

IDENTIFICAÇÃO DE MANGUE, SALGADO E APICUM ATRAVÉS DA INTERPRETAÇÃO VISUAL DE IMAGENS LANDSAT: EVOLUÇÃO MULTITEMPORAL DA PLANÍCIE FLUVIOMARINHA DO RIO COREAÚ/CE

Liliana Maria Mota de Oliveira¹

¹ Geógrafa, pela Universidade Estadual do Ceará, Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE e fiscal ambiental na Superintendência Estadual do Meio Ambiente-SEMACE. Email: lilianaoliveirageo@gmail.com

Artigo recebido em 31/01/2017 e aceito em 16/01/2018

RESUMO

As imagens do satélite Landsat são ótimos produtos de Sensoriamento Remoto e sua interpretação visual é ferramenta a ser considerada na identificação dos ambientes componentes da planície fluviomarina. O objetivo deste artigo é realizar mapeamentos temporais da planície fluviomarina do rio Coreaú, uma área que abrange os municípios de Camocim e Granja, localizados na costa oeste do estado do Ceará pertencente ao nordeste do Brasil, quantificando os ambientes de interesse, quais sejam: mangue, salgado, apicum, salinas e carcinicultura, além das áreas ocupadas por água, realizando um comparativo entre esses mapeamentos. Utilizaram-se imagens dos satélites Landsat 5 e 8, para os anos 2000, 2008 e 2016, as quais passaram pelas etapas do Processamento Digital de Imagens para serem utilizadas nos levantamentos propostos, realizados com o *software* ArcGIS, versão 10. Na comparação entre os três mapeamentos se obteve um saldo positivo de mangue de 140,30ha, um saldo negativo de salgado de 80,20ha e um saldo negativo de 334,81ha de apicum. Registrou-se ainda um salto na ocupação da área mais externa da planície pela atividade de carcinicultura, que entre os anos 2008 e 2016 quase dobrou o quantitativo de área ocupada por esta atividade, demonstrando a eficácia da metodologia aqui apresentada.

Palavras-chave: Interpretação visual de imagens, Sensoriamento Remoto, Planície fluviomarina, Rio Coreaú.

MANGROOVE, SALGADO AND APICUM IDENTIFICATION USING VISUAL INTERPRETATION OF LANDSAT IMAGES: MULTITEMPORAL EVOLUTION OF FLUVIO-MARINE PLAIN OF COREAÚ RIVER

ABSTRACT

Landsat satellite images are excellent Remote Sensing products and yours visual interpretation is a tool to be considered in the sectors of the fluvial-marine plain identification. The objective of this article is to carry out mappings of the fluvial-marine plain of the Coreaú river, in Camocim and Granja city, located on the west coast of the Ceará State, in northeast of Brazil, quantifying the sectors of interest, which are: mangrove, salgado, apicum, salt production and shrimp farming, besides the areas occupied by water, to make a comparison among these mappings. Satellites images from the Landsat 5 and 8 were used for the years 2000, 2008 and 2016, which went through the steps of Digital Image Processing to be used in the proposed surveys performed with ArcGIS software, version 10. Comparing the three mappings resulted in a positive mangrove balance of 140.30 ha, a

negative salgado balance of 80.20ha and a negative apicum balance of 334.81ha. There was also an increasing in the occupation of the outside area of the plain by the shrimp farming activity, which between 2008 and 2016 almost doubled the amount of area occupied by this activity, demonstrating the effectiveness of the methodology presented here.

Keywords: Visual Interpretation of Images, Remote Sensing, Fluvio-marine Plain, Coreaú River.

INTRODUÇÃO

As planícies fluviomarinhas são geofácies que estão situadas no geossistema da planície costeira e são caracterizadas por ser uma zona de convergência entre as energias geradas pela vazão fluvial e pelo fluxo e refluxo das marés. E por estarem constantemente sujeitas a essas dinâmicas, tornam-se ambientes extremamente vulneráveis, onde se percebe rapidamente qualquer alteração no desenvolvimento de seus processos naturais.

Nos últimos anos, observou-se o aumento da ocupação humana nessas áreas, resultando numa maior utilização dos recursos naturais, pondo em risco a estrutura e o funcionamento desses ambientes a partir da existência de ocupações irregulares e do manejo inadequado dos componentes da paisagem, da qual fazem parte os salgados, os apicuns e a vegetação exuberante de mangue, com suas espécies arbóreas típicas: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue branco), *Avicennia schaueriana* e a *Avicennia germinans* (mangue preto ou siriúba) e *Conocarpus erecta* (mangue botão), todas com suas raízes aéreas, plenamente adaptadas ao solo encharcado e com alta salinidade.

O termo mangue é atribuído à flora característica da planície fluviomarinha, típica de regiões tropicais e subtropicais do planeta. A vegetação de mangue possui certas características que tornam esse ambiente estrutural e funcionalmente único, como a capacidade de estabilizar a linha de costa, e complementa Meireles (2002),

[...] protegendo as margens e terraços das ações erosivas, favorecendo os processos de sedimentação e formação de solos, mantendo o nível do lençol freático e reduzindo o impacto das marés e das cheias fluviais, além de equilibrar o balanço sedimentar entre erosão e deposição.

O Novo Código Florestal, Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, define em seu artigo 3º, inciso XIV as áreas de salgado ou marisma como áreas situadas em regiões com frequências de inundações intermediárias entre marés de sizígias e de quadratura (quarto crescente e minguante), com solos cuja salinidade varia entre 100 e 150 partes por 1.000, onde pode ocorrer a presença de vegetação herbácea específica (BRASIL, 2012). Tecnicamente são classificados como marismas tropicais hipersalinos, que tendem a se localizar nas áreas internas do manguezal ou na faixa de transição deste com o tabuleiro pré-litonâneo. O ambiente de salgado é totalmente associado à existência da vegetação de

mangue, funcionando como área natural de expansão e de retração desse ambiente.

Os apicuns por sua vez se caracterizam grosso modo por serem áreas do manguezal onde não há presença de vegetação arbórea ou arbustiva, são de fato um estágio sucessional natural do ecossistema. O Novo Código Florestal também define apicum em seu artigo 3º, inciso XV caracterizando-o como sendo áreas de solos hipersalinos situadas nas regiões entremarés superiores, inundadas apenas pelas marés de sizígias (marés de lua nova e lua cheia), que apresentam salinidade superior a 150 partes por 1.000, desprovida de vegetação vascular (BRASIL, 2012).

O estado do Ceará historicamente abrigou atividades econômicas que se utilizam dos recursos disponíveis em suas planícies fluviomarinhas. Atualmente a criação de camarão em cativeiro (carcinicultura) é a atividade econômica de maior pujança na planície fluviomarinha do rio Coreau existindo na área, de acordo com a Superintendência Estadual do Meio Ambiente-SEMACE, onze empreendimentos deste tipo com licença ambiental válida para operação.

O Sensoriamento Remoto é uma das mais bem sucedidas tecnologias de coleta automática de dados para o levantamento e monitoração dos recursos terrestres em escala global, podendo ser definido como técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto imageado (MENESES, 2012, p. 1).

A captura dessas imagens é feita por sistema sensor lançado acoplado a um satélite. Por sua vez, sensores são equipamentos que captam a energia proveniente do objeto, energia esta denominada radiação eletromagnética, convertendo-a em um sinal passível de ser registrado, apresentando ao final do processo de captura um produto apto a ter suas informações extraídas (INPE, 2008).

A tecnologia na aquisição de imagens de forma remota vem avançando com o passar do tempo. O primeiro satélite da família Landsat foi colocado em órbita em 1972 pelos Estados Unidos. Após este foram lançados mais sete satélites do mesmo programa fazendo deste o programa de aquisição de imagens de satélite que apresenta maior continuidade nas observações da Terra, sendo ótima ferramenta no monitoramento de mudanças na cobertura do planeta, possibilitando uma avaliação dos recursos terrestres, bem como monitoramento ambiental (ARAÚJO, 2010, p. 10). As imagens podem ser adquiridas de forma gratuita, através do sítio do INPE ou diretamente do sítio do Serviço de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos - USGS, entidade vinculada ao Serviço Nacional de Aeronáutica e Administração do Espaço -NASA e responsável pelo projeto.

Atualmente, o programa Landsat encontra-se em sua oitava versão denominada “*Landsat Data Continuity Mission*” (LDCM), ou seja, Missão de Continuidade dos Dados Landsat, e deve continuar o legado dos satélites anteriores, com a mesma qualidade, ampliando, melhorando e avançando no registro de imagens multiespectrais.

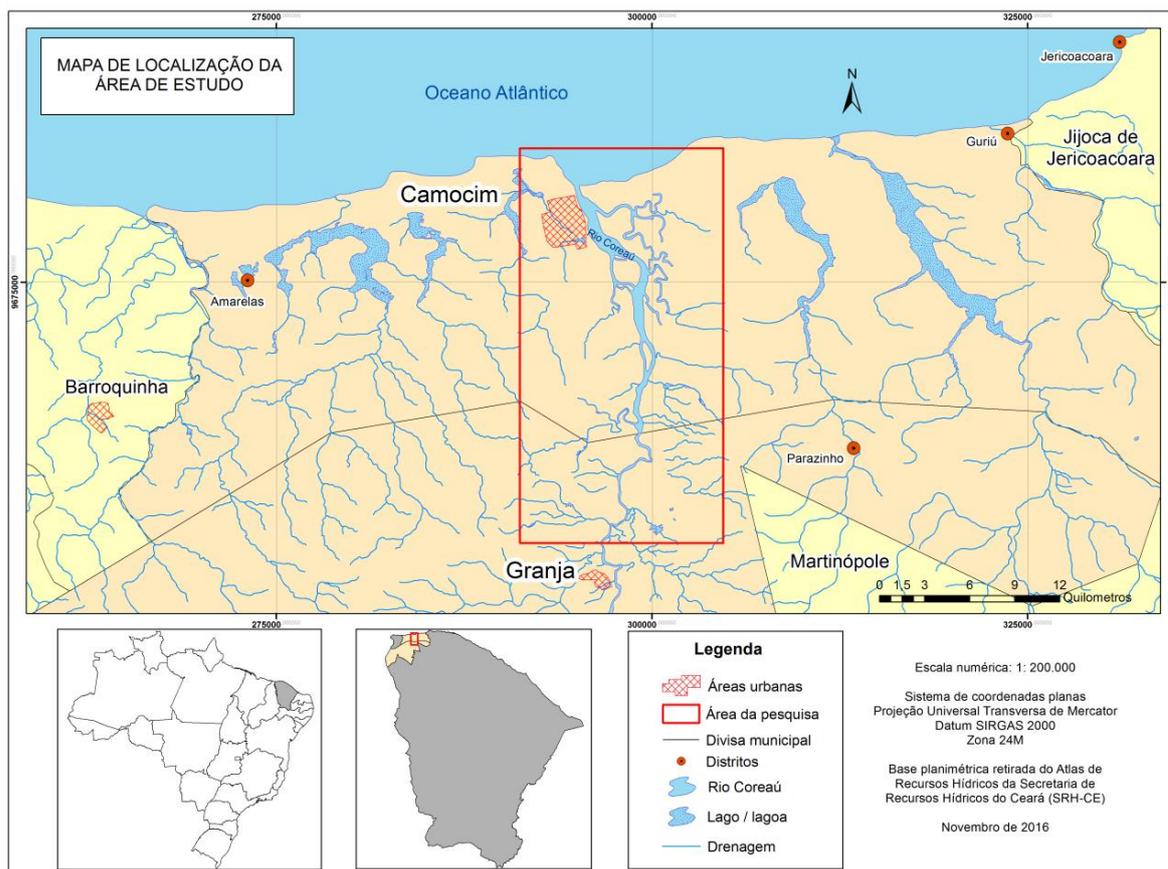
Para compreender a evolução da planície fluviomarinha do rio Coreaú utilizou-se além da cartografia, do levantamento de campo e do raciocínio lógico, principalmente a técnica de interpretação visual de imagens de produtos de sensoriamento remoto, que possui largo uso em estudos temporais, sendo possível a comparação do objeto em momentos diferentes e, com isso, o entendimento das mudanças e dos processos que atuaram e atuam na paisagem.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A planície fluviomarinha do rio Coreaú está localizada na bacia hidrográfica do rio de mesmo nome e esta bacia corresponde a 7% do território do estado do Ceará, ocupando uma área de 10.633,66km², possuindo uma linha de costa de aproximadamente 130km, drenando o rio Coreaú e seus tributários (CEARÁ, 2009). Essa planície fluviomarinha está inserida nos municípios de Camocim e Granja, ambos na costa oeste do litoral do Ceará, estado da região Nordeste do Brasil. Além dos municípios de Camocim e Granja, são abrangidos integralmente pela área da bacia hidrográfica do Coreaú outros oito e parcialmente outros catorze municípios.

A área de estudos, de acordo com a figura 1, é delimitada ao Norte pelas coordenadas 9683972N e 304741E e ao Sul pelas coordenadas 9657510N e 291200E, cuja área total é um retângulo envolvente de aproximadamente 35.829 hectares, distando cerca de 360km da capital do Ceará, Fortaleza, através da BR-222 e CE-085.

Figura 1 - Localização da área de estudo. Fonte: Elaborado pela autora, 2016.



MATERIAIS E MÉTODOS

As imagens utilizadas na presente pesquisa são provenientes da série de satélites Landsat, com órbita/ponto 218/062, especificamente dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, tendo em vista o período temporal que se pretende representar: anos 2000, 2008 e 2016. O critério de escolha se deu por estas apresentarem menor índice de cobertura de nuvens como descrito na tabela 1, sabendo-se que quanto menor o índice, que pode variar de 0% a 100%, melhor se consegue diferenciar os alvos na imagem sem a interferência de nuvens. Outro critério foi todas possuírem qualidade de aquisição 9, que para imagens Landsat é considerada ótima (USGS, 2015), além de significativos resultados na caracterização da paisagem e na análise da dinâmica de ocupação da terra, sendo sua resolução espacial de 30 metros (Landsat 5) e 15 metros (Landsat 8 - imagem fusionada com a banda pancromática) que atende os níveis de detalhes compatíveis para escala de mapeamento adotado na pesquisa, no caso 1:60.000. A escolha das bandas em composição colorida na cor natural se deu após alguns

testes, onde essa composição é a que melhor proporcionou ao intérprete uma melhor diferenciação entre os alvos de interesse da pesquisa.

Tabela 1 - Características das imagens Landsat utilizadas

Satélite	Resolução espacial	Data da imagem	Composição	Cobertura de nuvens
Landsat 5	30m	21/08/2000	RGB321	2,57%
Landsat 5	30m	10/07/2008	RGB321	8,52%
Landsat 8	15m	01/08/2016	RGB432	0,01%

Fonte: Elaborado pela autora, 2017

Cumpriram-se as seguintes etapas do Processamento Digital de Imagens: reprojeção da imagem Landsat 8 ao Hemisfério Sul, no *software* ArcGIS, versão 10, disponibilizado o acesso na sede da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME; fusão das bandas coloridas do Landsat 8 com a banda 8 pancromática; georreferenciamento das duas imagens Landsat 5 com o uso do *software* SPRING 5.3, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, cujo procedimento consiste na escolha de pontos de controle, ou seja, locais de fácil identificação na imagem, tais como intersecção de estradas, de rios, represas, tanques de carcinicultura; correção radiométrica em cada canal empregando-se técnicas de manipulação do histograma das bandas das imagens, visando melhor contraste de cada classe a ser mapeada, que para este trabalho são: mangue, salgado, apicum, salinas e carciniculturas, além da área ocupada por água, passo também desenvolvido no SPRING; e o recorte de cada imagem para a área do retângulo envolvente da área de estudos em sua composição colorida na cor natural, que se demonstrou a mais eficiente no processo de interpretação visual de imagem, com o uso do ArcGIS.

Os mapeamentos para cada ano da pesquisa foram realizados procedendo-se com a vetorização dos ambientes de interesse em cada uma das três imagens já pré-processadas. Para isso os elementos de interpretação de imagem utilizados foram organizados com base em Jensen (2009). Elaborou-se uma chave de interpretação, como pode ser vista no quadro 1, onde aparecem os elementos localização, tonalidade/cor (elementos primários), textura, forma, tamanho, sombra, padrão, altura, volume, aspecto, (elementos secundários).

Nesta chave de interpretação tem-se que o apicum se apresenta com textura lisa, em variados tons de cinza, o salgado se apresenta num tom verde mais claro, com textura lisa, representando uma vegetação herbácea, o mangue se apresenta com textura rugosa, num tom

de verde mais escuro, representando uma vegetação mais densa, os tanques de carcinicultura apresentam-se com um padrão geométrico bem definido, característico, parecido com as salinas que possuem em seus tanques o sal que proporciona coloração diferente em comparação à carcinicultura, a água se apresenta em tons variados de azul, verde e cinza, a depender do tipo do corpo hídrico. E os outros ambientes como área urbana, campo de dunas, solo exposto, outros tipos vegetacionais não foram diferenciados entre si por não fazerem parte diretamente da área da planície fluviomarinha.

Quadro 1 - Chave de interpretação

CLASSE TEMÁTICA	DESCRIÇÃO	PADRÃO	NO CAMPO
Água	Textura lisa tons variados de azul, verde e cinza		
Apicum	Solo desnudo, úmido Textura: lisa Cor: tons de cinza		
Salgado	Vegetação herbácea Textura: lisa Porte: baixo Cor: verde claro		
Mangue	Vegetação densa Textura: rugosa Porte: médio a alto Cor: Verde escuro		
Tanques de Carcinicultura	Padrão geométrico típico		
Salinas	Padrão geométrico típico, apresentando coloração diferente das carciniculturas		
Outros	Área urbana, outros tipos vegetacionais, solo exposto, campo de dunas		

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Por fim, essas informações foram trabalhadas em ambiente SIG, objetivando a diferenciação dos ambientes em polígonos, cujas áreas foram calculadas, a fim de sabermos a evolução de cada classe da área de estudos, particularizando os objetos registrados na imagem, dando significado a eles.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mapeamento da planície fluviomarinha do rio Coreau para o ano 2000

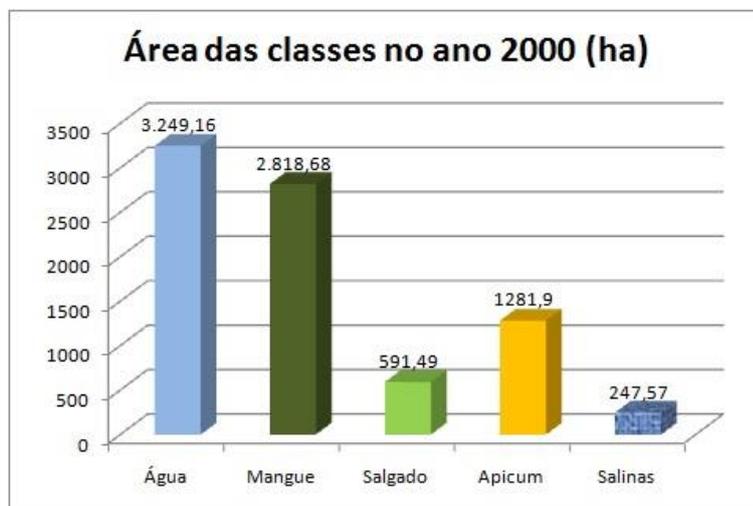
Analisando-se os dados obtidos partir da imagem do satélite Landsat 5, datada de 21/08/2000, levando-se em consideração que a área total da pesquisa é de 35.828.98ha (área do retângulo envolvente) e que a área total mapeada para este ano foi de 8.188,80ha, constata-se que neste período a vegetação de mangue ocupa uma área aproximada de 2.818,68ha, equivalente a 34,42% da área mapeada. As áreas de salgado totalizam 591,49ha e as de apicum 1.281,90ha, correspondentes a 7,22% e 15,66%, respectivamente, da planície fluviomarinha estudada. Verificou-se ainda 247,57ha (3,02%) referentes a uma salina remanescente existente no município de Camocim, que pode ser observada desde o levantamento do Projeto RADAM, de 1969. Além desses ambientes levantou-se o total de área ocupado por água, onde se somaram as áreas do rio Coreau e das lagoas existentes no retângulo envolvente da área da pesquisa, que resultaram num total de 3.249,16ha, equivalendo a 39,68% da área. Os referidos dados encontram-se espacializados na figura 2 e a quantificação das classes mapeadas são apresentadas na tabela 2 e no gráfico 1.

Tabela 2 - Quantificação dos dados relacionados às diferentes classes temáticas mapeadas na planície fluviomarinha do rio Coreau em 2000

Classe	Área (ha)	% em relação a área mapeada
	Ano 2000	
Água	3.249,16	39,68%
Mangue	2.818,68	34,42%
Salgado	591,49	7,22%
Apicum	1.281,90	15,66%
Salinas	247,57	3,02%
Área total mapeada	8.188,80	

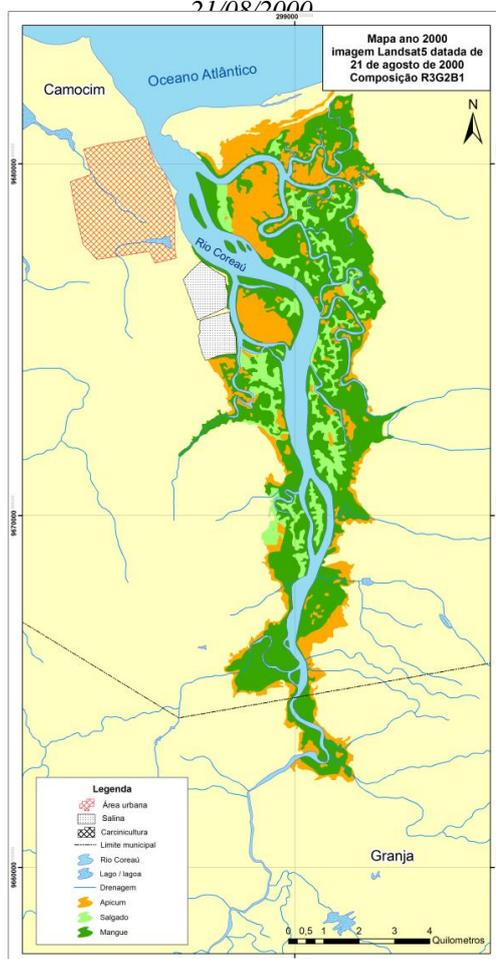
Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Gráfico 1 - Quantificação dos dados relacionados às diferentes classes temáticas mapeadas na planície fluvio-marinha do rio Coreau em 2000



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Figura 2 - Mapeamento das áreas de mangue, salgado, apicum e salina da planície fluvio-marinha do rio Coreau com o uso de imagem Landsat5 datada de 21/08/2000



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Mapeamento da planície fluviomarinha do rio Coreau para o ano 2008

Analisando-se agora os dados obtidos partir da imagem do satélite Landsat 5, datada de 10/07/2008, a área total mapeada para este ano foi de 8.788,99ha. Procedendo-se com o levantamento dos objetos de interesse nessa imagem, quais sejam: mangue, salgado, apicum, salinas e tanques de carcinicultura, além da área ocupada por água, constatou-se neste mapeamento que a vegetação de mangue ocupa uma área aproximada de 2.806,65ha, que equivale ao total de 31,93% da área mapeada, 581,11ha de salgado e 1.254,49ha de apicum, referentes a 6,61% e 14,27% respectivamente, 177,42ha de área da salina remanescente já mencionada, que aqui equivale a 2,02%, e ainda 596,96ha ocupados por tanques de carcinicultura (6,80%), além de 3.372,36ha de água, referindo-se a 38,37% da área total mapeada. Os referidos dados encontram-se espacializados na figura 3 e a quantificação das classes mapeadas são apresentadas na tabela 3 e no gráfico 2.

Tabela 3 - Quantificação dos dados relacionados às diferentes classes temáticas mapeadas na planície fluviomarinha do rio Coreau em 2008

Classe	Área (ha)	% em relação a área mapeada
	Ano 2008	
Água	3.372,36	38,37%
Mangue	2.806,65	31,93%
Salgado	581,11	6,61%
Apicum	1.254,49	14,27%
Salinas	177,42	2,02%
Carcinicultura	596,96	6,80%
Área total mapeada	8.788,99	

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Gráfico 2 - Quantificação dos dados relacionados às diferentes classes temáticas mapeadas na planície fluvio-marinha do rio Coreau em 2008

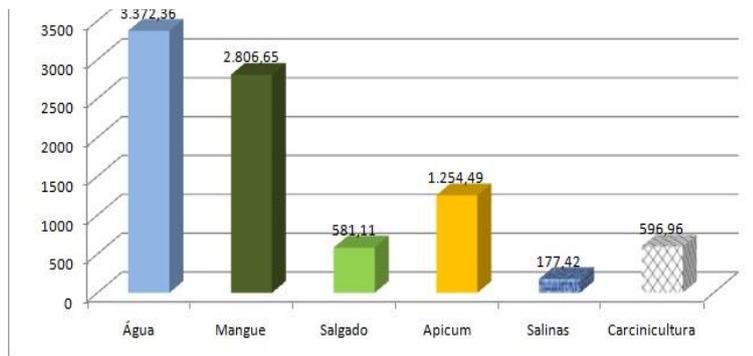
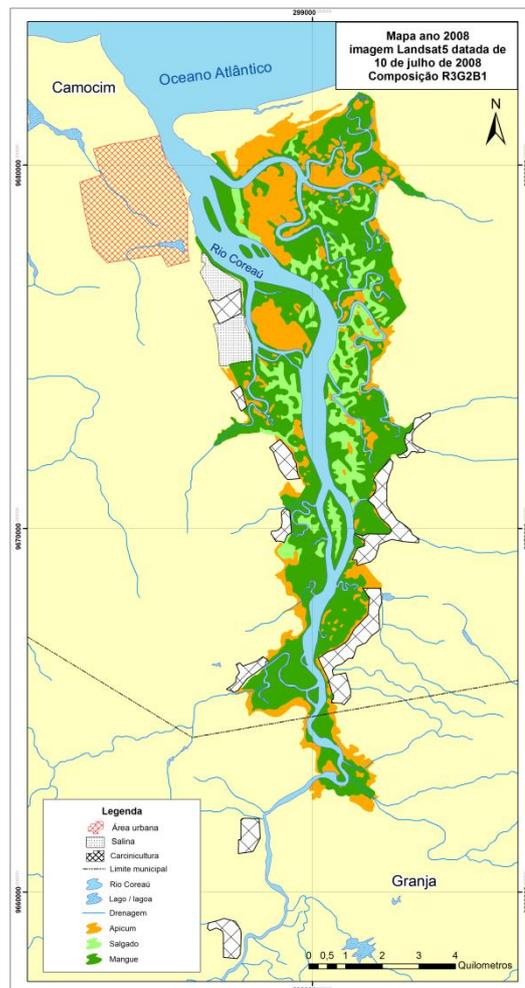


Figura 3 - Mapeamento das áreas de mangue, salgado, apicum, carcinicultura e salina da planície fluvio-marinha do rio Coreau com o uso de imagem Landsat5 datada de 10/07/2008



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Mapeamento da planície fluvio-marinha do rio Coreaú para o ano 2016

O mapeamento do ano de 2016, fora realizado com o uso da imagem Landsat8, datada de 01 de agosto de 2016, especificamente com as bandas R4G3B2, além da banda 8, banda pancromática, que melhorou a resolução espacial da imagem sensivelmente, possibilitando-se realizar o presente levantamento com maior precisão e maior poder de distinção entre os alvos, que foram: mangue, salgado, apicum, salinas e tanques de carcinicultura, além da área ocupada por água.

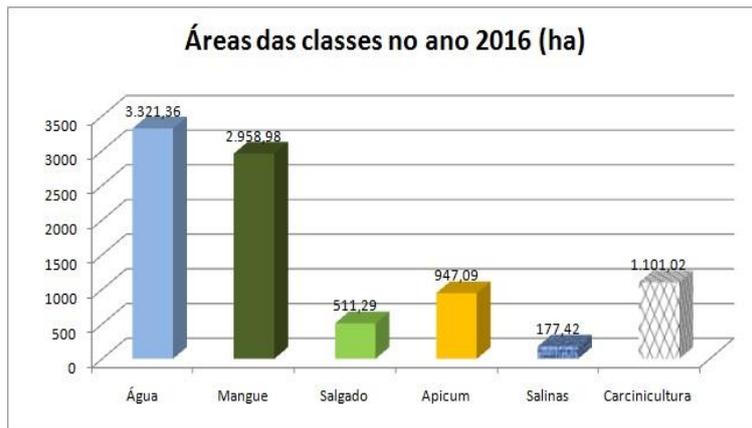
Analisando-se então os dados obtidos partir dessa imagem, obteve-se como total da área mapeada 9.017,16ha, sendo descrito como: 2.958,98ha de mangue, equivalente a 32,82% da área mapeada. As áreas de salgado totalizam 511,29ha e as de apicum 947,09ha, correspondentes a 5,67% e 10,50%, respectivamente, da planície fluvio-marinha estudada. Verificou-se ainda 177,42ha (1,97%) referentes à salina remanescente, cuja área não se verificou alteração entre os anos 2008 e 2016, e ainda 1.101,02ha ocupados por tanques de carcinicultura, que representam 12,21% da área mapeada, registrando um crescimento de quase o dobro da área ocupada por essa atividade comparando-se o também o quantitativo de 2008 com o de 2016. Além dessas classes levantou-se o total da área ocupado por água, resultando em 3.321,36ha, que equivalem a 36,83% da área mapeada. Os referidos dados encontram-se espacializados na figura 4 e a quantificação das classes mapeadas são apresentadas na tabela 4 e no gráfico 3.

Tabela 4 - Quantificação dos dados relacionados às diferentes classes temáticas mapeadas na planície fluvio-marinha do rio Coreaú em 2016

Classe	Área (ha)	% em relação a área mapeada
	Ano 2016	
Água	3.321,36	36,83%
Mangue	2.958,98	32,82%
Salgado	511,29	5,67%
Apicum	947,09	10,50%
Salinas	177,42	1,97%
Carcinicultura	1.101,02	12,21%
Área total mapeada	9.017,16	

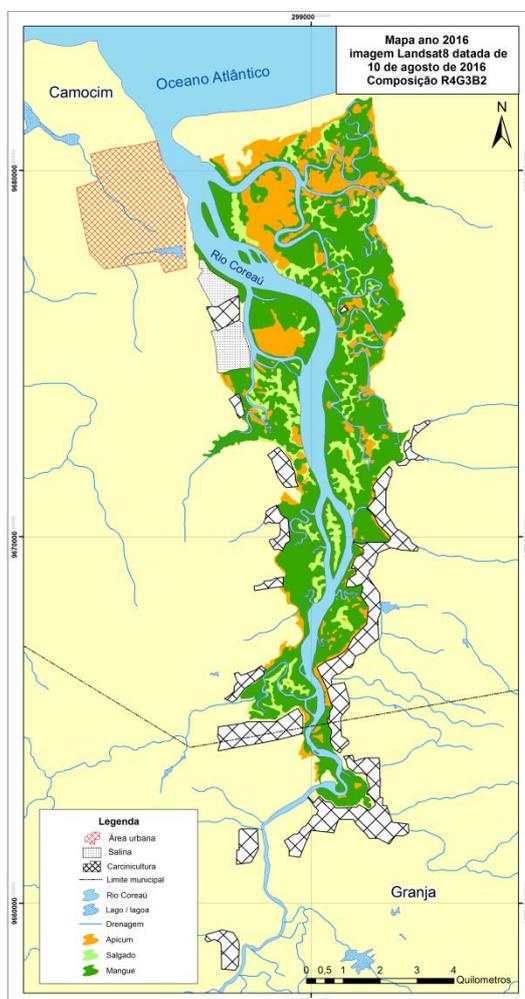
Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Gráfico 3 - Quantificação dos dados relacionados às diferentes classes temáticas mapeadas na planície fluviomarinha do rio Coreau em 2016



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Figura 4 - Mapeamento das áreas de mangue, salgado, apicum, carcinicultura e salina da planície fluviomarinha do rio Coreau com o uso de imagem Landsat8 datada de 10/08/2016



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Análise evolutiva das classes mapeadas

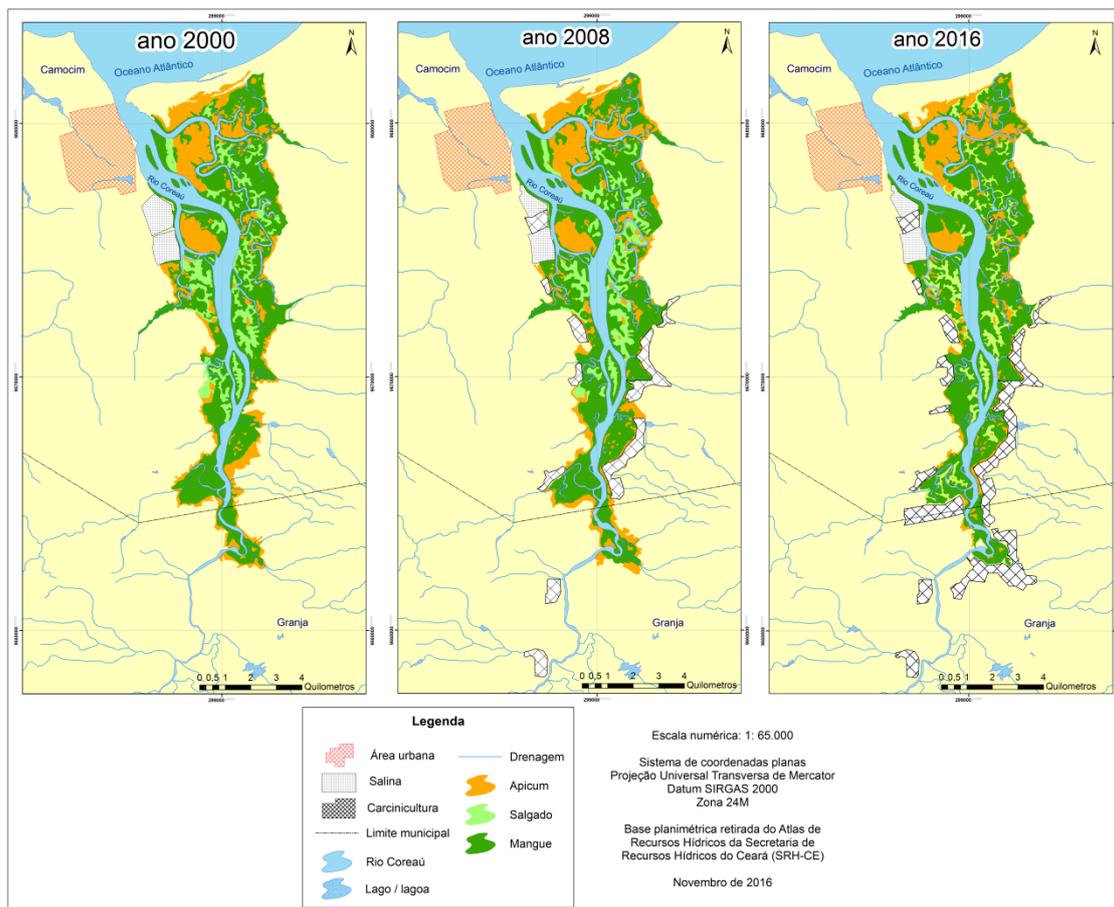
Comparando-se os mapeamentos realizados, de acordo com a tabela 5 e a figura 5, verificou-se que a área ocupada por mangue, após uma pequena queda de 12,03ha em 2008, tem saldo positivo em 2016 de 140,30ha, fato este justificado quando se verifica a Ilha de Trindade, localizada ao centro do mapeamento, já próxima a foz do rio Coreau, onde houve a substituição de áreas de apicum por áreas de mangue. Nessa ilha, em tempos pretéritos, operava uma salina, que atualmente se encontra abandonada, e foi esse “abandono” que proporcionou ao mangue ocupar essa área, tendo em vista que a lavagem diária da planície fluvio-marinha pelas águas do rio Coreau e do mar conseguiram romper alguns diques da antiga salina, tornando o solo do ambiente menos salino, onde, assim, o mangue consegue se instalar.

Tabela 5 - Quadro resumo das áreas de cada classe mapeada para os anos de 2000, 2008 e 2016, em hectare

Classe	Área em hectare		
	Ano 2000	Ano 2008	Ano 2016
Água	3.249,16	3.372,36	3.321,36
Mangue	2.818,68	2.806,65	2.958,98
Salgado	591,49	581,11	511,29
Apicum	1.281,90	1.254,49	947,09
Salinas	247,57	177,42	177,42
Carcinicultura	-	596,96	1.101,02
Área total mapeada	8.188,80	8.788,99	9.017,16

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Figura 5 - Comparação entre as delimitações de mangue, salgado, apicum, salinas e carciniculturas nos anos de 2000, 2008 e 2016 respectivamente. Fonte: Elaborado pela autora, 2016.



Analisando os dados de área do ambiente de salgado, verificou-se que a área ocupada por esse ambiente vem caindo com o passar dos anos, resultando ao final, comparando-se o levantamento de 2000 com o de 2016, um decréscimo de 80,20ha de salgado a menos. Esse dado se justifica por ser o salgado ambiente de expansão e de retração do mangue, estando ambos totalmente associados, pois se registrou em algumas áreas a substituição do salgado pelo mangue.

O apicum foi o ambiente que mais perdeu área ocupada de acordo com o levantamento aqui apresentado, acumulando um déficit de 334,81ha de área. Este é um ambiente que se localiza ou em área bem interior ao manguezal ou em áreas externas da planície fluvio-marinha, limítrofes ao tabuleiro pré-litorâneo, tendo perdido a maioria desse quantitativo de área justamente nessas partes mais externas à planície, pois ali com o passar dos anos se registrou o crescimento da atividade de carcinicultura.

Como se pode observar nos três levantamentos, a carcinicultura na planície fluvio-marinha do rio Coreaú preferiu ocupar as áreas externas ao manguezal talvez por já ter

enfrentado alguns problemas com o desmatamento do mangue para a construção de tanques para a criação de camarão em outras áreas do estado do Ceará. Registrou-se que até o ano 2000 não existiam tanques para a criação de camarão na área da pesquisa. No ano de 2008 a área ocupada por esta atividade deu um salto e passou a ser de 596,96ha. E no ano 2016 a área ocupada quase dobrou, chegando a 1.101,02ha, tomando em alguns casos área de apicum para a instalação desses tanques.

CONCLUSÕES

O sistema configurado como planície fluvio-marinha tem sua dinâmica própria, que o caracteriza como um sistema complexo e, por isso, além de modificações naturais em sua paisagem, sobre ele também é exercida historicamente interferência antrópica. O uso da interpretação visual de imagens de produtos do sensoriamento remoto contribui sobremaneira para o estudo da evolução desse sistema e de seus ambientes.

De acordo com a metodologia adotada para a análise multitemporal da área em estudo, foi possível a geração de dados quantitativos sobre a cobertura do solo nos três anos propostos, bem como a realização de interpretações que foram fundamentais para o conhecimento da evolução deste ambiente com alta vulnerabilidade a modificações, o que demonstrou a eficácia do método.

Chamamos a atenção para o aumento da ocupação da área da planície fluvio-marinha pela atividade de carcinicultura num curto intervalo de tempo, onde num período de oito anos quase dobrou a área ocupada. Além disso, verificou-se o ganho de área de mangue, mas isso não deve soar totalmente como boa notícia, pois na maioria das áreas onde se observou o aumento do mangue, este se deu de forma lenta, pelo simples abandono de áreas que antes eram ocupadas por salinas. Não houve nenhuma política para recuperação das áreas que antes funcionavam salinas que hoje se encontram abandonadas, o que ocorre é que o fluxo e refluxo das marés e o aporte fluvial de água consegue romper os diques ora instalados, proporcionando a lavagem do terreno, sendo então possível sua ocupação pela vegetação arbórea de mangue.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Superintendência Estadual do Meio Ambiente-SEMACE, por ter tornado possível a conclusão do curso de Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade

Estadual do Ceará-UECE, uma vez que se contou com a compreensão da instituição para o cumprimento das atividades acadêmicas do Programa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. S. de, **Aplicações de Técnicas de Sensoriamento Remoto na análise multitemporal do ecossistema manguezal na Baixada Santista, SP**, São Paulo, 2010 (dissertação).

BRASIL, **Lei Federal 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis 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 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 República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 mai 2012.

CEARÁ, Assembleia Legislativa. **Caderno regional da Bacia do Coreauú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos**. Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 3. Fortaleza: INESP, 2009.

INPE, **Apostila de Introdução ao SPRING**, versão 5, 2008.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2ed. Parêntese, São José dos Campos, 2009.

MEIRELES. A. J. de A. **Abordagem geomorfológica para a realização de estudos integrados para o planejamento e gestão em ambientes flúvio-marinhos**, Revista Eletrónica de Geografía y Ciências Sociales, Universidad de Barcelona, Vol. VI, 2002.

MENESES, P.R., ALMEIDA, T. de, Org. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**, CNPQ, UNB, Brasília, 2012.

USGS, https://lta.cr.usgs.gov/landsat_dictionary.html, atualizada em 2015, com acesso em 15/06/2016.