

ZONEAMENTO DA PRODUÇÃO DE SURURU (*MYTELLA CHARRUANA*) NO CELMM ATRAVÉS DE UM MODELO MATEMÁTICO

Correia, L. G.C. S.¹, Fragoso Jr.², C. R.

1 – Graduanda em Engenharia Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, Campus A.C. Simões, BR 101 Norte, Km. 14, Tabuleiro dos Martins 57072-970, Maceió/AL. 2 – Professor Adjunto do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, Campus A.C. Simões, BR 101 Norte, Km. 14, Tabuleiro dos Martins, 57072-970, Maceió, AL.

ABSTRACT

The Estuary Complex Mundaú Manguaba (CELMM) located in Alagoas well as nursery for many aquatic species is habitat of the shellfish sururu (*Mytella Charruana*), a species typical of the region and source of food and income for thousands of families along the riverbanks. Its occurrence is directly influenced by the hydrodynamic patterns and concentration of salinity in the estuary. This study aims to estimate the influence of hydrodynamics and salinity in the production of mussels and their points of occurrence in CELMM using a two-dimensional hydrodynamic and water quality. Through the responses obtained by the model from you can indicate the levels of salinity and hydrodynamics of the estuary. These results will contribute to the implementation of mitigation measures aimed at sustainable utilization and CELMM offered by the addition of information about the behavior of the mussels.

KEYWORDS: *Mytella Charruana*, hydrodynamic patterns, salinity.

INTRODUÇÃO

A região costeira se caracteriza por sua alta produtividade e biodiversidade por possuir características ecológicas próprias, sendo considerada um grande foco de desenvolvimento. É uma zona de transição entre o oceano e o continente que sofre constantes mudanças devido à influência do mar, sendo assim, uma região de grande interesse para atividades antrópicas como a pesca e turismo.

Os estuários são exemplos de ecossistemas altamente importantes para o desenvolvimento das civilizações. Os estuários e as águas marinhas costeiras estão entre os ecossistemas mais férteis do mundo (ODUM, 2007). O Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba (CELMM) além de berçário para várias espécies aquáticas é *habitat* do molusco sururu (*Mytella Charruana* ou *Mytella Falcata*), espécie típica da região e fonte de alimento e renda para milhares de famílias ribeirinhas. Sua ocorrência é influenciada diretamente pelos padrões hidrodinâmicos, qualidade da água e pela concentração de salinidade no estuário.

Este trabalho tem como objetivo estimar regiões de ocorrência do sururu a partir de simulações numéricas dos padrões bidimensionais hidrodinâmicos e da salinidade. Os resultados da simulação da distribuição espacial do sururu serão comparados com o zoneamento do molusco realizado a partir do conhecimento local dos marisqueiros. A área de estudo possui um contexto socioambiental preocupante, pois devido ao despejo de efluentes sem o devido tratamento e de resíduos sólidos, a produção do sururu no estuário vem diminuindo progressivamente ao longo dos anos. O trabalho gerará informações preliminares sobre os padrões hidrodinâmicos, salinidade e distribuição espacial do sururu no CELMM. Tais informações ainda não são existentes em Alagoas.

ESTUÁRIOS

Na zona costeira existe uma faixa de ecossistemas diversos, onde ocorrem atividades como a pesca e o turismo. Dentre esses ambientes, também designados ecossistemas litorâneos, destacam-se pela importância os estuários e lagunas costeiras, que constituem uma elevada porcentagem das costas de todo o mundo (NORMANDE, 2000).

Um estuário é um corpo de água costeiro, semi-fechado, o qual possui uma ligação livre com o mar aberto e no interior do qual a água do mar se dilui de forma mensurável, com água doce proveniente de drenagem terrestre (PRITCHARD, 1967). A ação da maré é um subsídio de energia e regulador físico do estuário. Além de local de pesca altamente produtiva, os estuários são escolhidos por algumas espécies aquáticas e terrestres como criadouro para seus filhotes uma vez que suas águas são calmas e com altas concentrações de nutrientes.

Kjerfve (1987) subdivide o estuário em três zonas distintas:

Zona de Maré do Rio - Parte fluvial com salinidade praticamente igual a zero, mas ainda sujeita à influência da maré.

Zona de Mistura – Região onde ocorre a mistura da água doce da drenagem continental com a água do mar.

Zona Costeira – Região costeira adjacente que se estende até a frente da pluma estuarina que delimita a Camada Limite Costeira.

O mecanismo de circulação e renovação das águas delimita e conecta zonas dos estuários, transportando recursos, calor e organismos. Os fatores que influenciam a circulação podem ser físicos (rotação da terra, maré entre outros), químicos (salinidade) e biológicos (plantas aquáticas).

Os estuários foram usados tradicionalmente como áreas de tratamento gratuito esgoto de algumas cidades costeiras (ODUM, 2007). Apesar de altamente férteis, os estuários estão entre os ecossistemas mais sensíveis e atividades antrópicas sem sustentabilidade afetam significativamente seu equilíbrio, comprometendo o desenvolvimento das espécies locais e sua biodiversidade.

OCORRÊNCIA E PRODUÇÃO DO SURURU (*MYTELLA CHARRUANA*)

O *Mytella Charruana* ou *Mytella Falcata* da família *Mytilidae*, mais conhecido como “sururu”, é um bivalve que se desenvolve em ambientes estuarinos, local de encontro entre a água doce e água salgada, onde há uma elevada concentração de matéria orgânica, tendo a salinidade e a concentração de oxigênio dissolvido como um dos fatores limitantes para o seu crescimento. Sua ocorrência vai desde a costa do Atlântico (da Venezuela à Argentina), nas margens do Pacífico e também nas Ilhas Galápagos. Sua pesca é fonte de alimento e renda para a população ribeirinha da região.



Figura 1 –*Mytella Charruana* (d’Orbigny, 1842). Fonte: <http://www.jaxshells.org/bivaa.htm>

MODELAGEM MATEMÁTICA

Um modelo é a representação de algum objeto ou sistema em uma linguagem de fácil acesso e uso, com o objetivo de entendê-lo e buscar suas respostas perante diferentes entradas (FRAGOSO et al. 2009). Os modelos são ferramentas utilizadas para o entendimento de processos, previsão e avaliação de cenários. A escolha do modelo é definida de acordo com o objetivo do estudo, pois este define o nível de precisão desejado para a representação do fenômeno em estudo.

Como limitações básicas, os modelos possuem as quantidades e qualidades dos dados, além das formulações matemáticas necessárias para descrever o processo. No entanto, quando calibrado adequadamente, os modelos matemáticos podem representar com eficiência os processos naturais, auxiliando na gestão e tomada de decisões.

Tucci (1998) apud Fragoso (2009) destaca um ponto bastante relevante sobre os ambientes aquáticos.

“O gerenciamento de corpos d’água, tais como, lagos, reservatórios e estuários, é, por característica, um campo de ação multidisciplinar, onde existe um grande número de alternativas no planejamento, considerando seus usos, disponibilidades e preservação.”

Uma das metodologias utilizadas para avaliar estas alternativas é a modelagem. Embora pouco disseminada, passa a existir uma nova tendência de modelagem integradora que busca a utilização conjunta de módulos computacionais que procuram retratar os mais importantes processos em distintos compartimentos ambientais (e.g. atmosfera, bacia, banhado, lago), considerando variáveis físicas, químicas e biológicas (CHAPRA, 1997), uma vez que a complexidade dos fenômenos de interesse também aumentam. Este tipo de abordagem matemática é denominada modelagem ecológica (FRAGOSO JR. et al., 2009). Os modelos ecológicos permitem a simplificação das interações entre as comunidades aquáticas, facilitando o entendimento sobre os processos do ecossistema, seu diagnóstico e monitoramento, visando um prognóstico do ambiente com a geração de cenários futuros.

ÁREA DE ESTUDO

O Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba está situado no litoral de Alagoas, entre as latitudes $90^{\circ}35'S$ e $90^{\circ}47'S$ e longitudes $35^{\circ}44'W$ e $35^{\circ}58'W$ (Figura 2). As lagoas Mundaú e Manguaba foram constituídas pelo barramento da foz dos rios Mundaú e Paraíba, por deposição dos sedimentos marinhos e o afogamento de seus leitos.

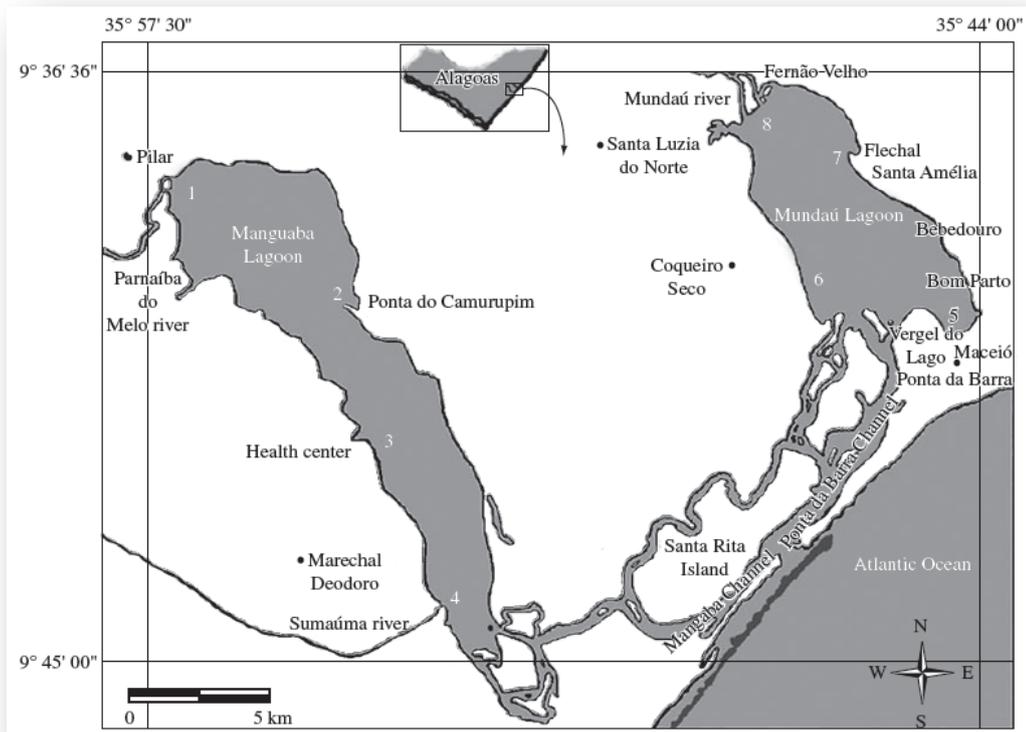


Figura 2 – Base cartográfica com a localização do CELMM (Fonte: Fragoso, 2003.)

A lagoa Mundaú tem cerca de 27 Km² constituindo o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Mundaú, que drena uma área de 4.126 Km² e percorre 30 municípios, tendo 08 sedes municipais ribeirinhas. A lagoa Manguaba, por sua vez, tem aproximadamente 42 Km² e constitui a região estuarina dos rios Paraíba do Meio e Sumaúma. O rio Paraíba apresenta uma bacia hidrográfica de 3.330 Km² e percorre 20 municípios, tendo 13 sedes municipais ribeirinhas, enquanto que o Sumaúma drena uma área 406 Km² e percorre 06 municípios, tendo 01 sede municipal ribeirinha. As águas das lagoas encontram-se numa zona de canais com 12 Km², perfazendo um total de 81 Km².

A Figura 3 mostra a batimetria geral do fundo do CELMM apresentada por NOBRE *et.al.* (2000).

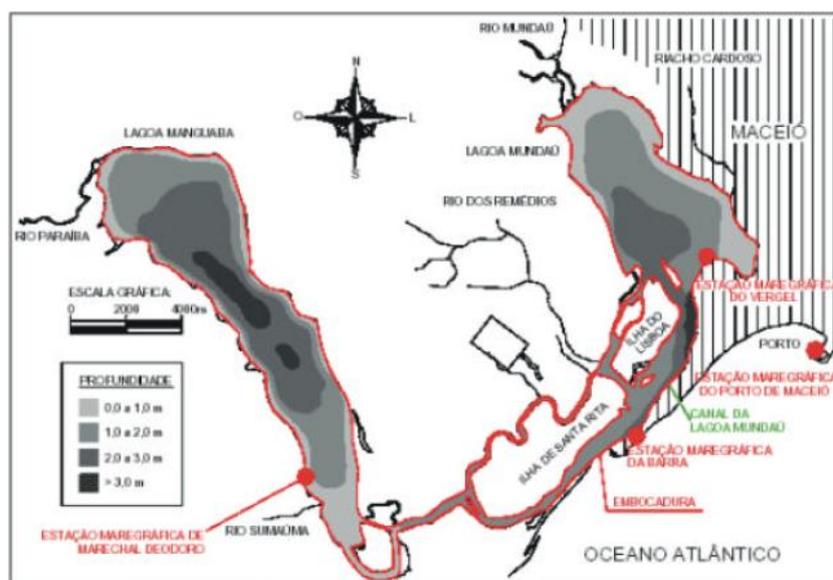


Figura 3 – Mapa da batimetria do CELMM

Dentre os vários riachos que descem dos tabuleiros desaguardo nas lagoas e canais, pode-se destacar: Bebedouro, Goiaberas, Fernão Velho, Pão de Açúcar, Matroê, Ribeira, Coqueiro Seco, Dãdã, Volta d'água, Broma, Santo Cristo, Porto da Madeira, Tijuco, Galhofa, Camurupim de Cima, Cobre, Lamarão, Grujá de Baixo, Grujá de Cima, Jacaré, Bonga, Cobreira, Vermelho e Barra (SEPLAN, 1980).

A região das lagoas Mundaú Manguaba encontra-se entre os sistemas estuarinos mais importantes do país, sendo o maior complexo da América Latina.

Nos últimos anos a produção do sururu diminuiu significativamente no CELMM. Em 1960, registrava-se cerca de 5000 toneladas anuais. Atualmente a produção caiu para 1200 toneladas. Tal redução se deve a poluição causada por atividades antrópicas, uma vez que as lagoas sempre sofreram com o assoreamento, despejo de efluentes domésticos e industriais e resíduos sólidos.

METODOLOGIA

Para avaliar a influência da hidrodinâmica e salinidade da ocorrência do sururu no CELMM será utilizado o modelo ecológico IPH-ECO. Este modelo foi desenvolvido no Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) tendo como objetivo representar os processos físicos, químicos e biológicos de corpos d'água rasos e profundos. A Figura 4 mostra um esquema explicativo da estrutura do modelo IPH-ECO.

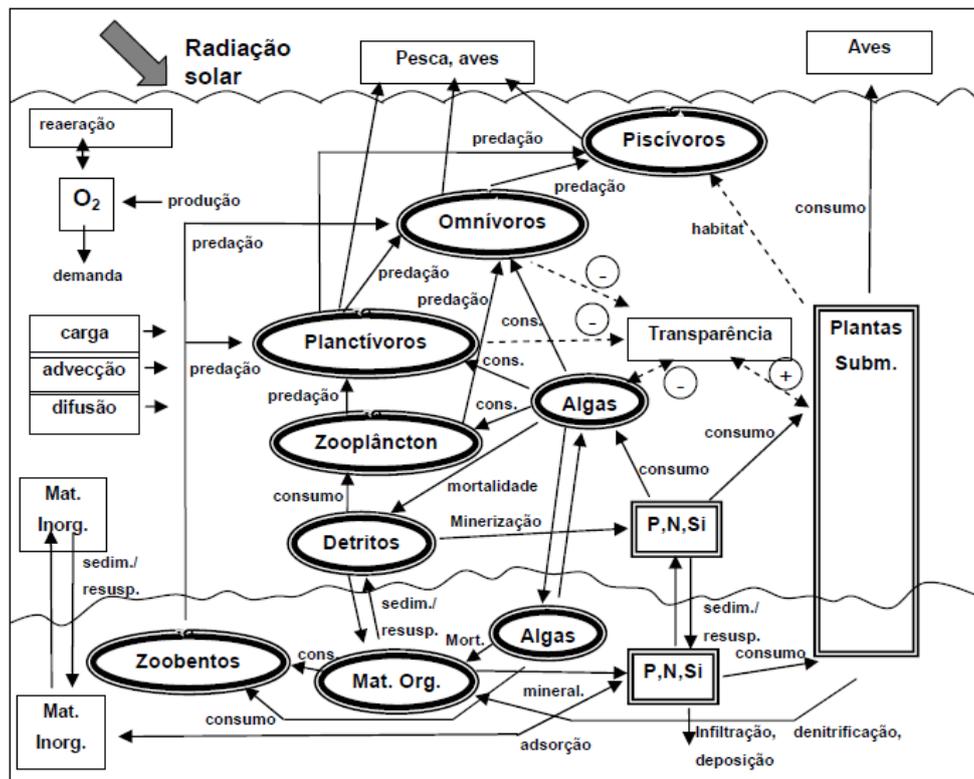


Figura 4 – Estrutura simplificada do modelo IPH-ECO (Fonte: modificado de Janse, 2005)

O IPH-ECO possui um módulo hidrodinâmico acoplado com módulos de qualidade da água e biológico. O módulo hidrodinâmico é uma adaptação do modelo TRIM2D desenvolvido por Casulli e Cheng (1992). O TRIM2D é um modelo bidimensional na horizontal de diferenças finitas e emprega o esquema semi-implícito para a solução das equações de hidrodinâmica de águas rasas (FRAGOSO, 2009).

Para representar o campo de escoamento, serão utilizadas grades não estruturadas no modelo. As grades não estruturadas aumentam a precisão na solução computacional além de proporcionarem uma melhor representação de um mesmo contorno. A Figura 5 mostra uma mesma região discretizada com grades estruturadas e não estruturadas.

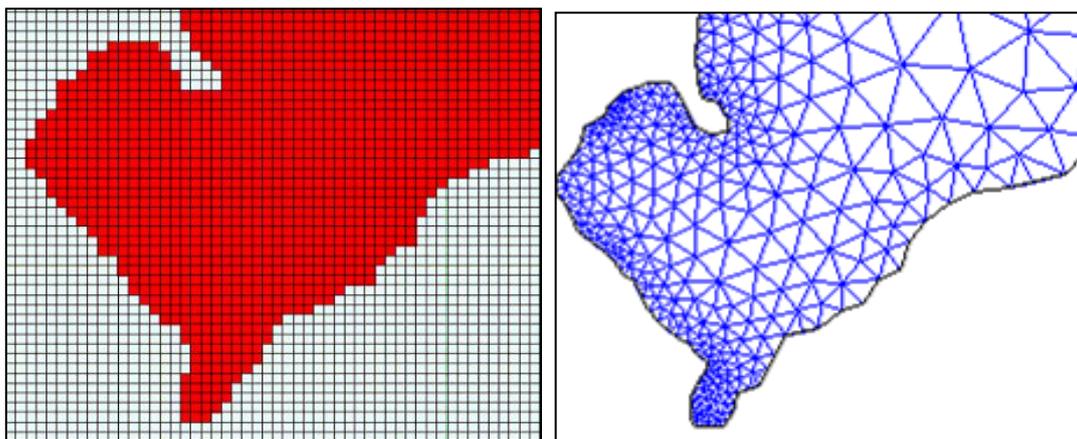


Figura 5 – Parte sul da Lagoa Mangueira/RS. A esquerda a região em grades estruturadas e a direita em grades não estruturadas.

Neste trabalho será utilizada uma versão simplificada do modelo IPH-ECO. O sistema será representado por uma grade bidimensional na horizontal (2DH) integrado verticalmente, onde serão simulados o escoamento e apenas os padrões de concentração de salinidade. Os mapas de salinidade e de fluxos simulados serão utilizados para fazer um zoneamento preliminar da ocorrência do sururu no CELMM. Este zoneamento será comparado com o zoneamento do molusco realizado a partir do conhecimento local dos marisqueiros.

Como os dados de batimetria estão relativamente defasados em relação a conjuntura atual de um ecossistema assoreado, os resultados do modelo serão comparados com informações de nível e conhecimento da distribuição espacial do sururu da década de 80, quando foi realizado o trabalho de batimetria.

RESULTADOS PRELIMINARES

A Área de estudo foi digitalizada utilizando o Google Earth. Utilizando o software *Janet* a área digitalizada foi discretizada utilizando as grades não estruturadas (Figura 6).

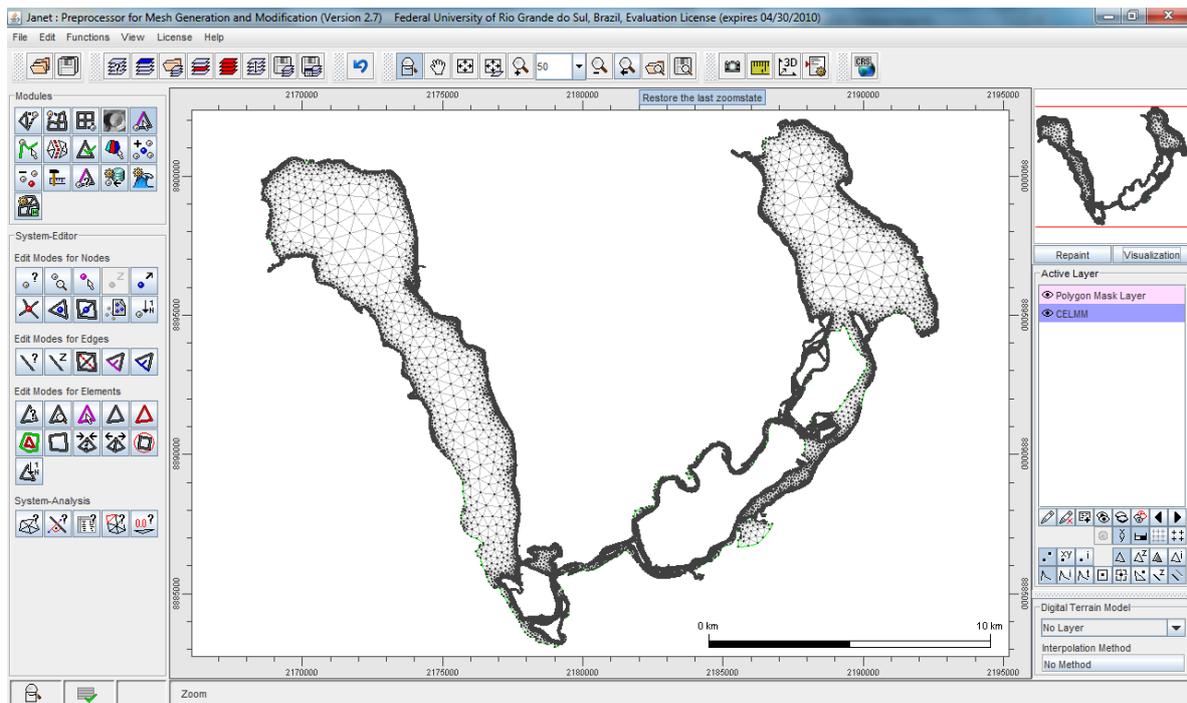


Figura 6 – Área de estudo discretizada através das grades estruturadas

Os dados de batimetria foram digitalizados e interpolados utilizando o software ArcGis 9.3. Para a interpolação dos dados foi utilizado o interpolador IDW – *Inverse Distance Weighted* (Figura 7).

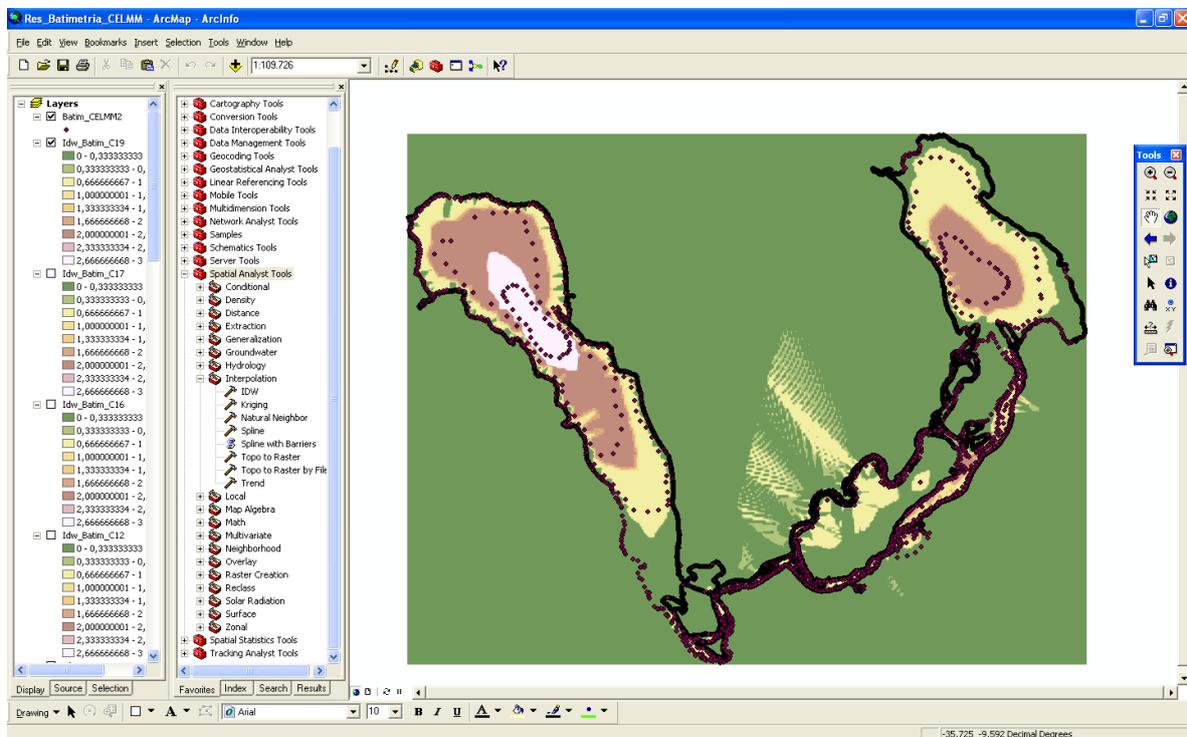


Figura 7 – Mapa de batimetria do CELMM.

CONCLUSÕES

O Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba (CELMM) é a região mais representativa do estado de Alagoas, devido a sua importância socioeconômica e ambiental. Ao longo da história, este Complexo vem sofrendo com ações antrópicas que comprometem sua conservação e biodiversidade.

Os resultados contribuirão para a implantação de medidas mitigadoras que visem à utilização sustentável dos recursos oferecidos pelo CELMM e no acréscimo de informações sobre o comportamento do sururu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE MIRANDA, L. B.; KJERFVE, B.; DE CASTRO, B., M. **Princípios de oceanografia - física de estuários**. São Paulo: EDUSP. 2002.

FRAGOSO JR., C. R.; FERREIRA, T. F.; MARQUES, D. da M. **Modelagem ecológica em ecossistemas aquáticos**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

FRAGOSO JR., C. R.; SOUZA, C. F. **Análise de uma proposta de dragagem no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba através de um modelo hidrodinâmico bidimensional**. 2003. 152f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Centro de Tecnologia, Maceió, 2003.

FRAGOSO JR., C. R. **Modelagem tridimensional da estrutura trófica em ecossistemas aquáticos continentais rasos**. 2009. 309f. Tese de Doutorado (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento). Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Rio Grande do Sul, 2009.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 5ª ed. São Paulo: Thomson, 2007.