

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – O estuário do rio Curimataú

O sistema estuarino do rio Curimataú situa-se no litoral sul do Estado do Rio Grande do Norte RN, próximo à fronteira com o Estado da Paraíba PA. O estuário do rio Curimataú é visto como uma região de grandes riquezas, em ambos aspectos econômicos e ecológicos. Comportando uma vasta região de manguezais, que mesmo desempenhando a função de reguladores do ecossistema, encontram-se severamente modificados por diversas atividades que exploram seus recursos e cujos impactos gerados na fauna e flora são nítidos. As atividades em destaque são a indústria canavieira e a carcinicultura (cultivo de camarão), sendo que a segunda teve início em meados da década de 80 e atualmente sendo considerada uma exploração de sucesso para a economia da região (Lageoma / IDEMA – 2003).

O estuário do rio Curimataú (Fig. 1.1) é um estuário tropical situado no nordeste brasileiro na lat. 06°18'S, em uma região de clima definido como tropical quente e úmido, alternando estações de seca durante a primavera e verão, e estações chuvosas no período de outono e inverno. Considerado um estuário raso quando comparamos suas dimensões horizontais e verticais, sendo que nas proximidades da boca encontramos uma largura de aproximadamente 500 m e estreitando estuário acima. Nas margens direita e esquerda próximo à boca do estuário são observados largos bancos de areia os quais podem ficar expostos na maré vazante (Miranda et al., 2006). O estuário do rio Curimataú possui uma área urbana formada pelos municípios de Baía Formosa e Canguaretama, compreendendo pequenos povoados juntos ao seu redor.

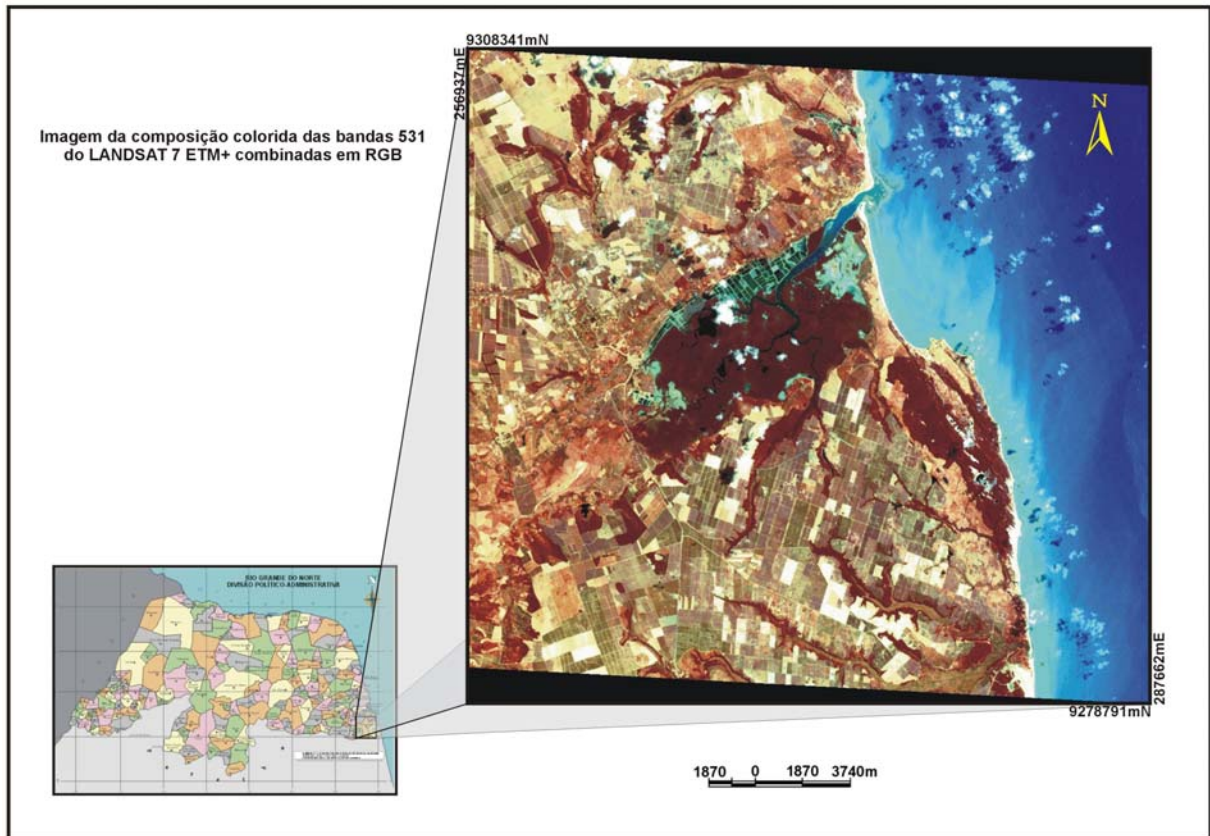


Figura 1.1 – Localização geográfica do estuário do rio Curimataú (Fernandes, 2002).

A bacia de drenagem do rio Curimataú (Fig. 1.2), classificada como sub-bacia 13 da região nordeste do Brasil de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), ocupa uma área de aproximadamente 3.589 km², sendo 77% desta bacia no Estado da Paraíba (PA), e apenas 23% (830 km²) no Estado do Rio Grande do Norte (RN) (Miranda et al, 2005). Sua nascente encontra-se nas proximidades da latitude 06°26'S e longitude 035°08'W e sua boca nas proximidades da latitude de 06°18'S e da longitude 035 °02'W, na barra do Cunhaú (RN). O posto de Pedro Velho nas coordenadas de latitude 06°26'42''S e longitude 035°13'14''W, encontra-se a única estação limimétrica a qual controla parte da vazão da bacia.

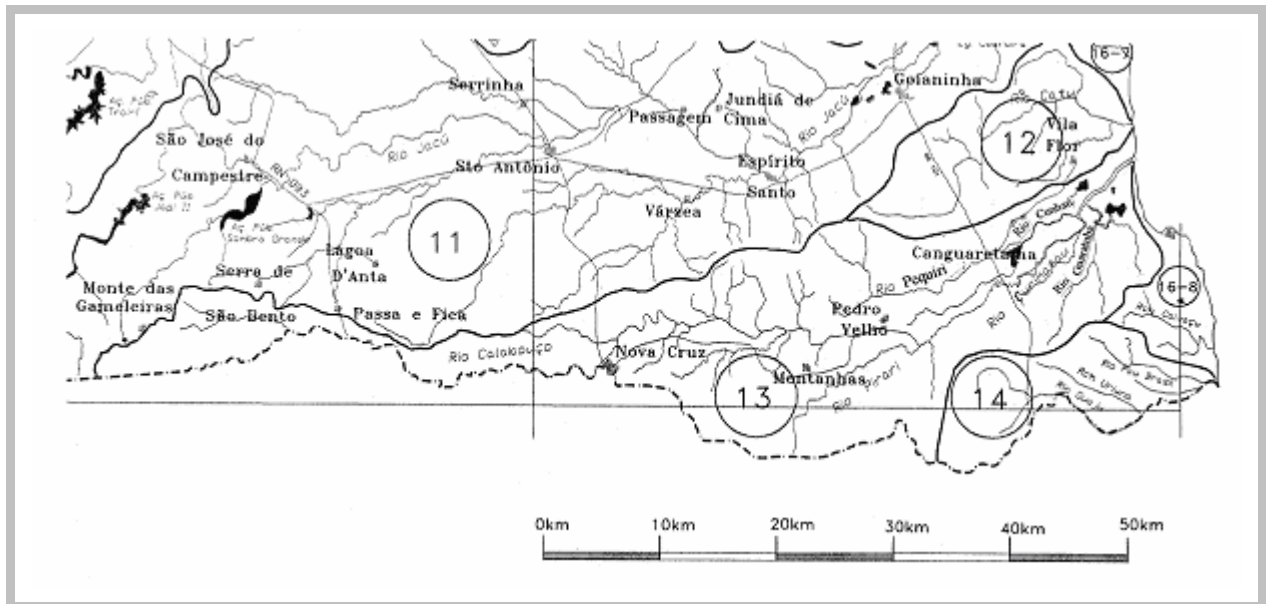


Figura 1.2 – Sub-bacia 13 de drenagem do estuário do rio Curimataú no Rio Grande do Norte RN.

1.2 – Características geoambientais

1.2.1 – Localização da área em estudo

O estuário do rio Curimataú (Fig. 1.3) localiza-se entre os paralelos 06°18'00"S e 06°26'00"S e os meridianos 035°02'00"W e 035°10'00"W com dimensão aproximada de 72 km². Dois acessos a esta região são pela BR-101 (trecho Natal-João Pessoa) e pela RN-269, sendo que a segunda liga o município de Canguaretama ao povoado Barra do Cunhaú. O estuário Curimataú está a cerca de 90 km de distância da capital Natal - RN, por via rodoviária (Lageoma / IDEMA – 2003). O levantamento dos dados topográficos deste estuário foi feito através de sensoriamento acústico descritos por (Souza, 2004).

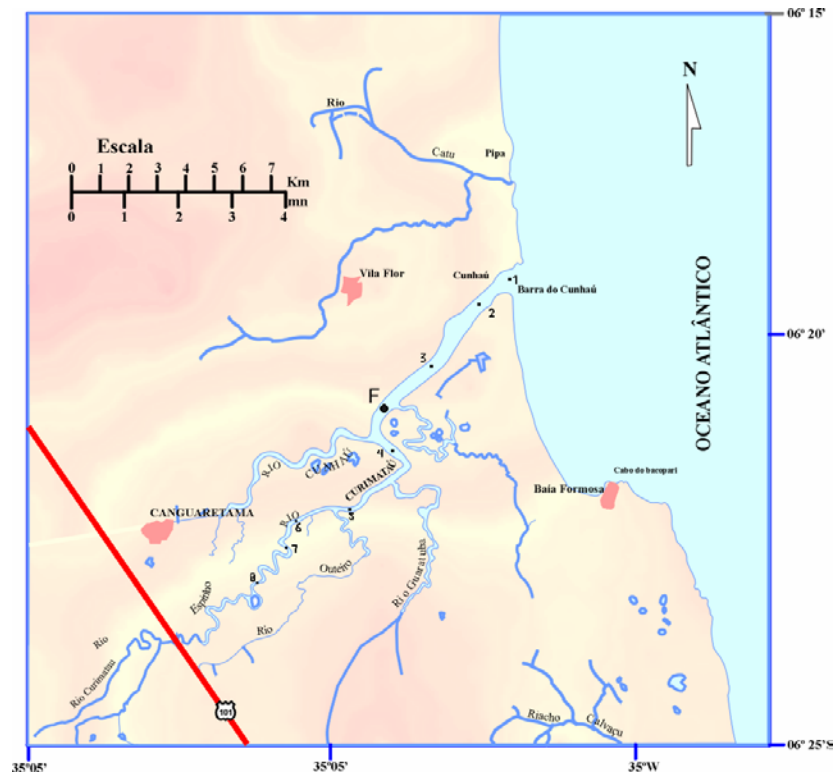


Figura 1.3 – Localização geográfica do estuário do rio Curimataú e o conjunto de estações oceanográficas (1 a 8), com dados hidrográficos e de velocidade, disponíveis para validação do modelo Delft3D-Flow. O conjunto de dados horários durante dois ciclos consecutivos de marés de quadratura e sizígia foi medido na estação (3).

1.2.2 – Características sócio-políticas e sócio-econômicas

Os municípios que apresentam o maior desempenho econômico da região são Canguaretama e Baía Formosa. As principais atividades econômicas da região estão ligadas aos setores primário e secundário, tais com a carcinicultura às margens dos rios Cunhaú e Curimataú (Fig. 1.4), com tanques de criação visíveis nas imagens de satélite obtidas na página do *maps.google*; nas encostas dos vales, sobre a região dos tabuleiros, a ocupação é pela agroindústria canvieira, representando um papel importante na balança comercial do estado (RN), contudo, estas atividades propiciam risco ao meio-ambiente (Souza, 2004). Na figura 1.5 apresenta-se uma região de mangue devastada na Barra de Cunhaú e utilizada por empresas de carcinicultura.



Figura 1.4 – Fazendas de carcinicultura implantadas às margens do estuário do rio Curimataú (www.maps.google.com).



Figura 1.5 – Manguezal devastado na Barra do Cunhaú para a instalação de fazendas de camarão (Lageoma / IDEMA – 2003).

1.2.3 – Características fisiográficas

Vegetação da área

A vegetação nativa da área de estudo, apresentava uma cobertura bem mais exuberante, sendo que esta vem sendo progressivamente devastada conforme os processos de ocupação humana evoluem, tais como as atividades salineiras, a agricultura centrada na monocultura da cana-de-açúcar e de coco e atualmente a atividade carcinicultura. As principais unidades fitoecológicas dessa região litorânea são: a vegetação pioneira psamófila (vegetação fixadora de dunas); a mata de várzea, composta por plantas que circundam as drenagens como gramíneas e ciperáceas; a vegetação paludosa marítima de mangue (ao longo do estuário) e um pouco de vegetação da Mata Atlântica com árvores de porte médio, que se integram com as matas de dunas, com as restingas e com a vegetação rasteira que deve sua proliferação ao solo rico em húmus (IDEC, 1991).

Geologia da área

A região do estuário do rio Curimataú está localizada em uma faixa sedimentar costeira posicionada geologicamente entre a Bacia Potiguar ao norte e a Bacia Paraíba-Pernambuco ao sul (Fig. 1.6). Isso de acordo com a sub-divisão de faixa sedimentar costeira do Nordeste do Brasil (Mabesoone et al., 1991). Às margens dos primeiros quilômetros do canal do rio Curimataú próximo à desembocadura observa-se a região de manguezal. Rio acima, às margens são compostas por sedimentos aluviais.

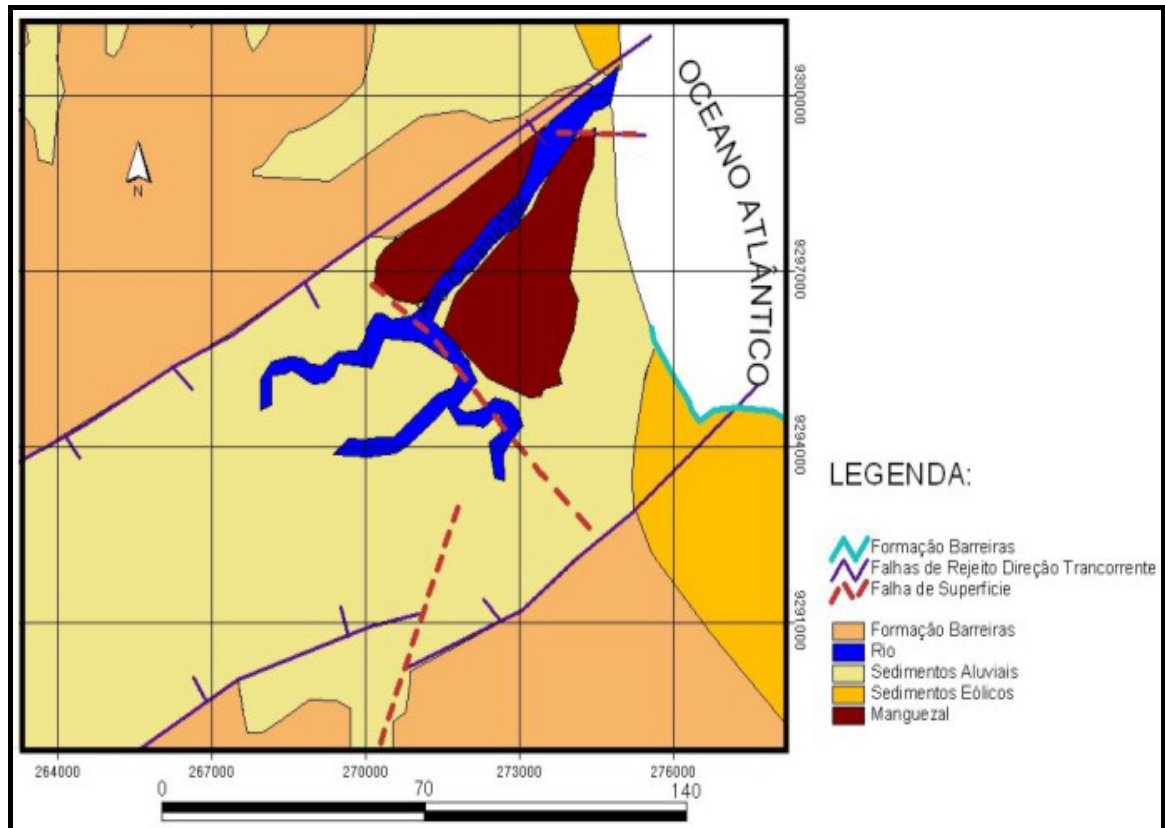


Figura 1.6 – Carta geológica do estuário do rio Curimataú (Araujo, 2002).

Clima da área

O clima predominante sobre a região do estuário Curimataú é o tropical quente e úmido, de acordo com o critério de classificação proposto por Köppen. A estação de maior índice pluviométrico tem início em janeiro e se prolonga até agosto, com precipitações máximas ocorrendo geralmente no mês de abril e apresentando índice pluviométrico anual superior a 1.500 mm. No período compreendido de outubro a dezembro tem-se a presença da estiagem com maior vigor. A temperatura da região oscila em 25°C, contendo uma umidade relativa do ar entre 70 e 80% (BRASIL, 1981).

Hidrologia da área

A rede hidrológica é composta por três rios principais: Curimataú, Cunhaú e Guaratuba, todos com direção NE. Dentre estes, o principal é o rio Curimataú, com suas nascentes em terrenos cristalinos na Chapada da Borborema na Paraíba,

adentrando no Rio Grande do Norte pelo município de Nova Cruz, cortando ainda os municípios de Montanhas, Pedro Velho, Canguaretama e Baía Formosa. Devido às condições climáticas da região e à influência da penetração das águas do mar durante a maré alta, estes rios são perenizados no trecho final dos seus cursos. O restante da rede hidrográfica é formado por riachos e córregos secundários que correm para os leitos dos rios principais, configurando uma rede de drenagem com padrões dendríticos e paralelos (Queiroz, 1984).

Os rios Cunhaú e Guaratuba são os principais afluentes do estuário do Rio Curimataú descarregando suas águas a cerca de 6,0 e 7,0 km da boca do estuário respectivamente. A precipitação média anual, a qual gera a descarga fluvial para o estuário, decresce do litoral para o interior de 1.500 mm para cerca de 800 mm anuais na região de Nova Cruz, fronteira com a Paraíba, estando sujeitas às variações sazonais típicas da região nordeste. Medidas limimétricas são disponíveis apenas para o rio Curimataú, na estação de Pedro Velho, na posição aproximada de latitude $06^{\circ}26'42''S$ e de longitude $035^{\circ}13'14''W$.

A calha do rio Cunhaú de largura média de 130 m com extensão de aproximadamente 7 km, contém em grande parte trechos de pouca profundidade. Na região de encontro dos rios Cunhaú e Curimataú, as profundidades atingem seus maiores valores, e neste setor a largura média é de 250 m. Na conexão dos rios Guaratuba e Curimataú a largura média é de 200 m, e após esta conexão a calha do Curimataú se torna cada vez mais estreita (Souza, 2004), mas nas proximidades da barra, o rio Curimataú apresenta um acentuado alargamento (Fig. 1.7).



Figura 1.7 – Vista do rio Curimataú nas proximidades da barra (foto de Alessandro Luvizon Bérghamo).

1.3 – Conhecimento atual de características hidrodinâmicas

Existem poucos trabalhos científicos publicados sobre o estuário do rio Curimataú. Entretanto, em publicações recentes, foram apresentadas características hidrodinâmicas (Miranda et al., 2004, 2005, 2006) e morfodinâmicas (Souza, 2004). O estuário é forçado por maré semidiurna com altura máxima superando dois metros, podendo-se, de acordo com o critério de classificação de Davies (1964), classificá-la de mesomaré. De acordo com o trabalho de Miranda et al. (2005) a modulação quinzenal da maré e a descarga fluvial desempenham um importante papel na classificação do estuário o qual se alternou entre parcialmente misturado com alta estratificação vertical (Tipo 2b), na condição de quadratura e sob um regime de alta descarga fluvial, e parcialmente misturado com fraca estratificação vertical (Tipo 2a) na maré de sizígia, de acordo com o diagrama estratificação-circulação de Hansen & Rattray (1966). Para o experimento de sizígia, a massa de água tropical (AT) predominou no interior desse ambiente estuarino, apresentando condições de estabilidade vertical similares aos do estuário tropical Sungai Merbok na Malásia de Uncles et al. (1990).

1.4 – Justificativa

Os estuários são ecossistemas de transição entre o ambiente terrestre (continente) e aquático (oceano), regiões de encontro dos rios com o mar, visto como um ambiente altamente dinâmico e com mudanças constantes devido às variações das forcantes naturais. Até os dias atuais, cerca de 60% das grandes cidades se desenvolveram em torno dos estuários o que vem sendo visto como alvo de preocupação para o desenvolvimento sustentável em torno destes ecossistemas.

A renovação e depuração das águas dos estuários estão intrinsecamente vinculadas à interação de processos físicos, químicos, geológicos e biológicos, sendo que a atuação do homem pode afetar significativamente a cada um destes processos. Considerados biologicamente mais produtivos devido à alta concentração de nutrientes esses ambientes de transição propiciam a produção primária.

Para o estuário do rio Curimataú não é diferente, estando este estuário vinculado à economia da região através dos setores primários e secundários, por esse motivo o estudo de suas características hidrodinâmicas é de suma importância.

1.5 – Hipótese científica

As características hidrográficas e hidrodinâmicas do estuário do rio Curimataú serão adequadamente modeladas com o modelo Delft-3D flow, ajustadas e validadas pelo método *Skill* proposto por Willmott (1981). Serão apresentadas às características da modulação quinzenal das propriedades hidrográficas através da aplicação dos modelos barotrópicos e baroclinicos e estudada a influência da batimetria na circulação do sistema estuarino. De acordo a baixa taxa da descarga fluvial da região espera-se obter como classificação segundo o Diagrama Estratificação-circulação um estuário parcialmente misturado Tipos (2a e 2b), assim como já obtido através dos resultados de observações *in situ*. Os tempos de descarga e residência devem ser de no máximo 3 dias para os seis primeiros quilômetros do canal principal do rio Curimataú e superior a uma semana para a cabeceira dos três rios. O modo baroclínico apresentará resultados mais coerentes

tanto para a modelagem das propriedades hidrográficas quanto para a estimativa do tempo de residência enquanto o modo barotrópico terá resultados bem diversificados. As características observadas durante a coleta na maré de quadratura talvez não sejam devidamente modeladas devido à alta influência do regime de chuvas.

1.6 – Objetivos

Este trabalho tem como finalidade estudar o comportamento do estuário do rio Curimataú durante a modulação quinzenal da maré com simulações numéricas com o modelo Delft3D-Flow, devidamente validado com dados experimentais, obtendo-se teoricamente variações espaciais e temporais de propriedades termohalinas (salinidade e temperatura) de propriedades dependentes como a densidade, assim como da estrutura de velocidade e os transportes de volume e sal associados. O modelo será aplicado nos modos barotrópico e baroclínico, com uma e mais camadas verticais, com o objetivo de estabelecer qual a melhor resposta do modelo em comparação com os dados experimentais. Analisar o balanço das principais forçantes responsáveis pelos processos de mistura e transporte de sal estuário acima, calcular tempos de residência e por fim verificar o comportamento de ajuste dos processos geradores e dissipadores de energia para o estuário são também nossos objetivos.