

## MÉTODO PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS DE APICUM E MANGUEZAIS

*Jose Paiva Lopes Neto<sup>1</sup>, Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes<sup>2</sup>*

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e validar uma metodologia para mapeamento de fitofisionomias do tipo apicum e manguezal em áreas de ocupação histórica (anterior a 1973), e assim subsidiar medidas de gestão e controle ambiental da zona costeira com base no Novo Código Florestal. A presente pesquisa foi desenvolvida na planície de inundação flúvio-marinha do estuário do rio Apodi/Mossoró, localizada no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte – Brasil. Para execução inicialmente buscou-se na literatura informações sobre os principais fatores determinantes para a distribuição local das fitofisionomias de manguezal e apicum onde considerou-se como preditores da distribuição das fitofisionomias às distâncias da foz e calha do estuário, em conjunto com a cota altimétrica do relevo. A variável referente a altimetria não apresentou correlação positiva com a distribuição da fitofisionomia levadas em consideração apenas as variáveis de distância da calha do rio e distância da foz. Em seguida foram realizadas regressões múltiplas onde verificou-se que as variáveis de distância entre a calha do rio e a distância entre a foz realmente eram relevantes. Criando um arquivo matricial (raster) com os coeficientes da regressão empregados nele por meio da álgebra de mapas, permitindo assim a reclassificação do mesmo com base nos critérios adotados. Após essa reclassificação notou-se que a referida metodologia apresenta resultados positivos quanto a identificação de áreas de apicum e manguezal podendo ser utilizada para tomada de medidas cabíveis a ocupações feitas em áreas de preservação permanente.

**Palavras-chave:** geoprocessamento; sensoriamento remoto; fitofisionomias; modelagem geoespacial.

### 1. INTRODUÇÃO

A zona costeira brasileira, com mais de 8.500 km de extensão compreende um conjunto diverso de ambientes e ecossistemas, dentre os quais se incluem os manguezais e apicuns. Formações típicas de regiões tropicais e subtropicais, no Brasil, estes ecossistemas se distribuem desde o extremo norte no Oiapoque/AP até Laguna/SC, cobrindo uma faixa de aproximadamente 25 km<sup>2</sup>, o que coloca o país na terceira posição entre os países com maior área de manguezal e apicuns [1].

Com ocorrência restrita a zona intermarés da planície de inundação de estuários e baías, caracterizados pela variação diária do nível da água, os manguezais constituem um ambiente de transição entre o ambiente aquático marinho e o continente, onde há predominância de um tipo específico de vegetação lenhosa conhecida popularmente como mangue [2-3]. O manguezal é um dos ecossistemas mais dinâmicos do planeta, já que pela natureza de seus componentes, são encontrados todos os elos da cadeia alimentar [4]. Segundo [1], os manguezais são reconhecidos por sua alta produtividade biológica e por desempenhar funções ecológicas básicas e de grande relevância, gerando diversos benefícios, inclusive econômicos, para o homem.

Os apicuns, por sua vez, são fitofisionomias associadas aos manguezais, ocorrendo principalmente na região de supramaré, caracterizados pela elevada salinidade no solo e ausência de vegetação [5]. Por terem sua ocorrência associada aos manguezais, pesquisadores como Schmidt et al. [6] defendem que o apicum deve ser considerado como um tipo de manguezal herbáceo que em companhia do manguezal arbóreo compõe o ecossistema manguezal e sentido amplo. Esta visão, no entanto, não é consenso entre os pesquisadores, que em razão de suas características abióticas e bióticas totalmente diferentes dos manguezais arbóreos podem ser considerados ecossistemas distintos [7].

O que não se contesta, entretanto, é que tanto manguezais como apicuns são ecossistemas essenciais para manutenção da biodiversidade e dinâmica costeira. Que apesar de sua importância ambiental e socioeconômica, são alvos históricos da ocupação e exploração econômica, com destaque para as atividades de produção de camarão [8,9] e sal marinho [10,11].

Visando ordenar a ocupação e exploração das áreas de manguezais e apicuns, a Lei Federal 12.651, de 25 de maio de 2012, também conhecida como "Novo Código Florestal", trouxe no artigo 11-A critérios para ocupação destas áreas, impedindo completamente a exploração de áreas constituídas por fitofisionomia do tipo manguezal, enquanto possibilitou a utilização das áreas de apicuns desde que elas atendam aos critérios estabelecidos, tais como: ocupação inferior a 10% dessa modalidade de fitofisionomia no bioma amazônico e a 35% no restante do país, excluída as ocupações já consolidadas até 22 de julho de 2008, desde que salvaguardada a absoluta integridade dos manguezais arbustivos, bem como os processos ecológicos e biológicos associados a eles assim a

como a condição de berçário para recursos pesqueiros [12].

Contudo, a referida Lei prevê que para que haja a possibilidade da ocupação das áreas de apicuns, cabe aos empreendedores comprovar instalação das áreas produtivas ocorreu de fato produtivas em áreas de apicuns e não de manguezal. Embora este procedimento possa parecer simples, quando se trata de novos empreendimentos, que podem fazer uso de técnicas como sensoriamento remoto, análises de solos e levantamentos fitossociológicos, o mesmo não pode ser dito para as ocupações mais antigas.

Um exemplo desta problemática são as áreas ocupadas por salinas no litoral do Rio Grande do Norte. Responsáveis por mais de 95% da produção de sal nacional, a ocupação da área costeira do estado por esta atividade se iniciou ainda durante o período colonial [13-17], inviabilizando o emprego de imagens de satélite, que só passaram a ser disponibilizadas a partir de 1973, bem como a realização de análises de solo, devido ao grande período de uso e ocupação do solo, estando o mesmo potencialmente diferente das condições naturais, o que torna os resultados não confiáveis. A incerteza sobre a natureza da fitofisionomia ocupada, tem resultado em situações de conflito envolvendo o setor salineiro e órgãos ambientais, reforçando a necessidade de técnicas e procedimentos que possibilitem minimizar as dúvidas quanto a legalidade das ocupações e contribuir para a gestão da zona costeira do estado.

Diante desta demanda, a presente pesquisa teve como objetivo desenvolver e validar metodologia para mapeamento de fitofisionomias do tipo apicum e manguezal em áreas de ocupação histórica (anterior a 1973), e assim subsidiar medidas de gestão e controle ambiental da zona costeira com base no Novo Código Florestal.

## 2. PROJEÇÃO

### 2.1 Área de Estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida na planície de inundação flúvio-marinha do estuário do rio Apodi/Mossoró, localizada no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte – Brasil (Figura 1).



Figura 1. Planície de inundação flúvio-marinha do estuário do rio Apodi-Mossoró. (Autoria própria)

Esta região é parte integrante do chamado “Território Salineiro” e em conjunto com os estuários do Piranhas/Açú e Galinhos/Guamaré respondem por mais de 95% da produção de sal nacional. O clima, segundo a classificação de KOPPEN, é semiárido, tipo BSw’h’ seco e quente com pluviosidade média anual abaixo de 850 mm/ano e evapotranspiração potencial entre 1.500 – 1.600 mm/ano. A maré local é semidiurna, onde o nível médio (Z0) estabelecido é 139cm acima do RN (Nível de Redução) com médias de preamares de sizígia de 234cm acima do RN, média de preamares de quadratura de 221cm, média de baixa-mares de sizígia de 43cm abaixo do RN e média das baixa-mares de quadratura de 56 cm [18].

### 2.2. Base de Dados e Processamento

Para subsidiar a construção da base de dados necessária para o estudo, inicialmente buscou-se na literatura informações sobre os principais fatores determinantes para a distribuição local das fitofisionomias de manguezal e apicum. Sendo assim a zonação do manguezal no estuário do rio Apodi/Mossoró, Costa et al. [19] verificou que a estrutura do bosque de mangue variou em função da distância da foz e da calha do estuário, indicando que esses fatores são determinantes para distribuição da vegetação do manguezal.

Adicionalmente, conforme Schaeffer-Novelli [20] os manguezais e apicuns tem como principal característica a dependência do regime de marés, destacando a periodicidade de alagamento destas áreas, o que por sua vez, para uma mesma localidade, é determinado pela topografia do local. A vegetação de mangue é comumente associada a faixas submetidas com frequência diária ao alagamento e secamento ocasionado pela variação das marés de quadratura, enquanto o apicum ocorre em regiões mais elevadas, alagadas somente por ocasião das marés altas de sizígia (Figura 2).

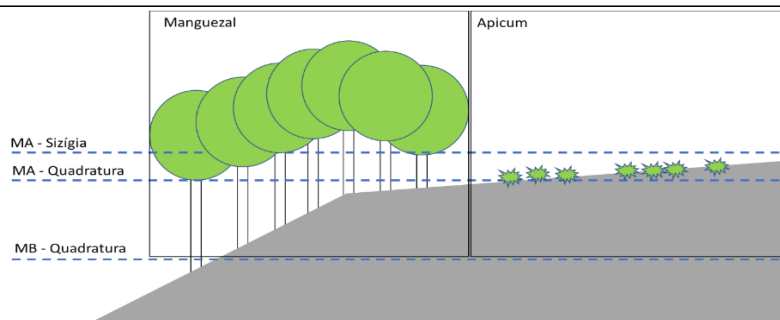


Figura 02. Perfil topográfico da área de manguezal e apicum (Autoria própria)

Desta forma, para efeitos do estudo, considerou-se como preditores da distribuição das fitofisionomias às distâncias da foz e calha do estuário, em conjunto com a cota altimétrica do relevo. Para obtenção dos dados geoespaciais referidos, procedeu-se inicialmente a vetorização da planície de inundação do estuário do rio Apodi/Mossoró, seguida da sua conversão em arquivo raster utilizando o algoritmo “*V.to.rast.attribute*” do software *GRASS GIS*, obtendo como resultado arquivos matriciais com resolução espacial de 12,5 m/pixel.

Após a conversão em arquivo raster, realizou-se o cálculo da distância pixel à pixel entre a calha do rio até a extremidade da planície de inundação e da foz até o limite do alto estuário utilizando o algoritmo “*R.grow.distance*” também do *GRASS GIS* (Figura 3).

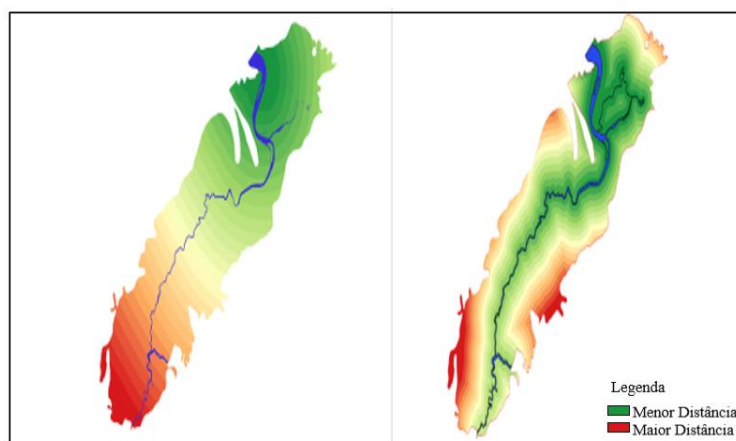


Figura 3. Raster contendo informações métricas do estuário. (Autoria própria)

Para obtenção dos dados de altimetria, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) *ALOS PALSAR* com resolução espacial também de 12,5 m/pixel, recortada de acordo com as delimitações referentes à área de estudo. Para sua aplicação no estudo, o MDE passou pelo procedimento de correção para eliminar depressões espúrias, por meio algoritmo “*fill sinks*” do software *SAGA GIS* (Figura 4).



Figura 4. Representação do modelo digital de elevação *ALOS PALSAR*. (Autoria própria)

Após a construção da base de dados referente aos preditores, realizou-se o mapeamento das áreas de manguezal e apicum existentes no estuário do rio Apodi/Mossoró. O processo se iniciou a partir da captura das imagens orbitais georreferenciadas da área de estudo, disponíveis para download gratuito no catálogo de imagens no site do Earth Explorer. As imagens obtidas foram oriundas do satélite *LANDSAT 5*, com uma cobertura máxima de

nuvens de 10% e 30 metros de resolução, para o ano de 1984, cenas 215/64. A escolha do ano de obtenção da imagem foi justificada pelo fato de que no referido período nem toda a área da planície de inundação encontrava-se ocupada por salinas, o que possibilitou a análise da área o mais próximo possível de sua forma natural. A composição colorida foi definida como BGR, ou seja, banda 2 no canal azul, banda 3 no verde e banda 4 no vermelho, devido a resposta de cada banda ao seu comprimento de onda.

Para a classificação das áreas de manguezal, realizou-se a saturação das bandas 2 e 4, realizando para tal a função de equalização do histograma em cada uma das bandas citadas anteriormente, para que assim a banda 3 pudesse ser ressaltada. Na identificação das Áreas de Apicum, as bandas 2 e 3 foram saturadas, usando a mesma função descrita para as áreas de manguezal. Assim a banda 4 foi a escolhida para ser ressaltada devido a sua sensibilidade à morfologia do terreno, ideal para o mapeamento do Apicum (Figura 5).

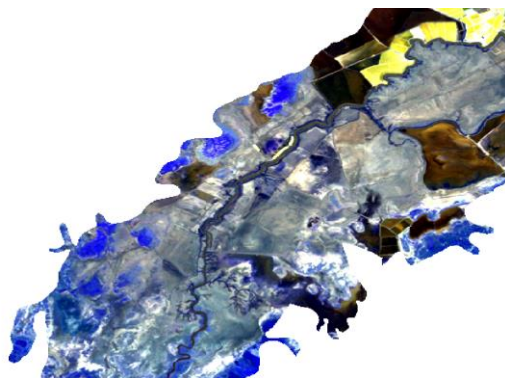


Figura 05. Imagem de satélite para o ano de 1984 para a área de estudo (autoria própria).

Com as áreas de manguezal e apicum identificadas, partiu-se para a classificação supervisionada, utilizando o método de Máxima Verossimilhança por meio do algoritmo *MAXVER*, em um limiar de aceitação de 99%.

### 2.3. Construção do Modelo

A construção do modelo matemático que correlaciona as variáveis preditoras (distância da foz, distância da calha e cota altimétrica) com a distribuição das fitofisionomias foi realizada utilizando 50 pontos de treinamento. Os pontos foram distribuídos ao longo do estuário de forma a se obter 25 amostras de áreas onde originalmente ocorria vegetação mangue e 25 onde originalmente ocorria formação de apicum (Figura 6).

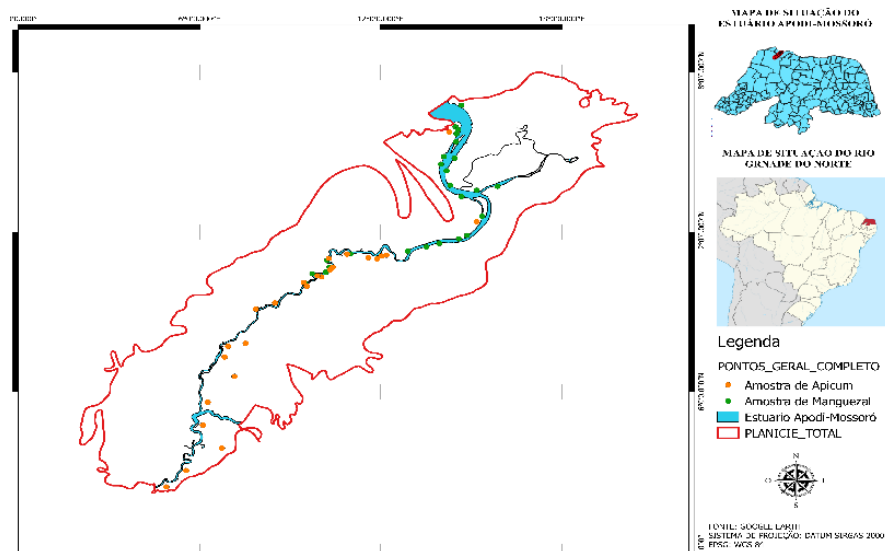


Figura 06. Distribuição dos pontos amostrais no estuário do Apodi-Mossoró (autoria própria)

Para cada ponto foram obtidas informações quantitativas sobre as variáveis preditoras (em metros) bem como o valor da reflectância dos pixels correspondentes as fitofisionomias, considerado como variável resposta. Em seguida os dados foram analisados aplicando testes de regressão linear múltipla, com nível de significância de 5%. O modelo matemático obtido foi então aplicado aos arquivos Raster dos preditores por meio de álgebra de mapas, resultando no mapa com a distribuição esperada para cada fitofisionomia.

### 2.4. Análise e Validação

Para validar ou refutar o modelo de predição da distribuição das fitofisionomias utilizou-se o método da matriz de confusão sendo essa uma matriz de valores reais e valores preditos pelo classificador essa matriz analisa a quantidade de erros e acertos trabalhando da seguinte forma. Tabela 01.

Tabela 01. Matriz de confusão

|                      | POSITIVO<br>(Mangue)   | NEGATIVO<br>(Apicum)   |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| POSITIVO<br>(Mangue) | Verdadeiro<br>Positivo | Falso<br>Positivo      |
| NEGATIVO<br>(Apicum) | Falso<br>Negativo      | Verdadeiro<br>Negativo |

O procedimento de análise para matriz de confusão são analisados os pontos amostrais de manguezal e apicum no raster já reclassificado. Onde são analisados os seguintes quesitos, valores verdadeiros positivos, falsos positivos, falso negativo e verdadeiro negativo descritos a seguir. Os pontos de verdadeiro positivos serão os pontos aos quais a classificação indicou a presença de mangue e realmente existia, para os valores de falso positivo serão adicionados os pontos onde foi indicado a classificação de mangue e era área de apicum. Da mesma forma para o falso negativo, que foi onde a reclassificação indicou que tinha apicum e era manguezal e o valor de verdadeiro negativo onde ele indicou onde era apicum e realmente era apicum.

Foram considerando os 50 pontos de treinamento (reais) com as fitofisionomias preditas (dados classificados) seguido do cálculo do coeficiente *Kappa*. A matriz de confusão analisa a qualidade obtida por meio de uma classificação digital de imagem, sendo expressa por meio da concordância de informações dos dados de referência (compreendido como verdadeiro) com os dados classificados. O coeficiente *Kappa*, por sua vez, quantifica o grau de concordância dos dados, gerando, assim, um aspecto de confiabilidade e precisão dos dados classificados [21], com resultado variando entre 0 (nenhuma concordância) e 1 (total concordância). No presente estudo, utilizou-se índice de classificação proposto por Fonseca [22], conforme destacado na Tabela 1.

Tabela 2 - Agrupamento qualitativo do coeficiente kappa.

| Índice Kappa       | Desempenho |
|--------------------|------------|
| <0                 | Péssimo    |
| $0 < k \leq 0,2$   | Ruim       |
| $0,2 < k \leq 0,4$ | Razoável   |
| $0,4 < k \leq 0,6$ | Bom        |
| $0,6 < k \leq 0,8$ | Muito Bom  |
| $0,8 < k \leq 1,0$ | Excelente  |

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Relação Entre Variáveis Predictoras e Fitofisionomia

Para o primeiro teste de regressão linear múltipla realizado a variável referente a altimetria não apresentou correlação positiva com a distribuição da fitofisionomia, isso provavelmente se deve ao fato que a região apresenta topografia plana com pouca variação em toda extensão da planície de inundação.

Desta maneira foram levadas em consideração apenas as variáveis de distância da calha do rio e distância da foz, fatores esses segundo Costa et al. [23] apresentam grande significância na disposição da fitofisionomia com base na pesquisa em campo realizada por eles. Tabela 1.

Tabela 3. Estatística de regressão

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| R múltiplo                  | 0,724821  |
| R-Quadrado                  | 0,5253666 |
| F de significação           | 2,48E-08  |
| Coeficiente distância Calha | 0,01217   |
| Coeficiente Distância foz   | 0,00139   |
| Coeficiente de intersecção  | 24,4939   |

Como afirmado anteriormente a disposição das fitofisionomias analisadas está inteiramente ligada as variáveis de distância uma vez que a análise estatística apresentou um nível de significância bastante inferior aos 5% adotados para análise sendo de 0,0000024%. podemos observar que foram gerados coeficientes para cada variável adotada, seja ela distância da calha ou distância da foz, sendo pra primeira o valor de 0,012 e pro segundo valor de

0,001, possibilitando a montagem da equação de regressão múltipla aplicada ao arquivo raster com o recurso de álgebra de mapas da seguinte maneira.

$$Y = 24,49 + (0,012 * \text{Distância da calha}) + (0,001 * \text{Distância da foz}). \quad (1)$$

### 3.2 Análise dos Modelos

Para a classificação da imagem gerada após a álgebra de mapas utilizou-se três propostas diferentes, a partir da resposta espectral fitofisionômica descritas a seguir. Tabela 3.

Tabela 4. Propostas de reclassificação.

|                   | Proposta 01 | Proposta 02 | Proposta 03 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| Mangue            | 0.0:33.8    | 0.0:33.5    | 0.0:33.8    |
| Zona de Transição | 33.80001:36 | 33.50001:34 | 34.5001:36  |
| Apicum            | 36.0001:100 | 34.0001:100 | 36.0001:100 |

A proposta número 01 apresenta as seguintes características; áreas de apicum 16.372,719 hectares, para área de mangue 2511,797 hectares com uma largura de aproximadamente 450 metros para o baixo estuário e 100 metros para o médio estuário não apresentando vegetação de mangue no alto estuário. Na proposta 02 observamos que nossa reclassificação apresentou uma área estimada para zona de mangue de 2392,391 hectares e 17,168,393ha. para zona de apicum. Apresentando uma a distância da calha em média de 440 metros no baixo estuário e de 130 metros para zonas do médio estuário não apresentando proposições para o alto estuário. Por último a proposta 03 que apresentou uma área de 2511,797 ha. e 16765,438 para zonas de apicum. apresentando uma distância longitudinal para a vegetação de mangue de 440 metros para o baixo estuário e de 105 metros para o médio estuário não apresentando zonas de mangue no alto estuário. Figura 07.

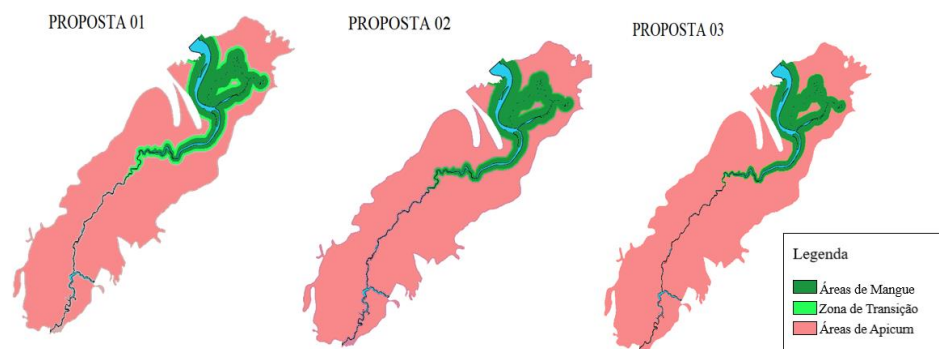


Figura 07. Propostas de reclassificação. (autoria própria)

Com todas as propostas reclassificadas, foi observado onde a reclassificação foi eficaz acertando os pontos de mangue e os pontos de apicum, foi utilizado a matriz de confusão para ver qual propostas teria o melhor desempenho obtendo-se os seguintes resultados. Tabela 4.

Tabela 05. Índice de kappa

| Proposta 01 |          |          | Proposta 02 |          |          | Proposta 3 |          |          |
|-------------|----------|----------|-------------|----------|----------|------------|----------|----------|
|             | Positivo | Negativo |             | Positivo | Negativo |            | Positivo | Negativo |
| Positivo    | 20       | 0        | Positivo    | 20       | 4        | Positivo   | 20       | 1        |
| Negativo    | 3        | 14       | Negativo    | 2        | 22       | Negativo   | 3        | 14       |
| Somatório   | 23       | 14       | Somatório   | 22       | 26       | Somatório  | 23       | 15       |
| Precisão    | 0,8695   |          | Precisão    | 0,909091 |          | Precisão   | 0,8696   |          |

De acordo com o índice kappa as amostras apresentam um índice excelente de aproveitamento sendo que a proposta 02 destacou-se dentre as demais obtendo o valor de 0.91 como índice de kappa ou 91 por cento sendo superior as demais amostras. Figura 08.

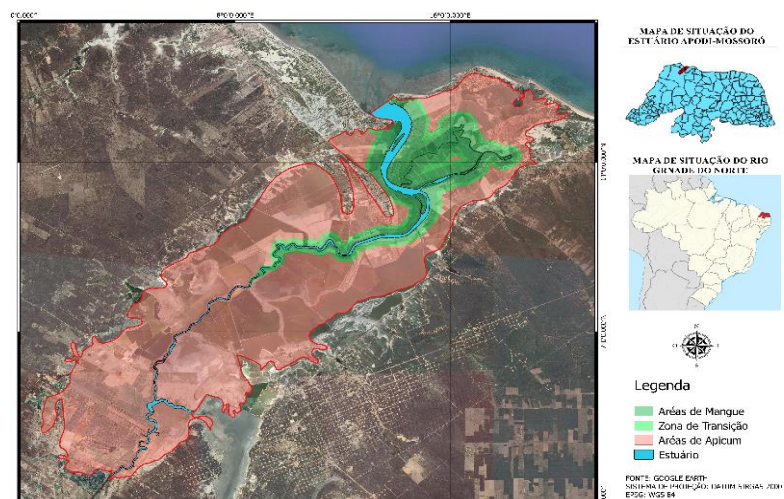


Figura 08. Proposta de reclassificação 02. (autoria própria).

### 3.3. Reconstituição das áreas de Manguezal e Apicum

Analisando a proposta de reclassificação adotada, podemos perceber que a disposição da vegetação de mangue a longo do estuário vai decrescendo significativamente, isso acontece por que de acordo com segundo [23] estuário do Apodi-Mossoró é um estuário inverso ou seja o gradiente de salinidade vai aumentando de acordo com a distância da foz, devido ao baixo regime chuvoso dificultando o crescimento de zonas de mangue dando oportunidade para as zonas de apicum. Figura 09.

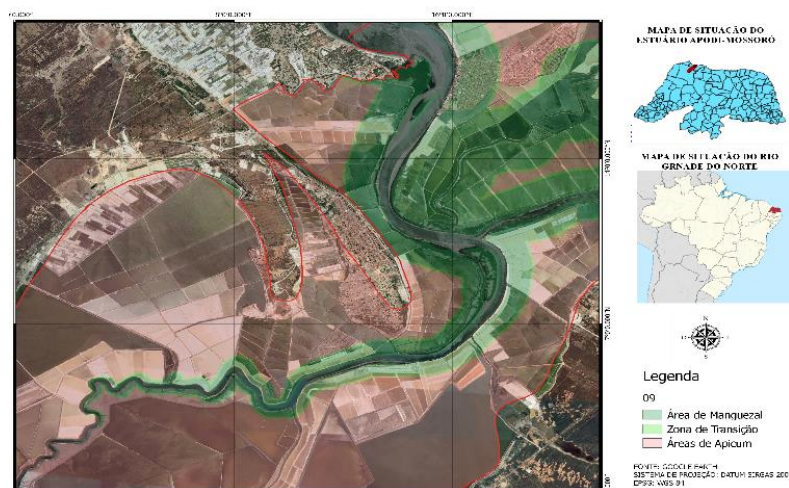


Figura 09. Áreas de manguezal e Apicum no baixo e médio estuário. (autoria própria)

Por meio da reclassificação podemos analisar a existência de ocupações irregulares de acordo com o código florestal vigente, pois o mesmo como citado anterior mente permite a utilização de áreas apenas de Apicums, livrando de qualquer tipo de ocupação as áreas de manguezal, podemos ainda perceber que a ocupação de áreas de APP são acentuadas entre o baixo e o médio estuário.

A ocupação indevida de áreas de preservação permanente como o manguezal sendo este, para uma área de enorme importância, pode ocasionar desequilíbrio ambiental e ecológico comprometendo a geração de renda, alimentos para espécies aquáticas assim como sua reprodução. [24]

Dessa maneira torna-se necessário a gestão do uso dessas áreas forma eficiente como proposto por Fernandes (2019) uma vez que as atividades salineiras possuem grande importância no setor econômico gerando milhares de empregos diretos.

## 4. CONCLUSÕES

A modelagem de informações geoespaciais se mostrou uma alternativa viável para identificação de áreas de apicum e manguezal para regiões ocupadas historicamente. Dessa forma essa ferramenta serve de auxílio na tomada de decisões na regularização ou de desocupação de áreas de preservação permanente possibilitando a

tomada das medidas cabíveis a áreas ocupadas por empreendimentos salineiros e de carcinicultura de acordo com a lei vigente.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] FERNANDES, R. T. V. **Recuperação de manguezais**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 78p.
- [2] BARBIER, E. B. Valuing ecosystem services as productive inputs. **Economic Policy**, Oxford, v.22, n.49, p.177-229, 2007.
- [3] BELARMINO, P. H. P. et al. Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, v.14, n.3, p.446-457, 2014.
- [4] PEREIRA, E. M.; FARRAPEIRA, C. M. R.; PINTO, S. L. Percepção e educação ambiental sobre manguezais em escolas públicas da região metropolitana do Recife. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v.17, p. 244-261, 2006.
- [5] HADLICH, G. M.; UCHA, J. M.; OLIVEIRA, T. L. Distribuição de apicuns e de manguezais na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 4607-4614.
- [6] SCHMIDT, Anders Jensen; BEMVENUTI, Carlos Emílio; DIELE, Karen. **SOBRE A DEFINIÇÃO DA ZONA DE APICUM E SUA IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA PARA POPULAÇÕES DE CARANGUEJO-UÇÁ**. [S. l.], 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/paiva/OneDrive/Área%20de%20Trabalho/CNMA/art01-v19.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2019.
- [7] HADLICH, Gisele Mara; UCHA, José Martin. **Apicuns: Aspectos Gerais, Evolução Recente e Mudanças Climáticas Globais**. SINAGEO, 2008. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiyrv91\\_HgAhUeK7kGHU08CBkQFjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.lsie.unb.br%2Frbg%2Findex.php%2Frbg%2Farticle%2Fview%2F126&usg=AOvVaw2QKQwKgZlXJwnBb9if0fI-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiyrv91_HgAhUeK7kGHU08CBkQFjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.lsie.unb.br%2Frbg%2Findex.php%2Frbg%2Farticle%2Fview%2F126&usg=AOvVaw2QKQwKgZlXJwnBb9if0fI-). Acesso em: 8 mar. 2019.
- [8] MEIRELES, A. J. A. **Análise dos impactos ambientais originados pelas atividades de carcinicultura na área de influência direta da comunidade indígena Tremembé – Distrito de Almofala – Itarema/CE**. UFC, Fortaleza, 2004. 38 p. (Parecer Técnico).
- [9] CAVALCANTI D. R.; CARVALHO, E. V. T.; Zagaglia, C. R.; Barreto, R.; Santos, R. N. de A. **Deteção de viveiros de carcinicultura e de salinas com imagens CBERS-2 e Landsat, localizados na APA Delta do Parnaíba**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 3813-3819.
- [10] BEZERRA, J. M.; BATISTA, R. O.; SILVA, P. C. M.; MORAIS, C. T. S. L.; FEITOSA, A. P. **Aspectos econômicos e ambientais da exploração salineira no Estado do Rio Grande do Norte**. Engenharia Ambiental, v. 9, n. 2, p. 003-020, 2012.
- [11] FERREIRA, S. F. M.; MIRANDA, A. C.; GOMES, H. P. **Um estudo de uma comunidade de trabalhadores em salinas: o impacto ambiental e uma proposta em educação ambiental**. Revista Científica ANAP Brasil, v. 8, n. 10, p. 65-81, 2015.
- [12] BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 28 mai. 2012. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm) >. Acesso em: 17 mar. 2019.
- [13] TRINDADE, S. L. T.; ALBUQUERQUE, G. J. **Subsídios para o Estudo da história do Rio Grande do Norte**. 2ª ed. Natal: Sebo Vermelho, 2005.
- [14] VITA, S.; LUNA, F. J.; TEIXEIRA, S. Descrições de técnicas da química na produção de bens de acordo com os relatos dos naturalistas viajantes no Brasil colonial e imperial. **Química Nova**, v.30, n.5, p.1381-1386, 2007.
- [15] SANTOS, P. P. **Evolução econômica do Rio Grande do Norte (Século XVI a XXI)**. 3ª ed. Natal: Departamento Estadual de Imprensa, 2010.
- [16] COSTA, D. F. S. et al. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil). **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.25, n.1, p.21-34, 2013.
- [17] DINIZ, M. T. M.; VASCONCELOS, F. P.; MARTINS, M. B. Inovação tecnológica na produção brasileira de sal marinho e as alterações sócioterritoriais dela decorrentes: uma análise sob a ótica da teoria do empreendedorismo de Schumpeter. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 27, n.3, p.421-438, 2015.
- [18] FRAZÃO, L. S. **Morfologia submersa do cânion Apodi-Mossoró baseado em dados in situ e geotecnologias multifontes**. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Petróleo), Programa de Pós-Graduação

---

em Ciência e Engenharia de Petróleo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, RN, 122p., 2016.

[19] COSTA, D. F. S.; MEDEIROS, D. H. M.; COSTA, R. S.; ROCHA, R. M. 2015. **O sal de ontem e as salinas de hoje - análise da produção de sal marinho no Rio Grande do Norte.**

[20] SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. [S.l: s.n.], 1995.

[21] PERROCA, Márcia Galan ; GAIDZINSKI, Raquel Rapone. **Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes: coeficiente Kappa.** Revista da Escola de Enfermagem da USP, 2003. Disponível em: <http://www.journals.usp.br/reeusp/article/view/41330>. Acesso em: 17 mar. 2019.

[22] FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.

[23] COSTA, Diógenes Félix da Silva; ROCHA, Renato de Medeiros; CESTARO , Luiz Antonio. **ANÁLISE FITOECOLÓGICA E ZONAÇÃO DE MANGUEZAL EM ESTUÁRIO HIPERSALINO.** mercator, Fortaleza, 2014. Disponível em:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwinsdrWk4rhAhV8LLkGHTPeAUgQFjABegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Fwww.mercator.ufc.br%2Fmercator%2Farticle%2Fview%2F645%2F533&usg=AOvVaw1rYRK-Tmj5Ee2CO2B1txio>. Acesso em: 17 mar. 2019.

[24] NANNI, Henrique Cesar; NANNI , Sueli Medeiros; SEGNINI , Rosana Cammarosano. A importância dos manguezais para o equilíbrio ambiental. *In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIENCIAS INTEGRADAS*, 2005, UNAERP CAMPUS GUARUJÁ. **Anais [...]**. UNAERP: [s. n.], 2005.