageamento da missão SRTM, ocorrida de 11 a 22 de fevereiro de 2000.

Assim, é importante identificar as classes de uso e cobertura da terra presentes na zona ripária visando entender possíveis interferências na identificação da mesma. Desse modo, a partir da imagem Landsat 5/TM do ano de 2004, foi possível identificar 7 classes de uso e cobertura da terra, conforme tabela 02 abaixo.

Classes de Uso e Cobertura da Terra	2004
	área (ha) / %
Agricultura	314,47 / 1,18
Campo Natural	545,19 / 2,06
Floresta Secundária	3381,00 / 12,79
Mangue	1711,81 / 6,47
Mosaico de Ocupações	1048,27 / 3,96
Pastagem	963,13 / 3,64
Vegetação Secundária	17854,1 / 67,39

Tabela 02 - Classes de Uso e Cobertura da Terra na Zona Ripária.

Apesar do imageamento da missão SRTM ter ocorrido no ano 2000 e a imagem Landsat 5/TM utilizada ser do ano de 2004, foi possível ter compreensão de que a maior parte da zona ripária identificada (86,65%) é composta pelas classes de floresta, vegetação secundária e mangue, as quais são ambientes de cobertura vegetal/florestal que podem ocasionar erros nas medições de elevação da missão SRTM (Rennó, 2009; Valeriano et al., 2006). Desse modo, concluímos que a identificação de áreas de saturação hídrica distantes acima de 200 metros da rede de drenagem podem ser equívocos causados pelos erros inerentes ao MDE SRTM quando há coberturas vegetais densas na área imageada. Contudo, tais polígonos de possíveis equívocos totalizam 81,88 hectares da zona ripária, o que representa 0,30% da zona ripária, sendo, portanto, erros admissíveis em virtude da pouca expressividade dos mesmos e da possível fonte de erro (MDE SRTM) já ser conhecida suas limitações.

4 CONCLUSÃO

A zona ripária, entendida como áreas de saturação hídricas, são áreas de interface entre os ambientes aquáticos e terrestres e prestam diversos e importantes serviços ecossistêmicos aos diversos elementos da paisagem, em especial, às bacias hidrográficas. Nesse sentido, uma das primeiras necessidades para a sua proteção e conservação diz respeito à identificação/localização da mesma.

O modelo Hand aliado aos dados hidrológicos possibilitou modelar e identificar a zona ripária da bacia hidrográfica do rio Caripi, o que permitiu apreender a sua grande importância para a hidrologia da referida bacia, pois a zona ripária abrange 57,23% da área da bacia.

A zona ripária obtida teve coerência com a rede de drenagem, mas, também, produziu suposto erros de áreas de saturação hídrica que estão mais de 200 metros distantes da rede de drenagem, o que deve ser alvo de pesquisa com trabalho de campo para dirimir dúvida sobre tais áreas.

A modelagem hidrológica por meio do modelo Hand mostra-se como uma ferramenta de grande utilidade e acurácia para estimar áreas mais propícias à saturação hídrica e, assim, contribuir na produção de informações relevantes para a gestão e conservação dos ambientes naturais e antropizados, em especial, os ambientes úmidos. Portanto, novas pesquisa que aliem a modelagem hidrológica com dados de sensores remotos ativos (sensores de micro-

ondas) que consigam interagir com o solo abaixo dos dosséis florestais são necessários para avançar no conhecimento sobre os ambientes úmidos, com destaque para as zonas ripárias.

5 REFERÊNCIAS

ABELL, R.; ALLAN, J.D.; LEHNER, B. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. **Biological Conservation**, v. 134, n. 1, p. 48-63, 2007.

ALBUQUERQUE, M. F.; SOUZA, E. B.; OLIVEIRA, M. C. F.; SOUZA JUNIOR, J. A. Precipitação nas mesorregiões do estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas (1978-2008). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 6, n. 6, p. 151-168, 2010.

ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; ZAKIA, M. J. B.; VENIZIANI JUNIOR, J. C. T.; LIMA, W. P. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 493-501, 2012.

LIMA, W. P.; CÂMARA, C. D.; ZÁKIA, M. J. B.; MOSTER, C. Determinação do ano hidrológico visando a quantificação do balanço hídrico em microbacias experimentais. **Circular Técnica IPEF**, v. 197, p. 1-9, 2003.

LIMA, W. P. Floresta natural protege e estabiliza os recursos hídricos. **Visão Agrícola**, v. 4, p. 30-33, 2005

MARTINS, D. M. F.; CHAGAS, R. M.; MELO NETO, J. O.; MELLO JUNIOR, A. V. Impactos da construção da usina hidrelétrica de Sobradinho no regime de vazões no Baixo São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1054-1061, 2011

MILOVANOVIC, M. Water quality assessment and determination of pollution sources along the Axios/Vardar River, Southeastern Europe. **Desalination**, v. 213, n. 1-3, p. 159-173, 2007

PACHÊCO, N. A.; BASTOS, T. X. **Caracterização climática do Município de Tomé Açu, Belém, PA**: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 18 p.

PARÁ. **Relatório de estatística municipal Igarapé-Açu**. Belém-Pa: Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças (SEPOF), 2011a, 47p.

PARÁ. **Relatório de estatística municipal Maracanã**. Belém-Pa: Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças (SEPOF), 2011b, 46p

POCEWICZ, A.; NIELSEN-PINCUS, M.; GOLDBERG, C. S.; JOHNSON, M. H.; MORGAN, P.; FORCE, J. E.; WAITS, L. P.; VIERLING, L. Predicting land use change: comparison of models based on landowner surveys and historical land cover trends. **Landscape Ecology**, v. 23, p. 195-210, 2008.

RENNÓ, C. D. Redução dos efeitos do desmatamento sobre modelo digital de elevação do SRTM usando imagem TM/LANDSAT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 7095-7102.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, n.16, p.81-90, 2005.

SALEMI, L. F.; GROPPPO, J. D.; TREVISAN, R.; MORAES, J. M.; LIMA, W. P.; MARTINELLI, L. A. Riparian vegetation and water yield: a synthesis. **Journal of Hydrology**, v. 454-455, n. 6, p. 195-202, 2012

VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T. M.; STORINO, M.; AMARAL, B. D.; MENDES JÚNIOR, J. N.; LIMA, D. J. Modeling small watersheds in Brazilian Amazônia with SRTM-90m data. **Computers and Geosciences**, v. 32, n. 8, p. 1169-1181, Outubro, 2006.

VOGEL, H. F.; ZAWADZKI, C. H.; METRI, R. Florestas ripárias: importância e principais ameaças. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 4, n. 1, p. 24-30, 2009.