



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

DENYSON RODRIGO CORRÊA E SILVA

**DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ, NORDESTE DO
PARÁ**

BELÉM/PA

2010

DENYSON RODRIGO CORRÊA E SILVA

**DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ, NORDESTE DO
PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Oceanografia do Instituto de
Geociências da Universidade Federal do
Pará, para obtenção do título de Bacharel
em Oceanografia.

Orientadora: Prof^a. Msc. Susane Rabelo
de Souza-Vieira.

BELÉM/PA

2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

S586d Silva, Denyson Rodrigo Corrêa e

Delimitação da bacia hidrográfica do rio Caeté, Nordeste do Pará / Denyson Rodrigo Corrêa e Silva; Orientadora: Susane Rabelo de Souza-Vieira – 2010

41 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Quarto Período de 2009.

1. Geomorfologia Nordeste (PA) 2. Bacia hidrográfica. 3. Rio Caeté (PA). I. Universidade Federal do Pará. II. Vieira, Susane Rabelo de Souza, *orient.* III. Título.

CDD 20° ed.: 551.41098115

DENYSON RODRIGO CORRÊA E SILVA

DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAETÉ, NORDESTE DO PARÁ.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Data de defesa: 12 / 01 / 2010

Conceito: Bom (8,5)

Banca Examinadora:

Susane Rabelo de Souza-Vieira.

Prof^a. Susane Rabelo de Souza-Vieira - Orientadora
Mestre em Oceanografia Física, Química e Geológica
Universidade Federal do Pará

Osmar Guedes da Silva Júnior

Prof^o. Osmar Guedes da Silva Júnior - Membro
Mestre em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará

Silvana do Socorro Veloso Sodrê

Prof^a. Silvana do Socorro Veloso Sodrê - Membro
Mestre em Ciências Ambientais
Universidade Federal do Pará

AGRADECIMENTOS

Achava que esta seria uma das partes mais fáceis de escrever neste TCC. Estava enganado. Tenho a responsabilidade de lembrar e, ao mesmo tempo, agradecer a todos aqueles que me ajudaram, não somente neste trabalho, mas no decorrer da minha vida acadêmica (e antes dela também).

Agradeço primeiramente à minha avó Marlene, a pessoa que, mesmo sem saber, me fez acreditar que eu podia seguir em frente e terminar essa graduação.

À minha mãe Edna, por tudo o que batalhou (e ainda batalha) por mim e pelo meu irmão Wagner, à minha tia Edinea, por toda a ajuda no decorrer desses 25 anos, à Bete, minha outra tia, pelas palavras de incentivo, à minha prima Adriana pelas risadas e à Ana Karoline (Aninha), minha afilhada de dois anos e que amo demais.

Um agradecimento especial à minha família bragantina: meu padrinho Edilson, que foi fundamental na minha entrada na universidade e, além de ser um exemplo de pessoa e profissional que tento seguir; à tia Rosana, por me “aturar” por tanto tempo, ao Antonio Henrique, meu primo e um dos melhores amigos que tenho na zona costeira deste país, e à sua irmã, Thamyres, pelas vastas horas de bate-papo ao longo dessa vida.

Agradeço aos meus amigos de faculdade (e pra toda a vida), pelo companheirismo, gargalhadas, amizade e ensinamentos: Robert Diego, Rudney Rennan, Márcio Porfírio, Deyvison Alex, Rodrigo Martins, Clésio Costa, Paula Pagliarini, Fábio Watanabe, Amanda Pinheiro, Érica Antunes, Paulo Tadeu, Marcelo Pena, Eurivaldo Costa, Tatiane Gomes, Cesar Braga e Silvana Veloso.

Agradeço à minha família de Mosqueiro: meu pai Carlos, minhas tias Marta e Nair e meu tio Expedito.

Gostaria de agradecer do fundo do coração àquele que se tornou meu pai, me apoiando demasiadamente depois que entrei na universidade: meu tio Raimundo Oliveira, obrigado por toda a ajuda e amizade nos bons e maus momentos. Agradeço à sua família, da qual nesses anos passei a fazer parte: tia Edilene (Nonon), primo Rafael, prima Camila e Yasmin (minha “sobrinha” de um ano). Obrigado por todo o apoio. Amo vocês.

Um agradecimento também especial aos grandes amigos de fora da universidade que passaram pela minha vida, mas o destino se encarregou de nos proporcionar caminhos diferentes: Marcelo Lopes, Ivanna Thayssa, André Carvalho, Rita de Cássia, Washington Quadros e Wanda Andrade. Sinto falta de cada um de vocês.

Agradeço àquela que, mesmo tendo um início de amizade dos mais complicados, acreditou em mim e me orientou neste trabalho, tornando-se neste período uma grande amiga: professora Susane Rabelo.

Um agradecimento a Clístenes Catete, pelo auxílio no ArcGis.

Gostaria de agradecer a quatro pessoas que me deram oportunidades de trabalho durante esses anos de universidade: Renato e Cássia Valente, através da Contromídia e Leopoldo Couceiro e Paulo Silva, pela Quadra Engenharia.

Agradeço aos amigos que fiz na Casa da Juventude (CAJU) durante os últimos meses de 2009 e, em especial à meteorologista Venize Teixeira, por me trazer alegria e entusiasmo.

Por fim e não menos importante agradeço à minha mãezinha Nossa Senhora de Nazaré, pela paz que me confortou e deu força nos momentos que pensei em desistir.

*“Nunca deixe que lhe digam
Que não vale à pena acreditar nos sonhos que se tem
Ou que seus planos nunca vão dar certo
Ou que você nunca vai ser alguém”*

Renato Russo.

RESUMO

A bacia hidrográfica é definida pelo conjunto de superfícies que, através de canais e tributários, drena água de chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas para um canal principal cuja vazão ou deflúvio converge numa saída única, seu exutório. A bacia do Caeté, localizada na zona costeira do estado do Pará, limita-se ao norte pelo Oceano Atlântico, ao sul pela bacia do rio Guamá, a leste pelas bacias do rio Urumajó e rio Piriá, e a oeste pelas bacias dos rios Maracanã e Quatipuru. É do tipo exorréica. A delimitação de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados na fase de planejamento em quaisquer investigações de âmbito hidrológico, hidrossedimentares etc. Para se alcançarem os objetivos propostos neste estudo, o mesmo foi dividido em algumas etapas, como realização de uma revisão bibliográfica e uso do programa ArcGIS 9.2 e do aplicativo Global Mapper 6, considerando o levantamento de dados digitais e analógicos para a elaboração de um ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). A partir do Modelo Digital de Elevação, foram gerados diversos rasters baseados na hidrologia (como direção do fluxo, fluxo acumulado com perímetro de fluxo, bacias e ordem dos canais), que permitiram realizar a análise do produto automatizado de geração da bacia hidrográfica do rio em questão. Seis municípios do nordeste do Pará fazem parte da Bacia Hidrográfica do rio Caeté: Bonito, Bragança, Capanema, Ourém, Santa Luzia do Pará e Tracuateua. Possui uma área de 2.060,76 km² e perímetro de 316 km, da nascente (município de Bonito) à foz (município de Bragança). Com a integração de bases cartográficas (ANA; SIGIEP; IBGE; DSG; CPRM) tornou-se possível construir a rede hidrográfica do Caeté, considerando na hierarquia fluvial, como uma bacia de quinta ordem, a mais compatível com a bacia.

Palavras-chave: Geomorfologia Nordeste (PA). Bacia hidrográfica. Rio Caeté (PA).

ABSTRACT

A watershed is defined by the set of surfaces which, through channels and tributaries, drains rain water, sediment and dissolved substances to a main channel flow or runoff which converges in a single outlet to vent their feelings. The Caeté basin, located in the coastal state of Pará, is limited to the north by the Atlantic Ocean to the south by the River Guamá, east of the river basins and river Urumajó Piriá, and west by the basins of the rivers and Maracanã Quatipuru. It's kind exorreica. The delineation of a watershed is one of the first and most common procedures performed in the planning phase in any investigations under hydrological, hidrossedimentares etc. To achieve the objectives proposed in this study, it was divided into several steps such as conducting a literature review and using the program ArcGIS 9.2 and application of Global Mapper 6, considering the removal of analog and digital data for the development of an environment GIS (Geographic Information System). From the digital elevation model were generated different rasters based on hydrology (such as direction of flow, accumulated flow to perimeter flow, river and channel order), which allowed us to perform product analysis automated generation of river basin concerned. Six municipalities in the northeastern part of Pará River Basin Caeté: Bonito, Bragança, Belem, Fatima, Santa Luzia do Pará and cvs. It has an area of 2060.76 km² and a perimeter of 316 km from the source (the city of Bonito) the mouth (municipality of Bragança). With the integration of cartographic (ANA, SIGIEP, IBGE and DSG CPRM) has become possible to build a network area of the Caeté, considering the hierarchy river basin as a fifth-order, more in line with the pelvis.

Keywords: Geomorfology Northeast (PA). Watershed. River Caeté (PA).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Ecótonos costeiros do contínuo flúvio-marinho. Em destaque, uma bacia hidrográfica costeira.....	14
Figura 2	Localização geográfica do rio Caeté e sua área de drenagem.....	17
Figura 3	Variação anual da precipitação no Estado do Pará.....	19
Figura 4	Variação espacial da estação chuvosa em base mensal no Estado do Pará. A) Início da estação chuvosa. B) Fim da estação chuvosa.....	19
Figura 5	Metodologia.....	22
Figura 6	A) Ilustração demonstrando a atuação do radar interferométrico acoplado ao ônibus espacial Endeavour. B) Cobertura de 80% da superfície continental terrestre por parte do SRTM.....	23
Figura 7	Modelo Digital de Elevação para a bacia do Caeté.....	25
Figura 8	Mapa de direção do fluxo na bacia do Caeté.....	25
Figura 9	Mapa de fluxo acumulado. Grande vazão do rio Caeté e de alguns afluentes da margem direita do canal principal.....	27
Figura 10	Presença de três sub-bacias dentro da bacia do Caeté.....	27
Figura 11	Comprimento do fluxo na bacia do Caeté.....	28
Figura 12	A) Hierarquia fluvial de quarta ordem. B) Ordem hierárquica na quinta ordem.....	29
Figura 13	A) Rede hidrográfica da área de estudo (Agência Nacional de Águas). B) Rede hidrográfica do SIGIEP para a região.....	30
Figura 14	A) Mapa baseado em informações da CPRM e, B) com base na hidrografia do IBGE.....	31
Figura 15	Delimitação da bacia do Rio Caeté.....	32
Figura 16	Sobreposição de topografia, hidrografia da bacia e áreas excluídas pelo MDE.....	33
Figura 17	Uso e ocupação antrópica na bacia hidrográfica do Caeté.....	33
Figura 18	Imagem mostrando o ponto de saída da bacia do Caeté.....	34

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA.....	14
2.	OBJETIVOS	16
2.1.	GERAL.....	16
2.2.	ESPECÍFICOS.....	16
3.	ÁREA DE ESTUDO	17
3.1	LOCALIZAÇÃO.....	17
3.2	ASPECTOS REGIONAIS.....	18
3.2.1	Clima.....	18
3.2.2	Regime Pluviométrico.....	18
3.2.3	Solo.....	19
3.2.4	Sedimentologia.....	20
3.2.5	Vegetação.....	20
4.	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	AQUISIÇÃO DE IMAGENS SRTM.....	21
4.2	PROCESSAMENTO DE DADOS.....	21
5.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
5.1	SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION (SRTM), MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO (MDE'S) E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG).....	23
5.2	HIERARQUIA FLUVIAL.....	25
6.	RESULTADOS	26
7.	DISCUSSÃO	32
8.	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica ou a bacia de drenagem é constituída pelo conjunto de superfícies que, através de canais e tributários, drenam água de chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas para um canal principal cuja vazão ou deflúvio converge numa saída única (foz do canal principal num outro rio, lago ou mar) (ALCÂNTARA; AMORIM, 2005).

Segundo a Lei nº 9.433/97, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, ou seja, principal área para planejamento integrado dos recursos naturais.

Para Argento e Cruz (1996¹ apud TORRES et al, 2006) a delimitação da bacia hidrográfica se faz a partir das curvas de nível, traçando-se uma linha divisora de água que liga os pontos mais elevados - topos - da região em torno da drenagem considerada . O limite de uma bacia hidrográfica é conhecido como divisor de drenagens ou de águas (SILVA; SCHULZ; CAMARGO, 2003).

De acordo com Christofolletti (1974) a partir da metade do século XX a análise das bacias hidrográficas começou a ganhar um caráter mais importante com os trabalhos de Horton (1945) e Strahler (1957; 1958).

As bacias de drenagem, segundo Christofolletti (op cit) podem ser classificadas de acordo com o escoamento global como:

- a). Exorreicas, quando as bacias desembocam diretamente no nível marinho;
- b). Endorreicas, quando as drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar;
- c). Arreicas, quando não há nenhuma estruturação em bacias hidrográficas, como nos desertos, ocorrendo obscurecimento das linhas e padrões de drenagens;
- d). Criptorreicas, quando as bacias são subterrâneas.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento rompe com a antiga e errônea concepção de que os problemas referentes aos recursos hídricos podem ser enfrentados em desconsideração às realidades geográficas. A adoção da gestão por bacias é um passo fundamental para que se consiga um padrão ambientalmente aceitável para os recursos naturais (ANTUNES, 2001² apud ROCHA, 2009).

¹ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. - Mapeamento geomorfológico. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org). **Geomorfologia** - exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil SA, 1996.

²ANTUNES, P. de B. **Direito ambiental**. 5ª ed. revista, ampliada e atualizada. Rio de Janeiro: Lumen Júris, 2001. 657 p.

Algumas das abordagens de gestão e planejamento das atividades antrópicas e do uso de recursos naturais tem falhado sistematicamente por dissociarem as questões socioeconômicas dos aspectos ambientais inerentes, pois antes de tudo, deve-se conhecer a dinâmica ambiental, socioeconômica e de conflitos, que por ventura exista entre as metas de desenvolvimento e a capacidade de suporte dos ecossistemas (FABIAN; TORRES, 2003).

Com o advento e consolidação dos Sistemas de Informações Geográficas e, conseqüentemente, o surgimento de novas formas digitais consistentes de representação do relevo, como os Modelos Digitais de Elevação (MDE's), métodos automáticos para delimitação de bacias têm sido desenvolvidos desde então (GARBRUCHT; MARTZ, 1999).

Segundo Ferreira (1997³ CARDOSO et al, 2006), os Sistemas de Informações Geográficas podem ser considerados um instrumento para mapear e indicar respostas à várias questões sobre planejamentos urbano e regional, meio rural e levantamento dos recursos renováveis, descrevendo os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente e auxiliando o planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas.

A zona costeira e suas bacias hidrográficas interagem funcionalmente por meio de fluxos hidrológicos de água doce, sedimentos e substâncias dissolvidas, formando um contínuo fluvial-marinho costeiro (NICOLODI; ZAMBONI; BARROSO, 2009).

O ambiente estuarino consiste na principal conexão do gradiente flúvio-marinho, sendo o sistema mais representativo para adoção de ações integradas de gerenciamento de bacias e zona costeira. É no estuário que os efeitos da erosão do solo da bacia e despejo na rede fluvial de efluentes ricos em matéria orgânica, nutrientes e poluentes contaminantes poderão apresentar impactos cumulativos (KENNISH, 2002).

De acordo com Ray e Hayden (1992), o gradiente flúvio-marinho pode ser compreendido na forma de ecótonos costeiros, que consistem em transições entre ecossistemas adjacentes com características definidas em escalas espaciais e temporais e pela intensidade das interações entre os sistemas ecológicos adjacentes. A figura 01 mostra esse pareamento de ecótonos costeiros com destaque para a bacia hidrográfica costeira presente.

³ FERREIRA, C.C.M. **Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos, em Minas Gerais.** Viçosa-MG.: Universidade Federal de Viçosa. 1997. 158p.

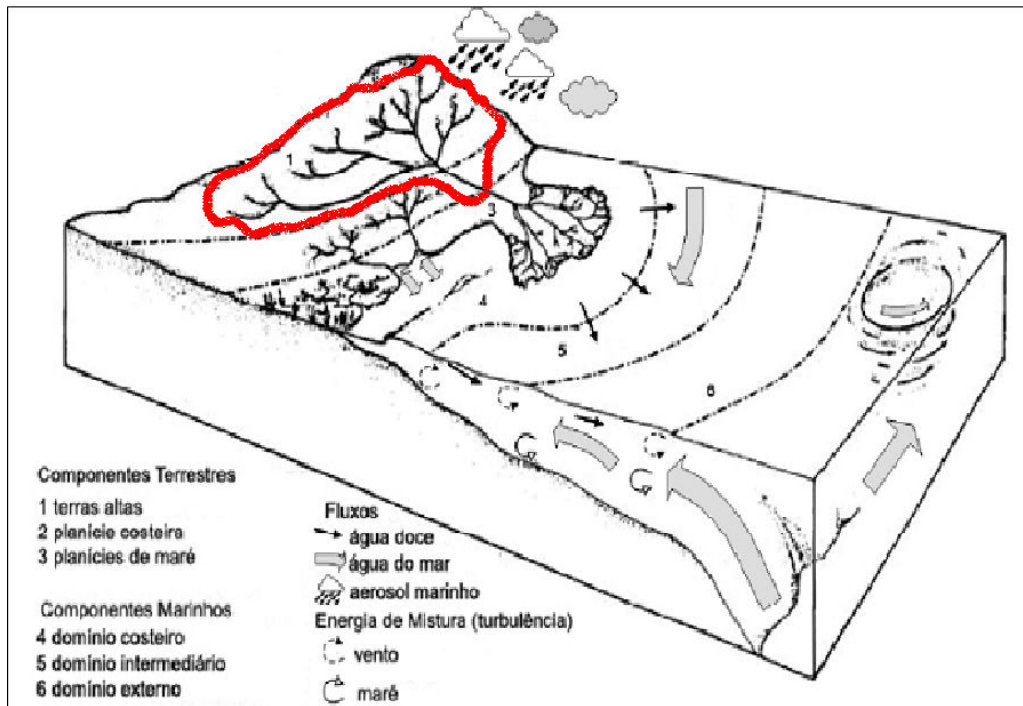


Figura 01 - Ecótonos costeiros do contínuo flúvio-marinho. Em destaque, uma bacia hidrográfica costeira.

Fonte: (RAY ; HAYDEN, 1992) (modificado).

Um fator importante na delimitação do exutório de uma bacia hidrográfica exorréica é a identificação da área do curso inferior que não sofre efeito da maré.

O litoral NE do Pará perfaz 600 km de extensão, indo desde a foz do Rio Pará até a foz do Rio Gurupi. Franzinelli (1982, 1992) caracterizou dois tipos de costa nesta região: (1) uma costa transgressiva alta e (2) uma costa transgressiva baixa, onde está inserida a Planície Costeira Bragantina (SOUZA FILHO; EL-ROBRINI, 200-).

Bacias hidrográficas que atingem a Zona Costeira Amazônica (ZCA) carreando sedimentos, nutrientes e matéria orgânica, drenam uma área de aproximadamente 8.210.279 km² (MARTINS et al, 2007).

1.1 JUSTIFICATIVA

Os estudos da dinâmica fluvial e suas características possuem grande importância no campo da geomorfologia e hidráulica fluvial. As informações geradas por estes trabalhos fornecem subsídios para elucidar questões relacionadas aos problemas ambientais existentes em bacias hidrográficas e os resultados gerados podem também ser utilizados como importantes instrumentos de planejamento e gestão de bacias hidrográficas. Nesse contexto a geometria dos canais fluviais resulta da interação entre fatores autóctones e alóctones que

constroem e moldam ao longo do tempo diferentes feições geomorfológicas (KUERTEN; SANTOS; SILVA, 2009).

Tradicionalmente, a gestão de bacias hidrográficas tem como enfoque a conservação dos recursos hídricos, com exceção das águas estuarinas e marinhas, enquanto a gestão costeira visa o gerenciamento de múltiplos recursos, tendo como modo operacional o planejamento físico e o ordenamento do uso do solo e das águas costeiras. A inerente complexidade das bacias hidrográficas e zonas costeiras demandam abordagens integradoras dos múltiplos setores da socio-economia, analisados em múltiplas escalas espaciais e temporais. Esta premissa leva em consideração que o gerenciamento da faixa continental-marinha precisa incorporar as águas fluviais e subterrâneas à montante e as águas costeiras adjacentes, uma vez que as ações de gerenciamento destes sistemas influenciam a zona costeira (COCCOSIS, 2004).

A grande carência de informações e trabalhos publicados sobre bacias hidrográficas na região do nordeste paraense faz com haja necessidade da realização deste trabalho. Tentando preencher uma lacuna no conhecimento científico sobre o tema para a supracitada região, o presente trabalho visa delimitar territorialmente a bacia do rio Caeté.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL:

- Delimitar a área drenada pelo Rio Caeté.

2.2 ESPECÍFICOS:

Os objetivos específicos são:

- Estabelecer critérios para sua delimitação;
- Apontar dados espúrios gerados automaticamente;
- Estabelecer o mapa de drenagem;
- Quantificar valores de área e perímetro da bacia.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO

Situada na zona costeira do nordeste paraense, a bacia do Caeté é do tipo exorréica, pois seu rio principal deságua em uma área de transição entre o curso fluvial e o marinho. Limita-se ao norte pelo Oceano Atlântico, ao sul pela bacia do rio Guamá, a leste pelas bacias do rio Urumajó e rio Piriá, e a oeste pelas bacias dos rios Maracanã e Quatipuru (figura 02).

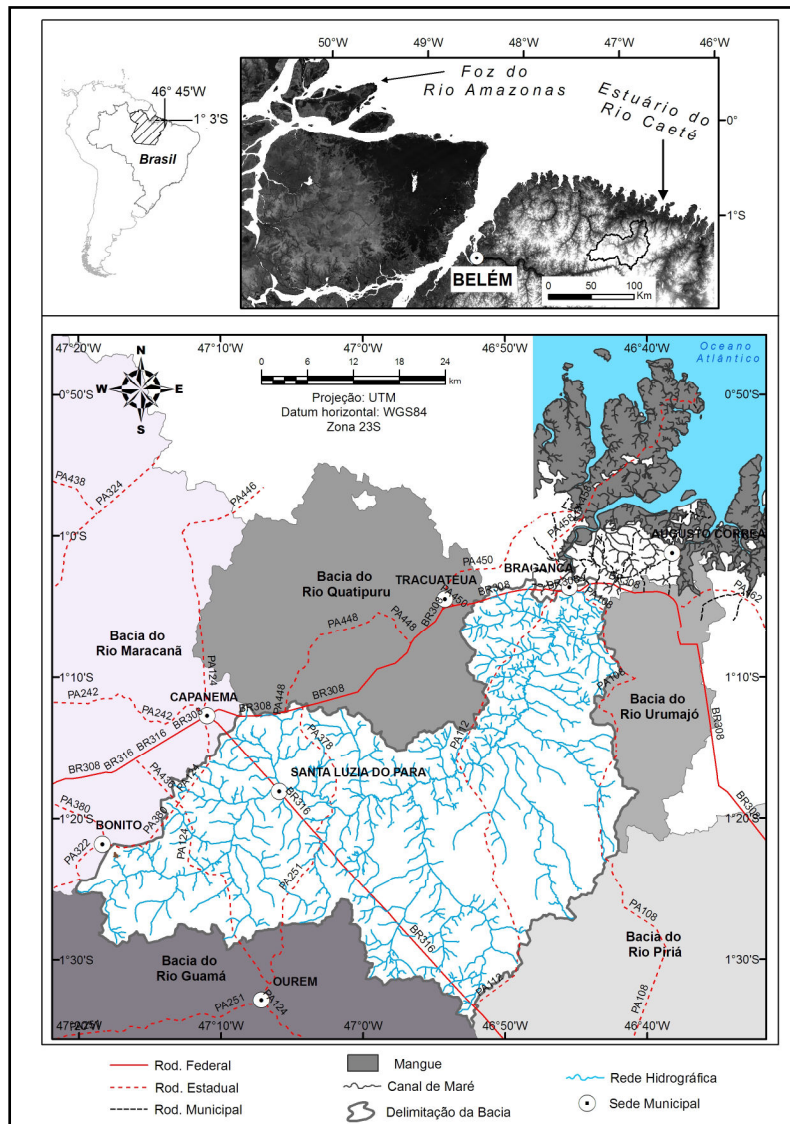


Figura 02 – Localização geográfica do rio Caeté e sua área de drenagem.

3.2 ASPECTOS REGIONAIS

3.2.1 Clima

A mesorregião nordeste paraense está influenciada pelo tipo climático Ami da classificação de Köppen, cujo regime pluviométrico anual apresenta uma estação relativamente seca, porém com total de chuvas anual suficiente para manter este período (FALESI; GALEÃO, 2002).

A variação média anual de temperatura situa-se entre 21,1° e 30,9°C, com média diária de 25, 7° e os valores mais elevados são observados nos meses de agosto a outubro, quando atinge 42°C. O regime pluviométrico é o grande responsável pela variação térmica, com ajuda da umidade relativa do ar, que oscila entre 80 e 91% (MARTORANO et al., 1993⁴ apud. SOUZA FILHO, 1995).

A Zona de Convergência Intertropical é o principal sistema de grande escala que regula o regime de precipitação no litoral do estado do Pará (MÁCOLA; EL-ROBRINI, 2004).

Os ventos deslocam-se a partir da porção oriental do litoral amazônico, periodicamente orientados de Leste (E) e Nordeste (NE) e sopram por influência dos anticiclones dos Açores e do Atlântico Sul (IBGE, 2006).

Monteiro (2006) afirma que na região costeira de Bragança predominam ventos de sentido NE com velocidades superiores a 3 m/s, durante metade do ano.

3.2.2 Regime Pluviométrico

A costa norte é dominada pela periodicidade do ciclo de chuvas e pela descarga dos rios no oceano, em especial, do rio Amazonas, com médias de descarga máximas em junho, na ordem de 2,7 x 10⁵ m³/s e mínimas em novembro da ordem de 0,6 x 10⁵ m³/s (GABIOUX, 2002). A pluviosidade na região da bacia hidrográfica do Caeté varia de 2.300 mm.ano⁻¹ a 2.800 mm.ano⁻¹ (figura 03).

⁴MARTORANO, L.G. et al. **Estudos climáticos do estado do Pará, classificação climática (KÖPPEN) e deficiência hídrica (THORNTHWHITE, MATHER)**. Belém: SUDAM; EMBRAPA, 1993. 53p.

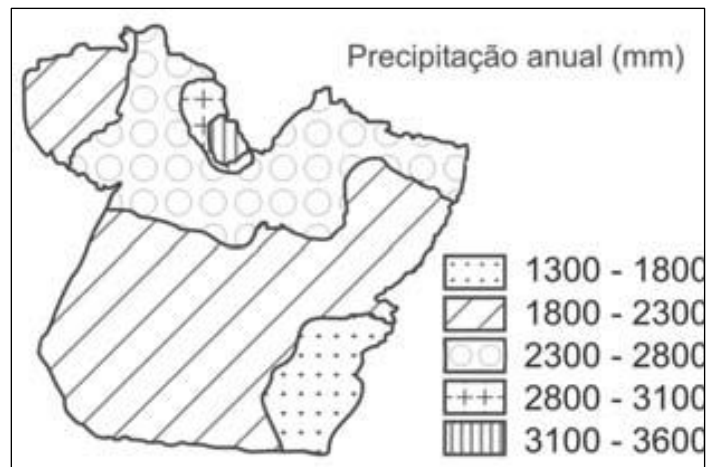


Figura 03- Variação anual da precipitação no Estado do Pará.
Fonte: (MORAES et. al., 2005).

As chuvas na região costeira começam entre dezembro e janeiro se estendendo por seis a sete meses. A variação sazonal da precipitação na costa Estado do Pará é caracterizada por uma estação chuvosa, que na região bragantina compreende os meses de janeiro a agosto (MORAES et. al., 2005), e por uma estação menos chuvosa (estação seca) que na região bragantina corresponde geralmente ao período de setembro a dezembro (figura 04).

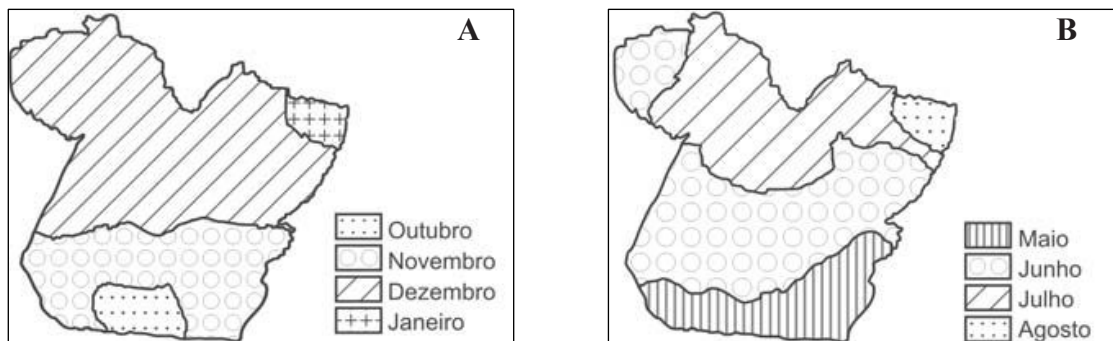


Figura 04 - Variação espacial da estação chuvosa em base mensal no Estado do Pará. A) Início da estação chuvosa. B) Fim da estação chuvosa.
FONTE: (MORAES et. al., op cit).

3.2.3 Solo

Através da identificação da ocorrência e distribuição das várias classes de solo na paisagem é possível fazer uma série de inferências, principalmente no que se refere à ação de processos erosivos, infiltração de água e outros (SOUZA et al, 2005).

Segundo Rocha (2009), na área de estudo ocorre presença de associações de Latossolos, Plintossolos e Neossolos Flúvicos. São solos profundos, fortemente ácidos,

bastante intemperizados, imperfeitamente drenados de textura que varia de siltosa a muito argilosa

O latossolo, ou solo laterítico, apresenta cor avermelhada ou amarelada e é rico em óxidos e hidróxidos de ferro e pobre em sílica e minerais solúveis. Encontrado, em geral, em regiões de clima quente e úmido (SUGUIO, 1998).

Os plintossolos ocorrem em relevo plano de vegetação campestre, campinarana florestada e floresta equatorial subperenifolia (ROCHA, 2009).

O neossolo flúvico é outro tipo bastante presente e compreende solo pouco desenvolvido, proveniente de deposições fluviais recentes. São moderadamente profundos a muito profundo, de textura das mais diversas, mal drenados e, em geral, de grande potencial agrícola (ROCHA, op cit).

3.2.4 Sedimentologia

Pereira (2007) afirma que durante o período chuvoso observa-se uma granulometria mais grosseira dos sedimentos fluviais do Caeté sendo este mais evidente no canal em detrimento às margens.

3.2.5 Vegetação

A cobertura vegetal exerce função hidrológica de interceptação e redistribuição da água da chuva, permitindo a infiltração da água no solo com menor intensidade, desta forma, evita o processo de erosão acelerada do solo. A remoção da vegetação leva a processos erosivos fortes, gerando degradação do ambiente e podendo se propagar para áreas adjacentes (CARDOSO et al. 2006).

Segundo Wagner (1995), no nordeste paraense localiza-se a área de colonização mais antiga do estado do Pará, onde 90% da cobertura florestal original foi convertida em vegetação secundária, formando um mosaico de vários estágios de desenvolvimento, inclusive em áreas já em fase de degradação (RAYOL; SILVA; ALVINO, 2006).

Vários municípios do NE paraense possuem mais de 50% de sua cobertura florestal composta por vegetações secundárias denominadas de capoeiras. Fato comprovado em estudos de paisagens como Watrin, Santos e Valério Filho (1996) e Venturieri (1998) entre outros (ROCHA, op cit).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para se alcançarem os objetivos propostos neste estudo, o mesmo foi dividido em algumas etapas:

- Realização de uma revisão bibliográfica sobre o tema, como forma de embasamento para estabelecer critérios de delimitação da bacia;
- Uso do programa ArcGIS 9.2 e do aplicativo Global Mapper 6, considerando o levantamento de dados digitais e analógicos para a elaboração de um ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). Nesta etapa foi realizada a aquisição de dados altimétricos (imagens SRTM), hidrográficos e das sedes municipais, como shapes relacionados à rede hidrográfica da Agência Nacional de Águas (ANA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretório de Serviço Geográfico (DSG), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e do Sistema de Informações Georeferenciais do Estado do Pará (SIGIEP) para comparar com o produto gerado pelo sistema automatizado, como por exemplo, o traçado da rede hidrográfica. O ambiente SIG foi configurado na projeção UTM_WGS84_Zona 23 Sul.

4.1 AQUISIÇÃO DE IMAGENS SRTM

As imagens SRTM, para posterior tratamento de dados altimétricos, foram obtidas por download no site <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>>, link <<ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov>> (SRTM – versão 2 – SRTM 3 – South America).

As imagens usadas foram S01W047/S01W048.hgt.zip e S02W047/S02W048.hgt.zip, cuja nomenclatura do arquivo SRTM indica a localização do modelo digital de elevação (MDE). Ex: o arquivo S01W047.hgt.zip, indica que o canto inferior esquerdo está localizado na latitude 01° Sul, longitude 47° Oeste, representando portanto, uma área de 00° a 01° Sul e 46° a 47° Oeste.

Por possuir um arquivo com extensão **.hgt**, o passo seguinte foi converter o raster (imagem do Landsat) do MDE para **geotiff**, usando o Global Mapper.

4.2 PROCESSAMENTO DE DADOS

No programa ArcGIS 9.2 foram utilizadas as ferramentas *Spatial Analyst*> *Conditional*> *CON* e *Spatial Analyst_Hidrology*.

Foi aplicado um condicional (CON) no raster para a eliminação dos valores maiores que 1 e menores que 179. Em seguida aplicaram-se o *Fill* (filtro), *Flow Direction* (direção do fluxo), *Flow Accumulation* (fluxo acumulado), *Basin* (bacia), *Flow Length_Downstream* (comprimento do fluxo) e *Stream Order* (ordem dos canais). Assim, no raster *Stream Order*, foi aplicado um condicional ($\text{value} > 5$ e $\text{value} > 4$) para retirar o excesso de dados vetoriais. Em seguida, este raster foi convertido para *shapefile*. O *shapefile* gerado foi editado usando-se diversas imagens: Geocover, Landsat 5 TM – bandas 543, cena 222/061, ano:1999; Landsat 7 ETM – 543, cenas 223/061, 223/060 e 222/061, anos: 1999, 1999 e 2001, respectivamente, para serem usadas como base de apoio para a delimitação da bacia do rio Caeté, a partir do procedimento automatizado.

Reunindo toda a metodologia em um fluxograma, observa-se a seguinte disposição (figura 05):

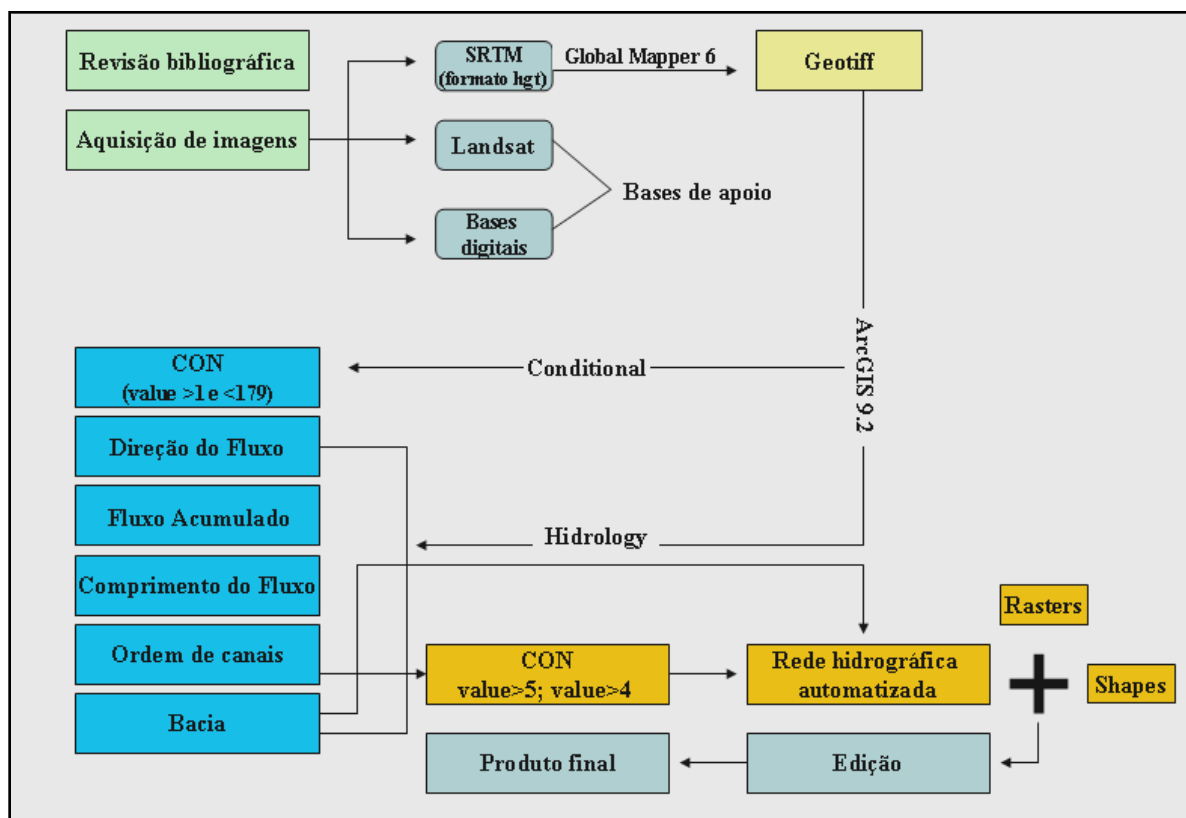


Figura 05 – Metodologia.

O cálculo da área e do perímetro da bacia foi realizado na função XTOOLSpro_Table Operations.

5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION (SRTM), MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO (MDES) E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Atualmente as facilidades em se ter acesso a tecnologias como softwares robustos de SIG juntamente com disponibilização gratuita de dados de sensores remotos, imagens de satélites, shapefiles em sites como IBGE, ANA, entre outros, traz para o pesquisador uma série de facilidades durante o empreendimento de trabalhos, antes considerado extremamente exaustivo, a exemplo da delimitação das bacias, traçado dos rios, curvas de nível através da digitalização e cálculos manuais (COELHO, 2007).

A Missão Topográfica por Radar Interferométrico, ou Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) foi colocada em órbita no dia 11 de fevereiro de 2000, e sua missão durou apenas 11 dias. Este projeto realizado entre a NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*) e a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) objetivou produzir dados digitais de elevação de cerca de 80% da cobertura do planeta Terra (isto é, todas as terras localizadas entre as latitudes 60° N e 56° S), com pontos de dados locados a cada arco segundo (cerca de 30 metros) (TANCREDI, 2007) (figura 06).

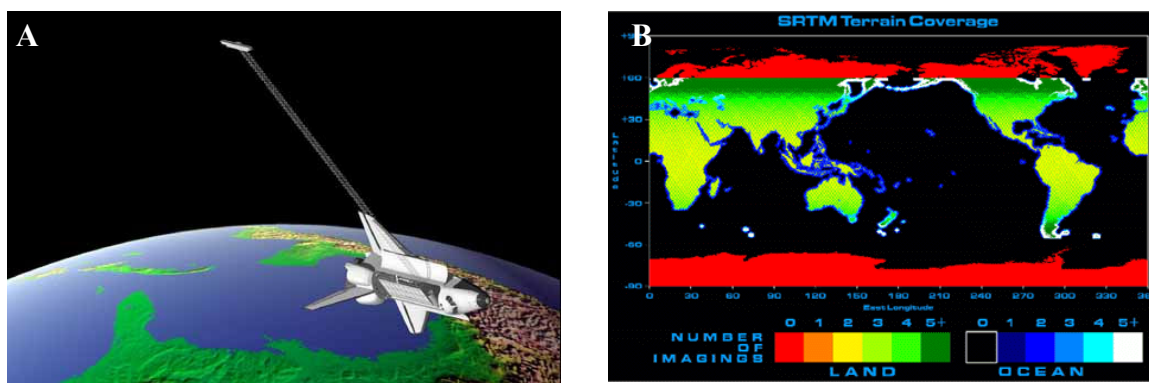


Figura 06 – A) Ilustração demonstrando a atuação do radar interferométrico acoplado ao ônibus espacial Endeavour. B) Cobertura de 80% da superfície continental terrestre por parte do SRTM. Fonte: (NASA, 2003).

Deve-se levar em conta que o resultado das técnicas empregadas na missão SRTM é a geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE's), pois os sinais de radar são refletidos, por exemplo, pelo dossel das árvores em áreas densamente florestadas e não pelo terreno subjacente (GROHMANN; RICCOMINI; STEINER, 2008).

A utilização de Modelos Digitais de Elevação (MDE's) em geomorfologia permite o cálculo de variáveis associadas ao relevo com rapidez e precisão. O crescimento da capacidade de processamento e armazenamento de dados dos computadores e a evolução dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) encontra-se em um estágio no qual é possível trabalhar em extensas áreas com alta resolução espacial, sem perda significativa do tempo de processamento envolvido (GROHMANN; RICCOMINI; STEINER, 2008).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) de acordo Santos (2006) constituem o tipo de estrutura mais importante em termos de viabilização do Geoprocessamento, este último sendo um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre uma base de dados integrada possibilita a execução de análises e cálculos que variam desde a álgebra cumulativa (operações tipo soma, subtração, multiplicação, divisão etc.) até álgebra não cumulativa (operações lógicas), permitindo a elaboração de mapas politemáticos (contendo dados qualitativos e quantitativos), reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis, constituindo-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água (COELHO, 2007).

Um ponto a favor do SRTM – além da gratuidade para a resolução de 90 x 90 metros – é que a interferometria possui uma maior acurácia quando comparada com a técnica da estereoscopia (COELHO, op cit). Alguns trabalhos indicam que podem ser atingidas precisões melhores do que as estimadas antes do início da missão, como por exemplo, em Heipke et al. (2002), que estimam em até 6 metros o erro vertical. Para atingir tais metas, os dados devem ser processados a fim de se eliminar imperfeições do sistema, tais como valores espúrios próximos ao litoral e alguns vazios no continente, referentes a áreas de sombra ao sinal. Rao (2004) em experimentos de campo encontrou erros menores que 5 metros na vertical e de 2 a 3 pixels na horizontal, o que chama a atenção para a necessidade de validação também para deslocamentos do dado (BARROS et al, 2005).

Com o advento dos modelos SRTM, abriu-se um amplo leque de possibilidades em estudos geomorfológicos. Entre outras características, modelos de elevação permitem o cálculo de variáveis topográficas com rapidez, a identificação de formas de relevo e de estruturas que seriam mascaradas pela vegetação em imagens ópticas, a visualização a partir de diversos pontos de vista e o cruzamento das informações altimétricas (e variáveis associadas) com dados de campo, de sensoriamento remoto óptico, de geofísica etc (GROHMANN; RICCOMINI; STEINER, op.cit.).

As principais fontes de informação dessas análises continuam a ser as cartas topográficas, consideradas indispensáveis, que somadas a novas geotecnologias como o uso

do SIG e produtos orbitais disponibilizados (gratuitamente) como imagens de Radar (SRTM) e imagens de satélite (em bandas), possibilitam um levantamento mais rápido e detalhado de uma determinada bacia, incluindo as de médio e grande porte (COELHO, 2007).

5.2 HIERARQUIA FLUVIAL

A hierarquia fluvial consiste em um método para estabelecer o posicionamento (ordem) de um determinado canal de drenagem no conjunto total da bacia em que se encontra. Tal procedimento visa facilitar os estudos morfométricos, linear, espacial e hipsométrico das referidas bacias (LIMA, 2002).

Horton (1945)⁵ foi quem primeiro propôs os critérios iniciais para a ordenação dos cursos de água: os de primeira ordem são aqueles canais que não têm tributários; os de segunda ordem são os que recebem os de primeira ordem; os de terceira ordem recebem os de segunda ordem mas podem receber também os de primeira; os de quarta ordem recebem tributários de terceira ordem, mas também podem receber de ordem inferior e assim sucessivamente. No entanto, para Horton (op. cit.) o rio principal é consignado pelo mesmo número de ordem desde a sua nascente, havendo critérios para determinar a ordem menor, segundo o maior ângulo de confluência e menor tamanho da drenagem (LIMA, op cit.)

Para Strahler (1952)⁶ os canais iniciais sem tributários são denominados de primeira ordem. A partir daí, da confluência de dois canais de primeira ordem surgem os segmentos de canais de segunda ordem, e assim sucessivamente até se atingir os canais de ordem maior que serão os principais da bacia hidrográfica estudada. Seguindo esta metodologia, é eliminado o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a sua extensão e, portanto, a necessidade de ser refeita a numeração a cada confluência (LIMA, op cit).

⁵HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basin: hidrographical approach to quantitative morphology. **Geological Society of American Bulletin, Colorado**, v.56, n.3, p.275-370. 1945.

⁶STRAHLER, A. N. Hipsometric (área-altitude) análisis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, New York, v.63, p.1117-1142. 1952.

6 RESULTADOS

A partir do Modelo Digital de Elevação (figura 07), foram gerados diversos rasters baseados na hidrologia (como direção do fluxo, fluxo acumulado com perímetro de fluxo, bacias e ordem dos canais), que permitiram realizar a análise do produto automatizado de geração da bacia hidrográfica do rio em questão.

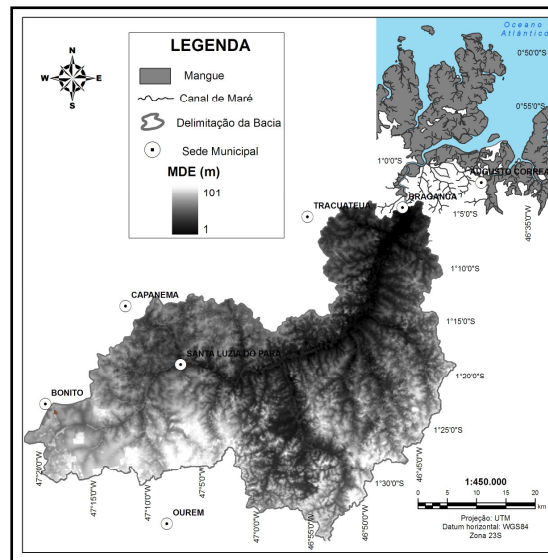


Figura 07 – Modelo Digital de Elevação para a bacia do Caeté.

A direção do fluxo mostra as feições do terreno da bacia e indica o canal do rio Caeté como área de menor elevação (figura 08).

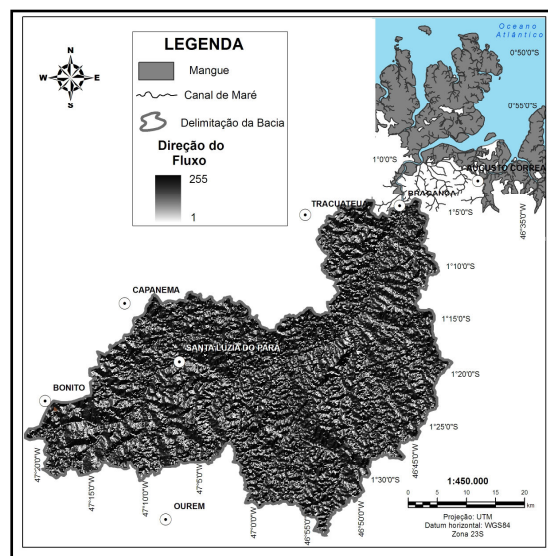


Figura 08 – Mapa de direção do fluxo na bacia do Caeté.

Com relação ao fluxo acumulado, a imagem gerada mostra o rio Caeté com a maior vazão. Alguns afluentes, da margem direita também apresentaram grande fluxo (figura 09).

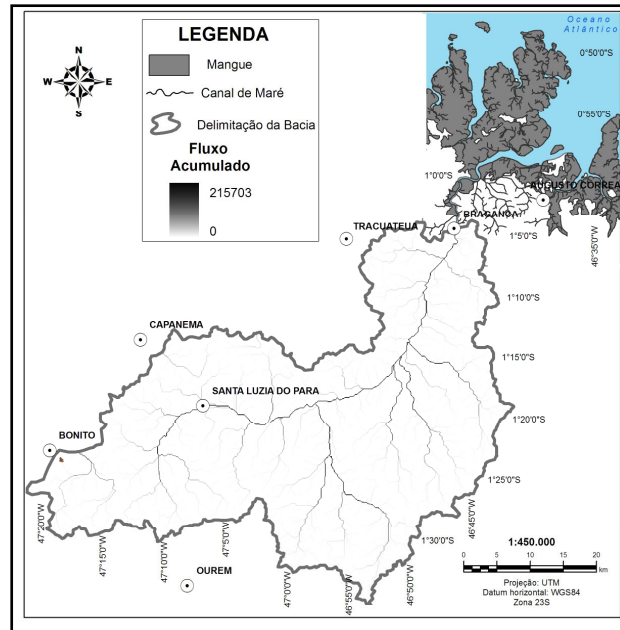


Figura 09 – Mapa de fluxo acumulado. Grande vazão do rio Caeté e de alguns afluentes da margem direita do canal principal.

Na delimitação de sub-bacias, três regiões destacam-se. A primeira é a área de Bonito, onde mesmo possuindo a nascente do rio Caeté, o MDE interpretou como sendo pertencente à outra bacia. A segunda região pertence ao município de Capanema. A terceira área abrange a maior parte do rio principal e seus afluentes (figura 10).

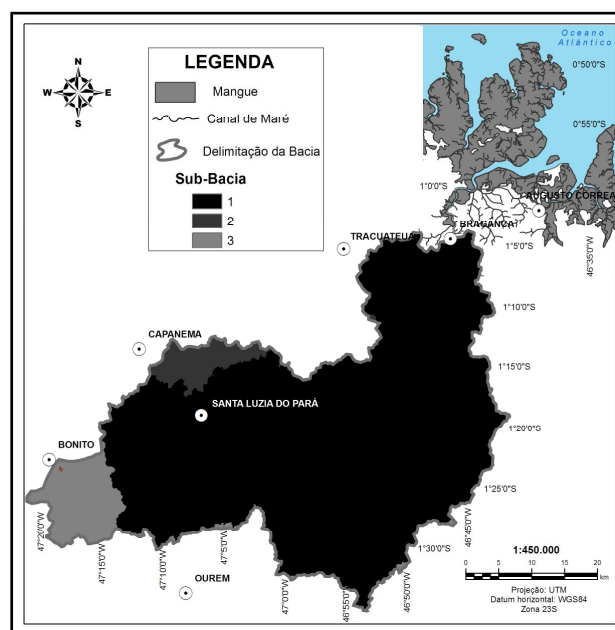


Figura 10 – Presença de três sub-bacias dentro da bacia do Caeté.

Através do comprimento do fluxo mostra-se mais expressivo na região de Ourém e de menor comprimento em Bonito e Capanema (figura 11).

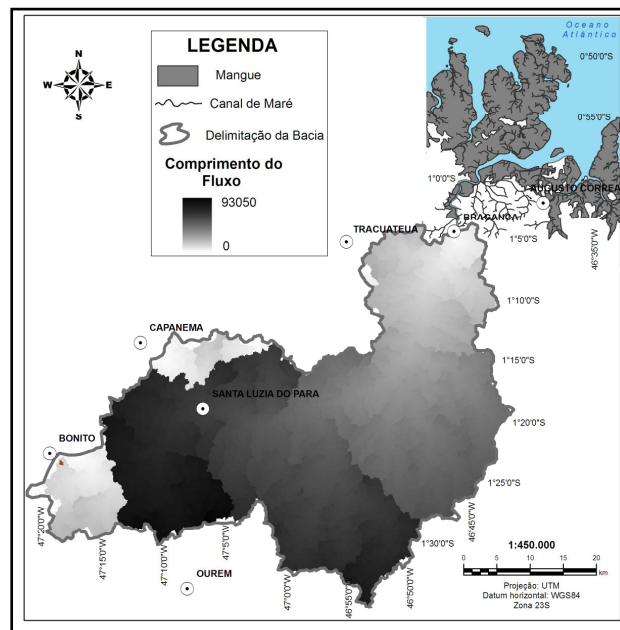


Figura 11 – Comprimento do fluxo na bacia do Caeté.

Através do método automatizado produzido com o uso do MDE obteve-se uma hierarquia fluvial de quarta ordem. Entretanto, pontos em que o SRTM interpretou como sendo braços de rio, na verdade observou-se um excesso de dados vetoriais gerados, extraídos a partir dos dados altimétricos não relacionados ao padrão de drenagem da superfície do terreno e sim de dados de elevação de copas de árvores. Assim, aceitou-se o mais próximo da realidade como sendo a hierarquização de quinta ordem.

A partir do MDE da bacia, inseriu-se a rede hidrográfica de 5ª ordem e observou-se que pelo método automático duas áreas foram excluídas da influência do rio Caeté, o que pode ser comprovado pelos rasters gerados na função *hidrology* (figura 12).

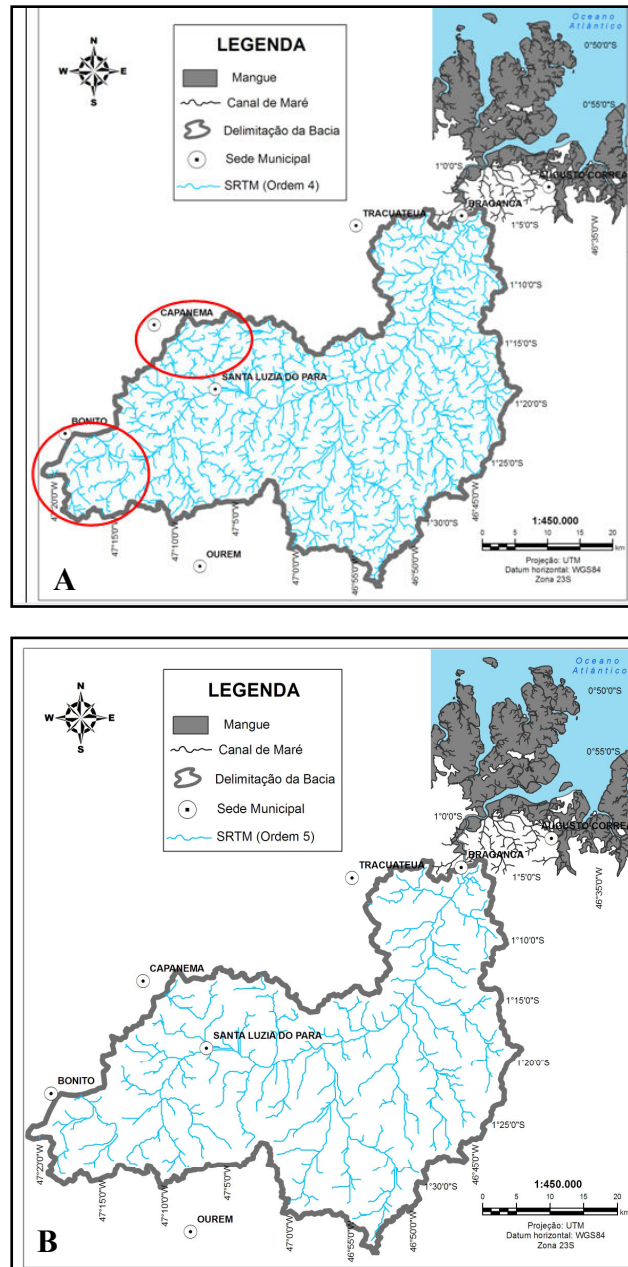


Figura 12 – A) Hierarquia fluvial de quarta ordem. B) Ordem hierárquica na quinta ordem.

Para a delimitação e edição da área drenada pelo rio Caeté, ainda foram usadas diversas bases digitais disponíveis para a região de estudo, como material de apoio para a delimitação da bacia e edição de drenagem.

Alguns dados de rede hidrográfica, como da ANA e SIGIEP, concentram-se apenas no curso principal do rio Caeté. Porém, abaixo, o segundo mapa detalha melhor uma sinuosidade do canal na porção inferior do rio, comparado à primeira figura (figura 13).

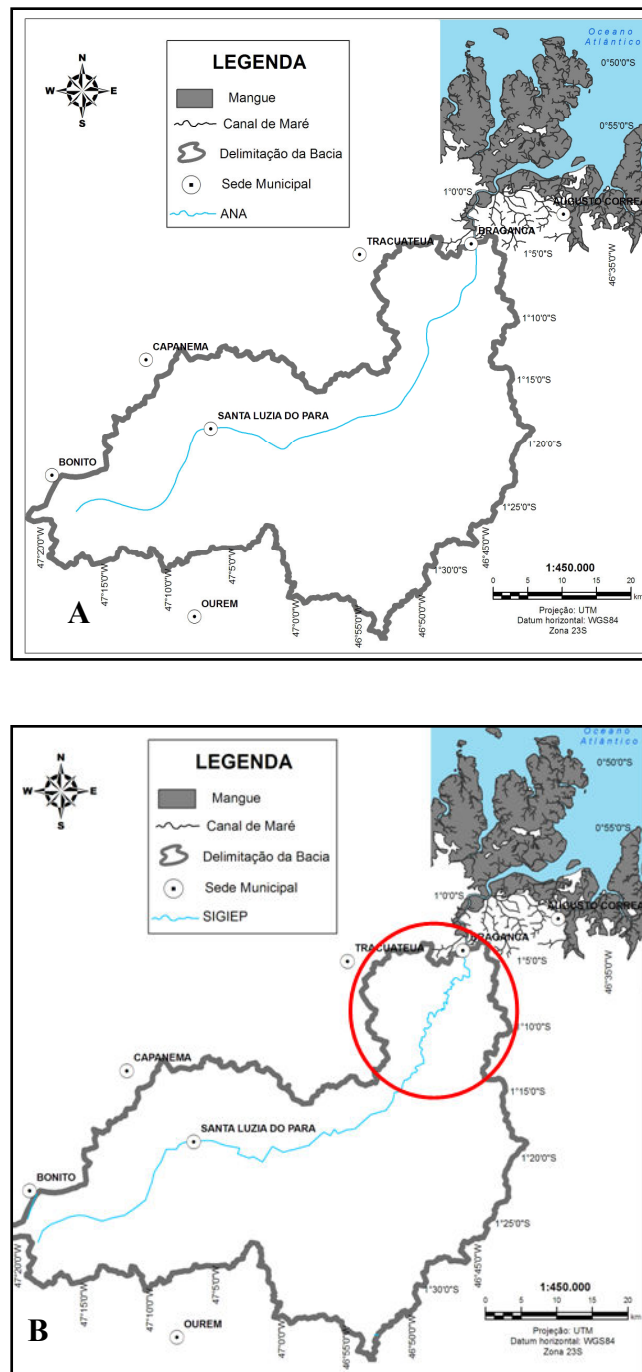


Figura 13 – A) Rede hidrográfica da área de estudo (Agência Nacional de Águas). B) Rede hidrográfica do SIGIEP para a região.

Os dados hidrográficos da CPRM e do IBGE disponíveis para a área trazem uma melhor visualização da região quanto a afluentes do rio principal, sendo as informações do IBGE pouco mais completas do que as da CPRM. Maior detalhamento do canal do Caeté também é observado na base do CPRM (figura 14).

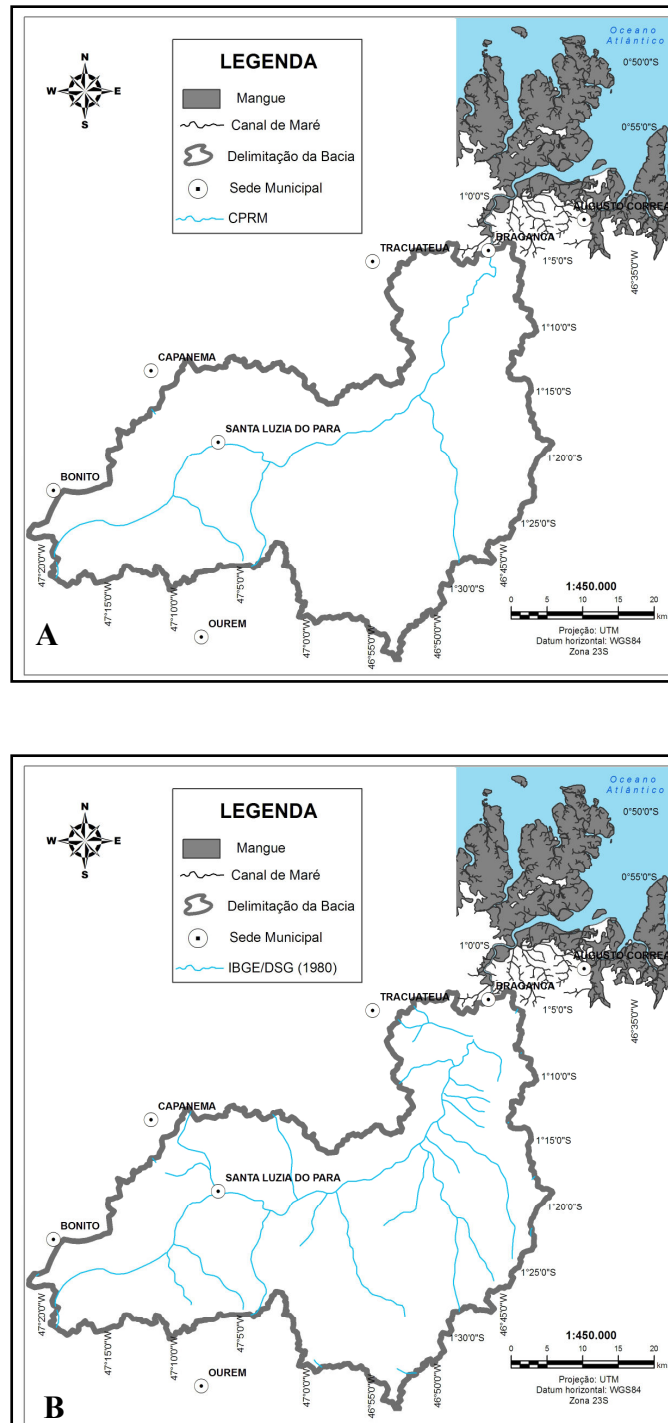


Figura 14 – A) Mapa baseado em informações da CPRM e, B) com base na hidrografia do IBGE.

7 DISCUSSÃO

A Amazônia possui uma imensidão de rios. Porém, não há por parte dos órgãos competentes a devida atenção para um melhor monitoramento hidrográfico, seja no detalhamento de bacias hidrográficas, ou até mesmo na fidelidade quanto às feições dos principais rios, deixando um vazio cartográfico para a região.

Nascendo no município de Bonito, o rio Caeté serve de limite municipal para Ourém e é o principal destaque da hidrografia de Santa Luzia do Pará e de Bragança, percorrendo a extensão de mais de 100 km (da nascente à foz), apresentando trechos ora estreitos, ora largos (principalmente próximo a sua foz), onde recebe influência das marés. Parte do seu curso é sinuoso, apresentando considerável trecho de várzea (figura 15).

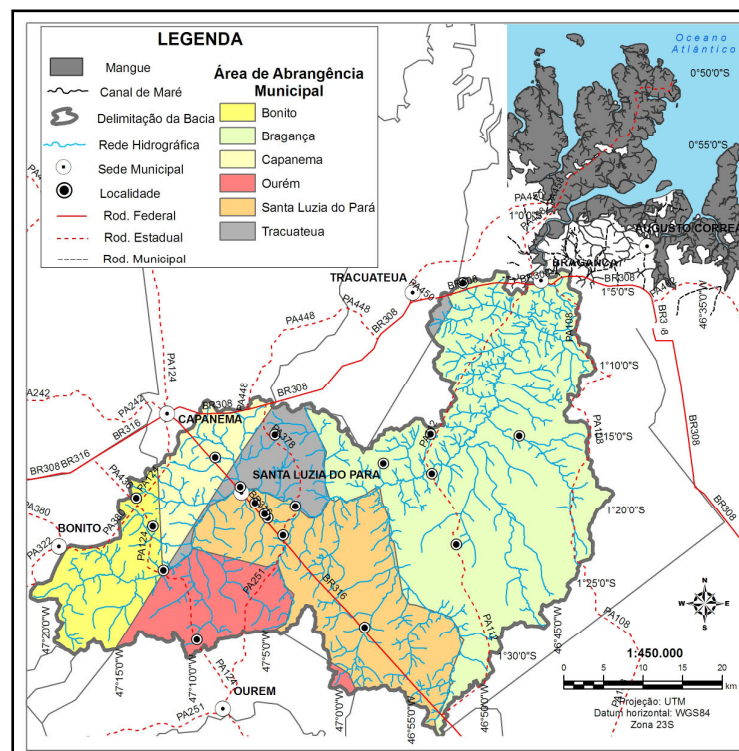


Figura 15 – Delimitação da bacia do Rio Caeté.

Seis municípios do nordeste do Pará fazem parte da Bacia Hidrográfica do rio Caeté: Bonito, Bragança, Capanema, Ourém, Santa Luzia do Pará e Tracuateua. Desses, o município de Bragança possui maior área na bacia, com aproximadamente 988 km², ou pouco mais de 47% da sua área total. A tabela 01 mostra a área total de cada município e região intrínseca na bacia, juntamente com o percentual dessas áreas.

Tabela 01 - Área dos municípios e parte pertencente à bacia do Caeté

MUNICIPIOS	ÁREA TOTAL (km²)	ÁREA NA BACIA (km²)	PORCENTAGEM DAS ÁREAS MUNICIPAIS NA BACIA (%)
Bonito	587,497	183,918	31,31
Bragança	2090,234	987,172	47,23
Capanema	614,026	128,451	20,92
Ourém	562,133	179,006	31,84
Santa Luzia do Pará	1350,772	448,936	33,24
Tracuateua	852,219	133,302	15,64

Fonte: (PEREIRA, 2007).

A hierarquia fluvial de quarta ordem não foi apontada como a mais correta e sim a de quinta ordem, devido a primeira apontar um excesso de informações automaticamente produzidas em função de dados altimétricos. Desse modo o resultado de 4ª ordem apresentou regiões de baixa topografia como sendo corpos d'água.

A bacia hidrográfica do Caeté tem sua parte ocidental localizada entre algumas rodovias, como a BR-316 e BR-308, que ligam Belém a Bragança, passando por Capanema. Na história recente da região amazônica, municípios desenvolveram-se em beiras de estrada. Esse desenvolvimento leva em consideração alterações espaciais como o desmatamento. A delimitação da bacia hidrográfica do Caeté em ambiente SIG leva em consideração essas ações antrópicas.

Desmatamentos podem ocasionar a exposição do solo. A diminuição na elevação altimétrica das áreas pertencentes aos municípios de Bonito e Capanema promoveram um processamento dos parâmetros de hidrologia considerar que alguns canais não pertencessem à área da bacia do Caeté (figura 16), porém, a nascente do rio em questão localiza-se em Bonito e existem afluentes do mesmo rio na região de Capanema.

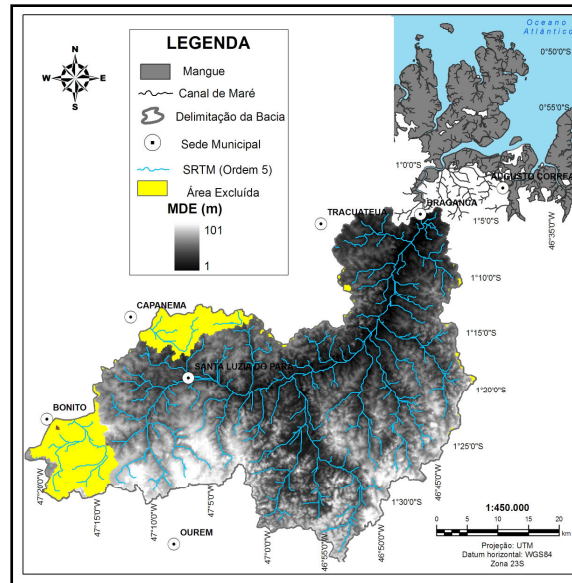


Figura 16 – Sobreposição de topografia, hidrografia da bacia e áreas excluídas pelo MDE.

As imagens SRTM demonstraram a elevação da superfície com todos os objetos presentes no terreno, como a vegetação (copas de árvores), diferentemente da característica desejável de dados topográficos para mostragem apenas do terreno.

Nas imagens Landsat pôde-se ter uma visão geral do tipo de ocupação territorial e formas de uso do solo da área da bacia do Caeté. Nas áreas excluídas há uma grande incidência de áreas queimadas e solo exposto. Para o resto da bacia, predomina vegetação de capoeira baixa. A vegetação de capoeira alta ocorre em maior número no lado leste da bacia e a mata ciliar é pouco presente (figura 17).

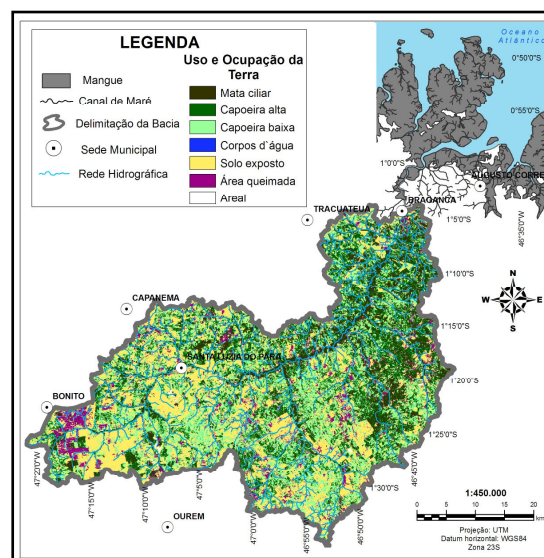


Figura 17 – Uso e ocupação antrópica na bacia hidrográfica do Caeté.

A nascente do rio Caeté encontrou-se no município de Bonito. Já o exutório da bacia do Caeté foi delimitado com base na mata ciliar. O ponto de saída do corpo hidrográfico ficou marcado como sendo a área onde se iniciava o bosque de manguezal, demonstrando a partir de ponto, uma área de influência dominada pela maré (figura 18).

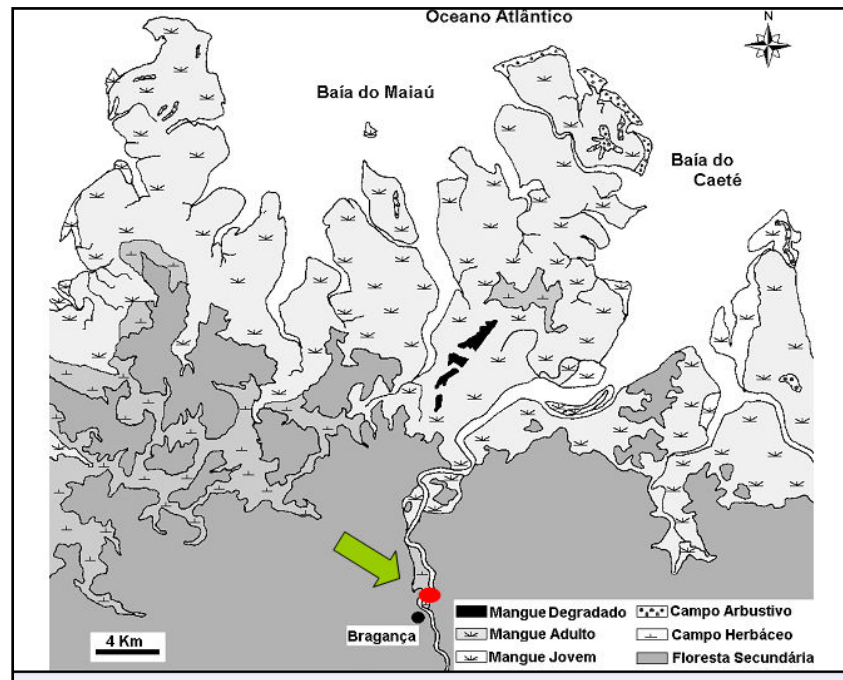


Figura 18 – Imagem mostrando o ponto de saída da bacia do Caeté.
Fonte: (SOUZA FILHO; EL-ROBRINI, 200-).

8 CONCLUSÃO

- A bacia hidrográfica do rio Caeté, inserida na Região da Costa Atlântica, possui uma área de 2.060,76 km² e perímetro de 316 km, da nascente (município de Bonito) à foz (município de Bragança). Além desses dois municípios, o rio Caeté drena mais quatro territórios: Capanema, Tracuateua, Santa Luzia e Ourém.
- Apesar dos dados SRTM demonstrarem a elevação da superfície com todos os objetos presentes no terreno, como a vegetação, diferentemente da característica desejável de dados topográficos que devem representar somente o terreno (topografia), ele se mostrou compatível na maior parte da delimitação da bacia hidrográfica.
- O avanço na agricultura e pecuária nas bordas da bacia promoveu um abaixamento de terreno nas áreas dos municípios de Bonito e Capanema, que pelo método automatizado foram excluídas da área de abrangência do rio Caeté, sendo necessário utilizar imagens e bases hidrográficas de apoio para análise minuciosa sobre a inclusão dessas regiões na bacia.
- Com a integração de bases cartográficas tornou-se possível construir a rede hidrográfica do Caeté, considerando na hierarquia fluvial, como uma bacia de quinta ordem.
- Em comparação com o IBGE/DSG e outras bases cartográficas, como ANA, SIGIEP e CRPM, a rede SRTM dá mais detalhes sobre a ordem dos canais e dá demasiada informação em áreas de vazios cartográficos.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. H.; AMORIM, A. J. Análise morfométrica de uma bacia hidrográfica costeira: um estudo e caso. **Caminhos da geografia**. Uberlândia, v.14, n. 7, p 70-77, abr. 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Mapa hidrológico do rio Caeté-PA**. Disponível em: <<http://www.hidroweb.br>>. Acessado em: 13/09/2009.

BARROS, L. L.; STEINKE, V. A. Análise morfométrica automatizada para bacia do rio Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 4655-4661.

BARROS, R. S. et al. Avaliação do modelo digital de elevação do SRTM na ortorretificação de imagens Landsat 7 – área de aplicação: Angra dos Reis – RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3997-4004.

BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br>>. Acessado em: 23/09/2009.

CARDOSO, C. A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.241-248. 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

COCCOSIS, M. T. F. Impactos e reestruturação da gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São João, RJ. 2004. 195f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geografia, Rio de Janeiro, 2004.

COELHO, A. L. N. Modelagem hidrológica da bacia do rio doce (mg/es) com base em imagens srtm (Shuttle Radar Topography Mission). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 22, p. 116 – 131. 2007.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM) 2009. **Mapa hidrológico do rio Caeté-PA**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/>>. Acessado em 14/10/2009.

FABIAN, A.J.; TORRES, J.L.R. Caracterização da paisagem para planejamento conservacionista em microbacia hidrográfica de Uberaba-MG. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DA CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto-SP,. **Anais...** Ribeirão Preto-SP: [ABCS], 2003. p. 35-36.

FALESI, I. C.; GALEÃO, R. R.. **Recuperação de áreas antropizadas da mesorregião nordeste paraense através de sistemas agroflorestais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2002. 11p. (Apostila)

GABIOUX, M. **Influência da lama em suspensão na propagação da maré na plataforma Amazônica**. 2002. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2002.

GARBRECAT, M.; MARTZ, D.C. Trabalhando geografia com as cartas topográficas. **Revista Ijuí**. Ijuí: Ed. Unijuí, Rio Grande do Sul, v.28, n.7, p.128, out.1999.

GROHMANN, C. H.; RICCOMINI, C.; STEINER, S. S. Aplicações dos modelos de elevação SRTM em geomorfologia. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.2 n.2 (viii.2008) 73-83. 2008. Disponível em: Rev. Geog. Acadêmica <<http://geograficaacademica.webng.com>>. Acesso em 22/10/2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) **Manual técnico de uso da terra. Manuais técnicos em Geociências, Rio de Janeiro**. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em 20/10/2009.

KENNISH, M. J. Environmental threats and environmental future of estuaries. **Environmental Conservation**, v. 29, n. 1, p.78-107. 2002.

KUERTEN, S.; SANTOS, M. L.; SILVA, A. Variação das características hidrossedimentares e geomorfologia do leito do rio Ivaí-PR, em seu curso inferior. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 28, n. 2, p. 143-151, 2009.

LIMA, M. I. C. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. Belém: EMBRAPA, 2002. 179p. (Apostila)

MÁCOLA, G.; EL-ROBRINI, M. **Ilha dos Guarás (Mariteua) – município de Curuçá (NE do Pará)**: aspectos físicos, meteorológicos & oceanográficos. Cartografia, Hidrografia e Digitalização – CHD & Grupo de Estudos Marinhos e Costeiros – GEMC. COMPANHIA DOCAS DO PARÁ – CDP. 2004. (Relatório Final.)

MARTINS, E. S. F. et al. Extração automatizada e caracterização da rede de drenagem e das bacias hidrográficas do nordeste do Pará ao noroeste do Maranhão a partir de imagens SRTM.

In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis, Brasil. **Anais...** 21-26 abril 2007, INPE, p. 6827-6834.

MONTEIRO, M. C. **Estudo morfodinâmico de uma praia de Macromaré no litoral Amazônico, Ajuruteua-Pa (Brasil)**. 2006. 110f. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Oceanografia (CG-UFPA). Belém-PA, 2006.

MORAES, B. C. et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, v. 35, n.2, 207-214. out. 2005.

NICOLODI, J.L.; ZAMBONI, A.; BARROSO, G.F. Gestão integrada de bacias Hidrográficas e zonas costeiras no Brasil: implicações para a região hidrográfica Amazônica. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n.2, p. 9-32, set. 2009.

PEREIRA, K. M. M. **Variabilidade e sazonalidade na sedimentologia em dois rios (Caeté e Quatipuru) da microrregião Bragantina**. 2007. 200f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Campus Bragança. Bragança-PA. 2007.

RAY, T. HAYDEN, M. An Abandoned estuary within Marajó Island: implications for late quaternary paleogeography of Northern Brazil. **Estuaries and Coasts**, v.30, p.813-826. 1992.

RAYOL, B. P.; SILVA, M. F. F.; ALVINO, F. O. Dinâmica da diversidade florística da regeneração natural de florestas secundárias, no município de Bragança, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 2, p. 9-27, maio-ago. 2006.

ROCHA, M. A. B. **Sistema de informações geográficas aplicado à gestão da bacia do Caeté – nordeste paraense**. 2009. 136p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2003.

SOUZA, C.P. et al. Estudo do meio físico na avaliação de bacias hidrográficas utilizadas como mananciais de abastecimento. In: ANDREOLI, C.V; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Sanepar; FINEP, 2005.

SOUZA FILHO, P. W. M. **A planície costeira bragantina (NE do Pará): influência das variações do nível do mar na morfoestratigrafia costeira durante o Holoceno**. 1995. 262 p.

Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

_____ ; EL-ROBRINI, M. Morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfo-sedimentares da planície costeira bragantina, nordeste do Pará, Brasil. **Geonomos**, 4, n. 2, p. 1-16. 200-.

SUGUIO, K. Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins. 1. ed. Rio de Janeiro-RJ.: Bertrand Brasil, 1998. 1.222 p.

TANCREDI, N. S. H. **Aplicação de geoprocessamento na análise ambiental das bacias hidrográficas do igarapé Juruti grande e rio Aruã – Juruti – Pará.** 2007. 111p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

TORRES, T. G. et al. Utilização dos dados SRTM na geração dos limites da bacia hidrográfica do rio Formoso (Bonito, MS). In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006, p.145-154.