



Análise Multitemporal da Dinâmica da Paisagem para os Municípios de Barroquinha e Chaval, Noroeste do Estado do Ceará - Brasil, pelo Uso e Cobertura da Terra
Multitemporal Analysis of the Landscape Dynamics for the Municipalities of Barroquinha and Chaval, Northwest of the State of Ceará - Brazil, for Land Use and Coverage

Maria Valdete Lira; Michael Vandesteem Silva Souto & Cynthia Romariz Duarte

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geologia, Programa de Pós-Graduação em Geologia,

Avenida Humberto Monte s/n, Campus do Pici, Bloco 912/913, 60440-554, Fortaleza, CE, Brasil

E-mails: valdetelira@gmail.com; michael.souto@ufc.br; cynthia.duarte@ufc.br

Recebido em: 27/11/2018 Aprovado em: 22/01/2019

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2019_1_471_482

Resumo

A mudança na paisagem é ocasionada pelos processos naturais resultantes da interação dos agentes superficiais com o meio ambiente, onde esta dinâmica pode demorar até milhares de anos para ocorrer, porém quando as ações antrópicas interagem com o meio, a dinâmica da paisagem poderá ocorrer de forma acelerada, modificando a paisagem em curtos intervalos de tempo e abrangendo grandes áreas. As intervenções que o homem submete à superfície terrestre podem ocasionar efeitos negativos contra ele mesmo, gerando impactos e riscos tanto de danos financeiros quanto a própria perda de vidas. Ações de sustentabilidade são importantes para o equilíbrio entre o meio ambiente e o homem, mas para isso é importante a organização do espaço geográfico. Para isso o presente trabalho tem por objetivo a análise multitemporal do uso e cobertura da terra dos municípios de Barroquinha e Chaval, no Estado do Ceará, numa curta escala de tempo para identificar os principais processos e impactos da ação do homem na paisagem. Esta análise foi realizada por meio da elaboração de mapas temáticos em escala de 1:25.000 criados através do processamento de imagens de alta resolução (*RapidEye*) de 2012 e média resolução (*Landsat 8*) de 2015 em um ambiente SIG. Os dados obtidos permitiram identificar e quantificar as formas de usos, especialmente do crescimento de áreas urbanas que estão invadindo áreas de inundação marinha, o crescimento das atividades de aquicultura nas planícies fluvio-marinhas além da redução de áreas florestais.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Dinâmicas das paisagens; Ação antrópica

Abstract

The change in the landscape is caused by the natural processes resulting from the interaction of surface agents with the environment, where these dynamics can take up to thousands of years to occur, but when anthropic actions interact with the environment, landscape dynamics can occur in a way accelerated, modifying the landscape in short time span and covering large areas. The interventions that the man submits to the terrestrial surface can cause negative effects against himself, generating impacts and risks of both financial damages and the own loss of lives. Sustainability actions are important for the balance between environment and man, but for this the organization of geographical space is important. For this, the present work has the objective of multitemporal analysis of the land use and land cover of the municipalities of Barroquinha and Chaval, in the State of Ceará, in a short time scale to identify the main processes and impacts of the man action in the landscape. This analysis was carried out by developing thematic maps in a scale of 1:25,000 created through the processing of high resolution (*RapidEye*) images of 2012 and medium resolution (*Landsat 8*) of 2015 in a GIS environment. The data obtained allowed to identify and quantify the forms of use, especially the growth of urban areas that are invading areas of marine flooding, the growth of aquaculture activities in the fluvial plains besides the reduction of forest areas.

Keywords: Geoprocessing; Dynamics of landscapes; Anthropogenic action

1 Introdução

As paisagens são constantemente modificadas pelas intervenções do homem no ambiente natural, e os processos que aconteceram no passado são as condicionantes para isso, segundo o IBGE (2013), o conhecimento sobre o uso da terra ganha importância pela necessidade de garantir sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas a ele relacionadas, e trazidas à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável.

Para Monteiro (2008) o uso da terra está relacionado a ações humana em uma extensão de terra ou ainda em um ecossistema, cujo objetivo é a obtenção de produtos e benefícios, enquanto, a cobertura da terra está relacionada aos recursos da natureza e as construções criadas pelo homem. Sendo assim o mapeamento do uso e cobertura da terra, é importante, pois faz a ligação entre o aspecto natural (meio físico) e o socioeconômico, que é fundamental para a avaliação ambiental, planejamento territorial e ambiental, possibilitando assim um diagnóstico confiável e detalhado das paisagens (Espinoza & Abraham, 2005; Leão *et al.*, 2007; Santos, 2007).

Segundo Santos (2004) as classes de uso e cobertura da terra representam as atividades do homem, conseqüentemente representam os impactos ao meio ambiente, podendo ser identificadas e quantificadas, e estas informações descrevem não tão somente a situação atual, mas todas as mudanças que ocorreram em seu processo histórico de ocupação. Para Giotto (1981) e Eckhardt & Silveira (2013) denotaram que através deste tipo de acompanhamento é possível identificar, avaliar e fornecer dados para o manejo dos recursos naturais.

As análises comparativas realizadas a partir do mapa de evolução da cobertura e uso da terra numa escala de curto intervalo de tempo podem corroborar na indicação da interferência antrópica no meio ambiente, já que ações promovidas pelo homem são perceptíveis numa área pelo aumento na demanda de consumo e ocupação no ambiente em que estão instalados. O estudo destes comparativos são instrumentos imprescindíveis para a compreensão da intensidade das mudanças, que podem estar relacionadas a dois fatores conforme Jansen & Gre-

gorio (2002), a primeira é devido ao contexto econômico com a conservação de uma categoria que foi de a “mudança de cobertura florestal para pastagem” (Seabra & Cruz, 2013, p. 412), e a segunda forma está relacionada a modificação dentro de uma categoria como “como uma área que passa de pequenos campos agrícolas para agricultura irrigada” (Seabra & Cruz, 2013, p. 412).

O comparativo da análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra tem como função fornecer informações necessárias para a caracterização da estrutura da paisagem, a sistematização espacial dos elementos que compõem a paisagem e da investigação das pressões socioeconômicas nos ambientes.

Para Moreira (2001) e Novo (2010) a identificação do uso e cobertura da terra por meio de sensores orbitais contribuem para o reconhecimento das “alterações e no entendimento do modelo de organização da superfície terrestre” (Fernandes, 2012, p.34)

Sendo assim, o objetivo deste artigo foi analisar o uso e cobertura da terra na dinâmica da paisagem para os municípios de Barroquinha e Chaval, localizados a Noroeste do Estado do Ceará, em um intervalo de tempo de três anos (2012 a 2015). Esta análise foi realizada a partir da interpretação e elaboração de mapas temáticos em escala de mapeamento de 1:25.000, gerados por meio da identificação dos tipos de usos, utilizando uma imagem do *RapidEye* para o ano de 2012, com resolução espacial de 5 m, em comparativo com uma imagem *Landsat 8* para o ano de 2015, com resolução espacial de 30 m com melhoria de 15 m por meio do uso da banda pancromática nas composições coloridas processadas.

Os produtos gerados foram inseridos, integrados e analisados em ambiente SIG como ferramenta de suporte para compreensão das mudanças ocorridas dentro das áreas municípios em estudo num curto intervalo de tempo, e os resultados encontrados forneceram componentes importantes para análise da evolução da paisagem.

Os mapas de uso e cobertura da terra têm grande importância por demonstrarem a partir da interpretação de imagens de satélites as áreas ocu-

padas por pastagem, agricultura, vegetação natural nativa, cursos de rios e outras feições (Santos & Petronzio, 2011), possibilitando a indicação de áreas de risco, ou ainda aquelas que já foram intensamente degradadas em uma determinada região, assim como a distinção entre variações ocorridas devido à evolução paisagem e os danos provocadas pela ação do homem.

2 Área de Estudo e Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo encontra-se delimitada pelo perímetro que compreende os municípios de Barroquinha e Chaval, situados a Noroeste do Estado do Ceará, que corresponde ao Setor IV – Costa Extremo Oeste do Programa de Estadual de Gerenciamento Costeiro – GERCO, que tem como objetivo de regular a utilização dos recursos ambientais (Figura 1).

Este setor do Estado do Ceará apresenta em sua paisagem estruturas geológicas antigas e recentes dentro de um mesmo ambiente, representadas pela interface dos depósitos fluviomarinho do estuário dos Rios Ubatuba e Timonha pertencentes a

Bacia Hidrográfica do Coreauá, que são sedimentos de idade Cenozóicas, com as rochas do Granitóide Chaval, de idade Neoproterozóico (542 Ma.), que são representadas por cotas altimétricas que chegam a 350 m na área de estudo.

As unidades geomorfológicas existentes na área pesquisada são: Planície Litorânea com campo de dunas móveis e fixas, além da planície fluviomarinha; Planície Fluvial com áreas de inundação e acumulação; Tabuleiros Costeiros; e Maciços Residuais representados pelo Granito Chaval.

O clima predominante na região é o Tropical Quente Semi Árido Brando litorâneo, com variação da temperatura diária média de 26° a 28°C e a pluviosidade para o litoral variando de 1.000 a 130 mm anualmente, enquanto no sertão as taxas são de aproximadamente 850 a 550 mm.

Os dois municípios estão inseridos dentro da Bacia Hidrográfica do Coreauá, onde em sua planície fluviomarinha a morfologia da foz é marcada pela presença de extensos bancos arenosos que se prolongam mar adentro por mais de 3 km. Esses ban-

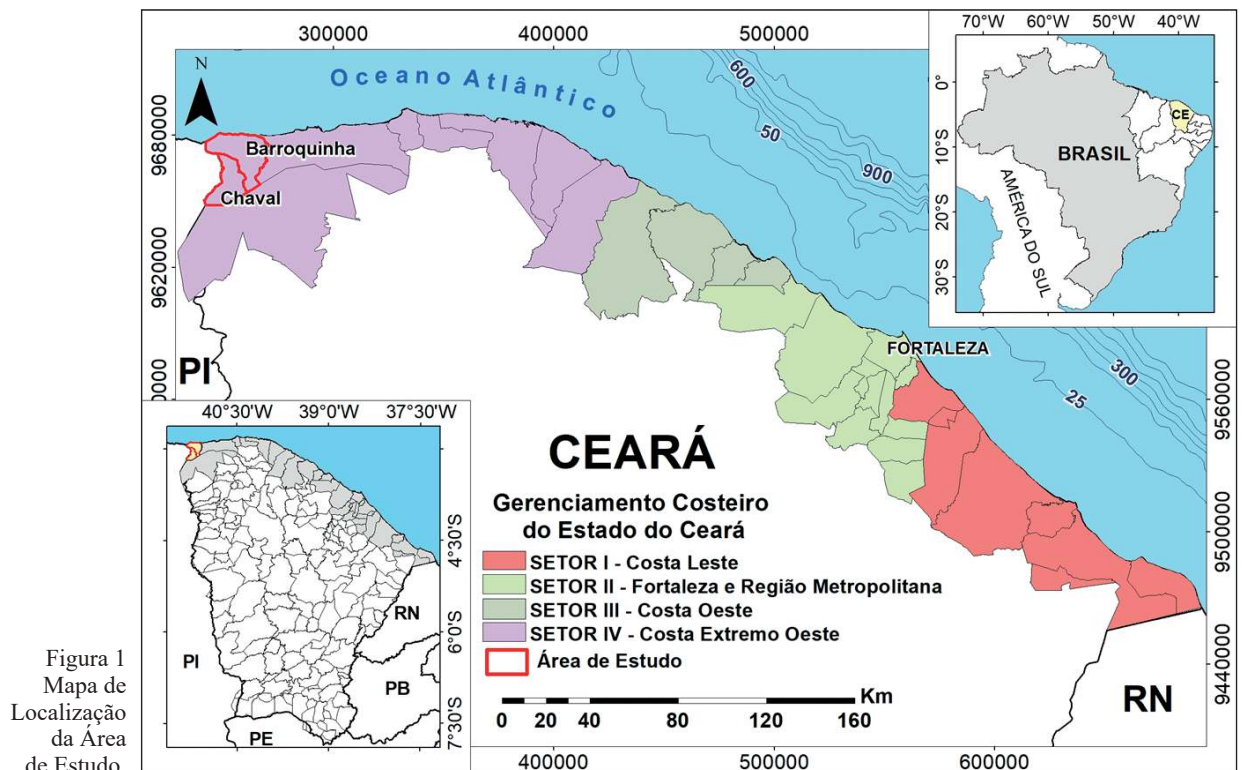


Figura 1
Mapa de
Localização
da Área
de Estudo.

cos, emergem durante a maré baixa, se constituindo como obstáculos à hidrodinâmica a medida que contribuem para o retardo da maré. No sistema estuarino são encontradas três ilhas entre os rios Ubatuba e Timonha a Ilha Grande, Guabirú e Preás, sendo que esta drenagem é abastecida pelos rios: Carpina, Camelo, Chapada e Almas e dentro do Rio Timonha tem a Ilha do Passarinho que é de menor expressão. Antes de atingir a planície fluviomarinha, no entanto, os rios Timonha e Ubatuba escoam por uma extensa área de tabuleiros e superfícies pediplanadas, apresentando padrão de drenagem sub dendrítico com tributários unindo-se ao rio principal em ângulos retos (ADB, 1997 *apud* Dias, 2005).

Os solos da área de estudo são bem representativos tendo suas características dominantes relacionadas a litologia e as condições geomorfológicas, com destaque os neossolo quartzarênico, hidromórfico, litólico e flúvico, argissolo planossolo e gleissolo. As unidades fitoecológicas são representadas pelos complexos vegetais da planície litorânea, vegetação de tabuleiros, as caatingas da depressão sertaneja, as matas ciliares e o carrasco.

2.2 Materiais e Métodos

Segundo Rosa (2003), o uso e ocupação do solo consistem em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo. Logo, foi adotado como parâmetro para a elaboração dos mapas de uso e ocupação da terra a classificação sistemática do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013). Os critérios que são recomendados pelo IBGE (2013) para a classificação das unidades de uso e cobertura da terra foram: a escala de mapeamento; a natureza da informação básica; a unidade de mapeamento e definição da menor área a ser mapeada e a nomenclatura.

A escala de mapeamento, está relacionada ao detalhamento do trabalho e determinará o tamanho do objeto de estudo. A natureza da informação básica corresponde a fonte de onde será extraído, como uma imagem orbital, e para isso é necessário conhecer os fundamentos do Sensoriamento Remoto como a resolução espacial, resolução radiométrica, resolu-

ção espacial, e temporal. A unidade de mapeamento corresponde a homogeneidade da cobertura da terra que deve ser mapeada em sua total diversidade e complexidade, e sua representação deve corresponder a realidade daquele ambiente. A nomenclatura deve ser adequada a diversidade e compatível com a escala (IBGE, 2013). Todos estes princípios devem estar interligados para que este mapeamento seja correto com a realidade da região.

A escala de mapeamento utilizada para a interpretação visual foi 1:25.000, de acordo com o nível de detalhamento que poderia ser alcançado pela pior resolução espacial das imagens utilizadas neste trabalho. Neste caso a imagem do *Landsat 8* a melhor resolução alcançada foi de 15 m.

Para a natureza da informação básica a identificação das unidades de uso e cobertura da terra foram utilizadas as imagens do satélite *RapidEye* para o ano de 2012 e do satélite *Landsat 8* para o ano de 2015, onde foram aplicadas nas imagens técnicas de processamentos para realce das informações superficiais contidas nelas. Como a imagem *RapidEye* possui resolução espacial de 5 m, a imagem do *Landsat 8* foi aplicada a técnica do RGBI, onde é inserida no canal do *Intensity* a banda pancromática, que possui resolução espacial de 15 m, para melhorar a qualidade visual e de detalhe das informações mapeadas nela. Por exemplo, a composição colorida no *RapidEye* foi a 3R5G2B e na *Landsat 8* foi a composição colorida 3R4G2B8I (Figura 2).

As imagens utilizadas foram do satélite *RapidEye* para ano de 2012 (mosaico das datas 29/07/2012 e 08/09/2012) e *Landsat 8*, sensor OLI, para ano de 2015 (19/05/2015) com composição adequada a cada tipo de utilização, a geração dos vetores ocorreu através dos dados visuais identificados nas imagens, sendo trabalhadas em meio digital com o auxílio de *softwares* específicos. O processo de aquisição das imagens *RapidEye* de 5 m de resolução, ortorretificadas e 16 bits relativas à cena 2437605 foi por meio da disponibilização pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), que adquiriu a cobertura completa do Brasil a partir da assinatura de acordos de cooperação técnica entre o MMA, a Embrapa e outros órgãos públicos, e por isso podem

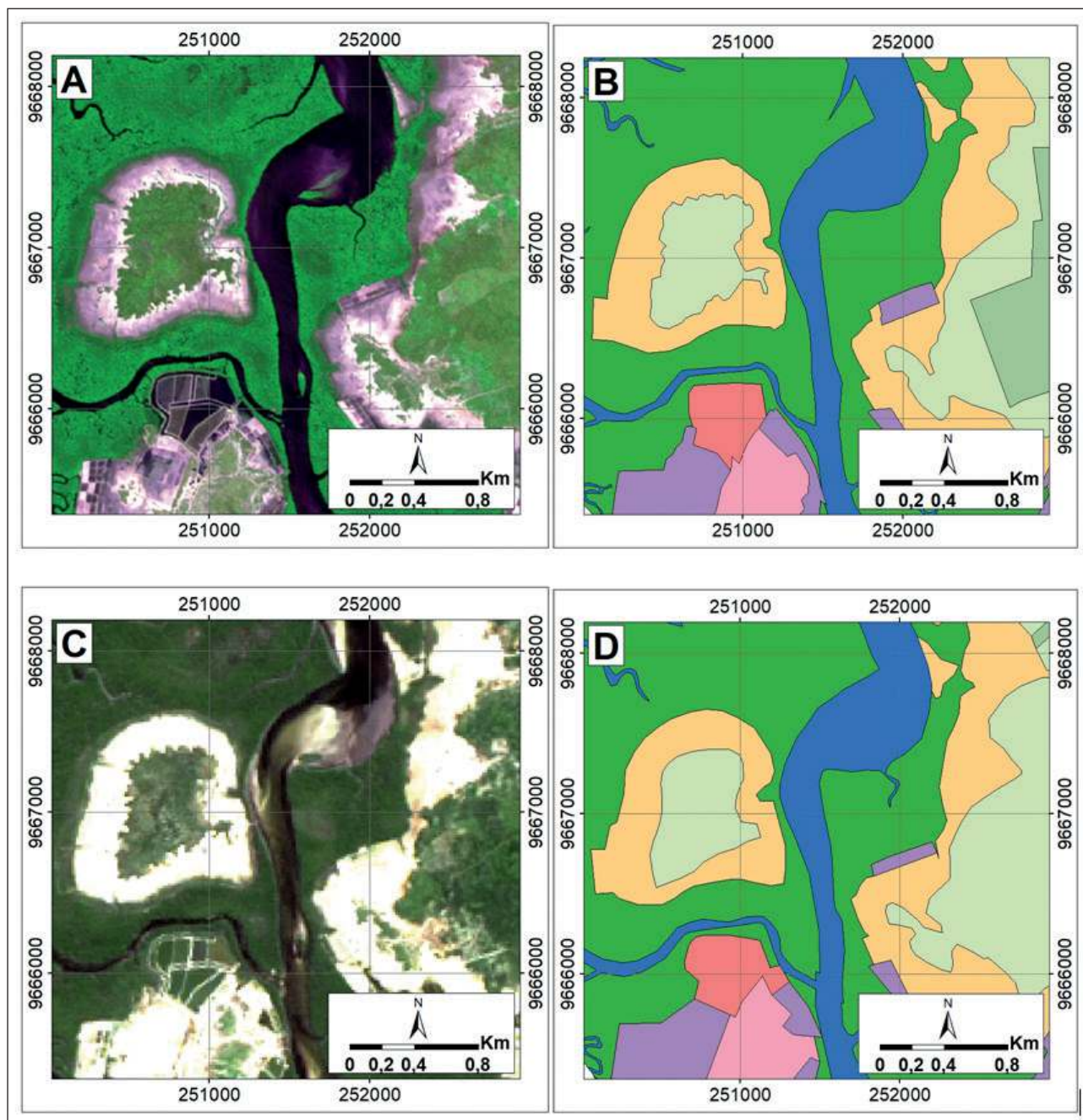


Figura 2 A. Análise comparativa multitemporal da imagem *RapidEye* de 2012 usando 3R5G2B; B. Identificação das unidades do uso e cobertura da terra referente a 2012; C. Da imagem *Landsat 8* de 2015 usando 3R4G2B8I; D. Identificação das unidades do uso e cobertura da terra 2015.

ser utilizadas para pesquisas (EMBRAPA, 2013) por meio de uma senha de acesso que algumas instituições possuem. Já as imagens do *Landsat 8* - OLI de 2015 estão disponibilizadas no *site* da USGS com 15 m de resolução e 16 bits relativas a órbita e ponto (218/062).

Todas as imagens foram processadas, integradas e vetorizadas em ambiente SIG por meio do *software* ArcGIS® v.10.3.1 disponibilizado pelo Laboratório de Geoprocessamento do Ceará (GEOCE) no Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

3 Resultados

O estudo do uso e cobertura da terra consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural que reveste o solo. A expressão “uso do solo” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida em que os efeitos do mau uso causam deterioração no ambiente.

O mapeamento do uso e cobertura da terra possibilita analisar as atividades humanas como principal fator para os impactos ambientais relacionados a ocupação desordenada de uma região. As classes geradas representam informações especializadas, caracterizadas e quantificadas quanto ao mundo real.

Para estudar a dinâmica da paisagem é necessário mapear o uso e cobertura da terra pelo ao menos para duas datas distintas de uma mesma área, onde será possível identificar os padrões de mudanças ocorridas no intervalo de tempo analisado. Estas mudanças podem caracterizar os processos ou agentes envolvidos, possibilitando promover ações direcionadas que mitiguem ou cessem os efeitos ou as causas de problemas eventualmente que possam existir.

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra o dado mais acessível extrair esta informação é o uso de imagem de satélite, pois a mesma permite a visualização e identificação dos elementos ali representados.

A elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra são importantes para modelos ambientais como os climáticos, hidrológicos. A vegetação, por exemplo, está associada ao clima, relevo e solo, que permite uma diversidade em relação a cobertura, que pode ser distribuída por: mata ciliar, mata de tabuleiro (caatinga e cerrado), vegetação pioneira (gramíneas) e vegetação de mangue (FUNCEME, 2009), sua identificação, quando atualizada, é de grande importância para o planejamento e orienta à ocupação da paisagem, respeitando sua capacidade de suporte a estabilidade e vulnerabilidade.

O SIG foi de fundamental importância para a modelagem dos ambientes, além de servir para o

manejo das informações coletadas através de imagens de satélite *RapidEye* para o ano de 2012 e *Landsat 8* para o ano de 2015, que foram realizadas pela aplicação de técnicas de PDI (Christofoletti, 1999) para a identificação das unidades de uso e cobertura da terra.

Para definir as classes de uso e cobertura da terra foi utilizada a escala de mapeamento de 1:25.000, para avaliar as condições do ambiente em maior detalhe possível, ressaltando suas potencialidades e limitações frente as intervenções humanas e apontando as principais vocações socioeconômicas da região e os principais problemas ambientais decorrentes de uma intervenção desordenada no território, ocasionada principalmente pelo homem.

O uso do Sensoriamento Remoto por base na análise de imagens de satélite é um dos meios disponíveis hoje para o monitoramento e detecção das mudanças geoambientais (Grigio, 2003), e que o custo na maioria das vezes não existe, pois muitas das imagens já são disponibilizadas gratuitamente. Na área existe a confluência de diversos tipos de uso e ocupação da terra e que interfere na paisagem local.

As classes de uso e cobertura foram baseadas no guia do IBGE (2013) para elaboração dos mapas para os anos de 2012 e 2015 (Figura 3), onde foram identificadas onze classes: aquicultura em corpos d'água costeiros (carcinicultura); campos de dunas móveis e fixas; culturas temporárias; minerais não metálicos (salinas); áreas campestres (caatinga); áreas descobertas; áreas florestais (manguezais); áreas urbanas (cidades); planície de inundação; planície fluvial; e recursos hídricos superficiais.

A análise dos resultados quantitativos encontrados na elaboração das unidades mostra que o uso e ocupação da terra nos municípios de Barroquinha e Chaval que de 2012 para 2015 houve alterações bem significativas em algumas classes de uso, podendo associar essas alterações a influência antrópica no processo de natural, e outro fator que pode interferir nestes dados está relacionado a uso de imagens de satélites com resoluções e sensores diferentes como mostra a Tabela 1.

Algumas classes de uso e cobertura da terra sofreram aumento de área enquanto outras sofreram uma redução. Quando a diferença é mínima, pode estar relacionada a diferença de resolução espacial

Análise Multitemporal da Dinâmica da Paisagem para os Municípios de Barroquinha e Chaval, Noroeste do Estado do Ceará - Brasil, pelo Uso e Cobertura da Terra

Maria Valdete Lira; Michael Vandesteen Silva Souto & Cynthia Romariz Duarte

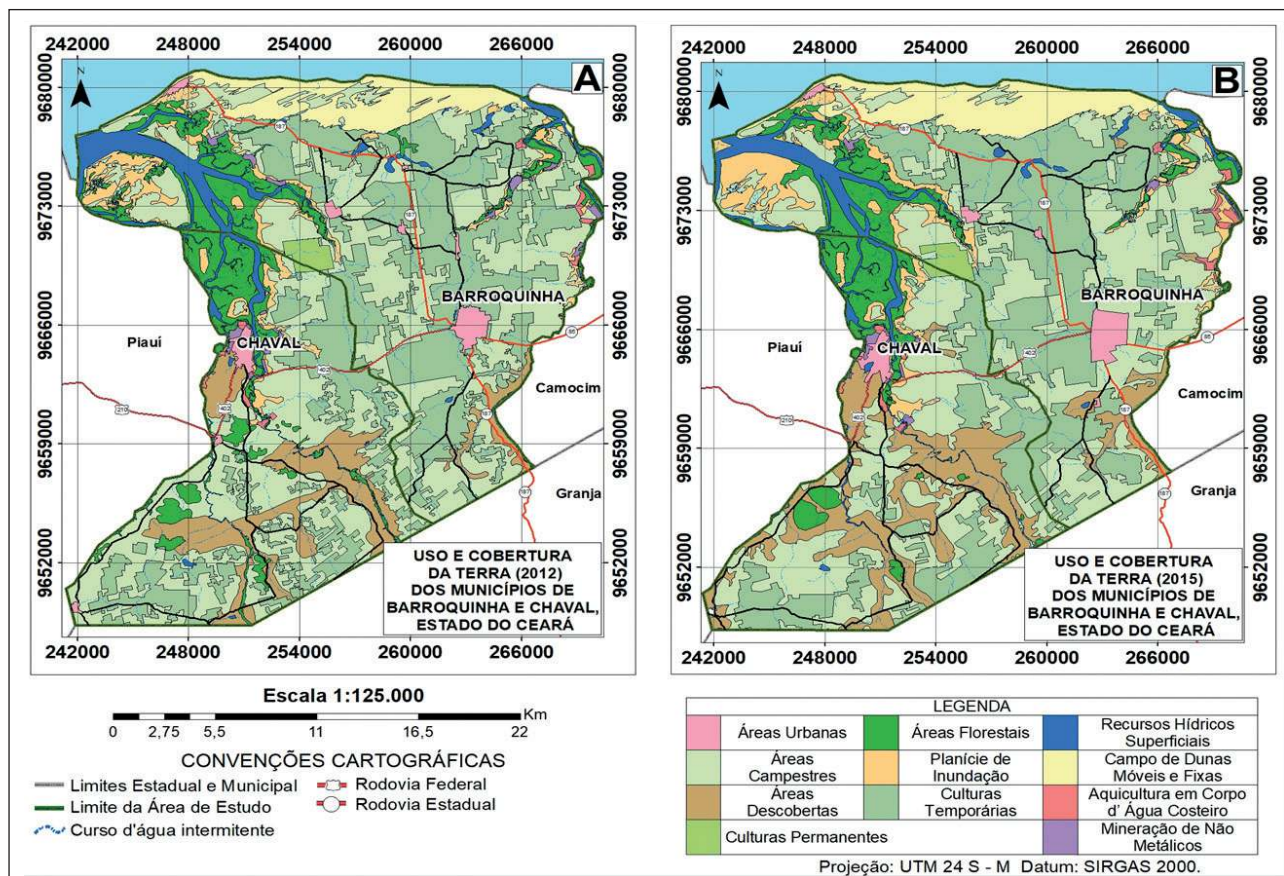


Figura 3 A. Mapa de Cobertura e Uso da Terra de 2012; B. Mapa de Cobertura e Uso da Terra de 2015.

Tabela 1 Análise quantitativa e comparativa das unidades de uso e cobertura da terra (2012 e 2015).

Uso e Ocupação da Terra	2012		2015		Diferença (km ²)	Diferença (%)
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%		
Aquicultura em Corpo d' Água Costeiro	2,25	0,36	2,37	0,38	-0,12	-0,02
Áreas Campestres	228,82	36,69	204,8	32,84	24,02	3,85
Áreas Descobertas	49,06	7,86	74,78	11,98	-25,72	-4,12
Áreas Florestais	57,58	9,23	47,54	7,64	10,04	1,59
Áreas Urbanas	7,98	1,28	9,6	1,54	-1,62	-0,26
Campo de Dunas Móveis e Fixas	32,61	5,23	37,06	5,94	-4,45	-0,71
Culturas Permanentes	4,02	0,64	4,56	0,73	-0,54	-0,09
Culturas Temporárias	184,6	29,6	180,17	28,88	4,43	0,72
Mineração de Não Metálicos	3,58	0,57	2,21	0,35	1,37	0,22
Planície de Inundação	26,58	4,26	36,45	5,84	-9,87	-1,58
Recursos Hídricos Superficiais	26,67	4,28	24,21	3,88	2,46	0,4
Total	623,75	100	623,75	100	-	-

entre as duas imagens utilizadas (alta para *RapidEye* e média para *Landsat*) ou mesmo no processo de vetorização das unidades identificadas. E outro problema pode estar relacionado as condições de maré, por exemplo, a imagem do *RapidEye* corresponde

um mosaico de duas datas distintas, apesar que estejam dentro do mesmo ano, mas há uma diferença de quase 2 meses entre elas, na altura relativa da maré e na fase da Lua conforme a Tabela 2. As estimativas das marés foram obtidas no *site* da Diretoria

de Hidrografia e Navegação (DHN) para o Porto de Luís Corrêa, no Estado do Piauí, que é o porto mais próximo da área de estudo.

Imagem	Data	Fase da Lua	Maré (m)
RapidEye	29/07/2012	Crescente	0,6
RapidEye	08/09/2012	Minguante	2,1
Landsat	19/05/2015	Nova	0,0

Tabela 2 Condições de maré e a fase da Lua para cada imagem usada.

Quanto as informações encontradas na imagem de 2015, onde o nível de maré está no seu nível mínimo (Tabela 2), e através o realce de algumas informações foram preponderantes para a classificação de algumas classes de uso e cobertura, principalmente daquelas que estão em interface com o litoral, como foi o caso. Essa situação pode ter ocorrido conforme a visualização e classificação realizada.

As unidades encontradas de usos e cobertura da terra nos municípios de Barroquinha e Chaval foram: Aquicultura em corpos d'água costeiros, Áreas Campestres, Áreas Descobertas, Áreas Florestais, Áreas Urbanas, Campo de Dunas Fixas e Móveis, Culturas Permanentes, Culturas Temporárias, Mineração Não Metálicos, Planície de Inundação e Recursos Hídricos Superficiais, que serão detalhadas a seguir:

3.1 Aquicultura em Corpos D'água Costeiros

A Aquicultura em corpos d'água costeiros corresponde a atividade que visa a extração de espécies aquáticas em menor tempo possível de criação. Esta atividade é comum nas planícies flúvio-marinhas do Estado, na sua grande maioria voltada para criação de camarão cuja produção na maioria das vezes é destinada para o mercado externo. Na área de estudo foi possível identificar essa atividade por meio das imagens utilizadas, pois não era permitido o acesso as áreas de cultivo sem uma autorização dos responsáveis. No intervalo analisado houve um pequeno aumento quanto a área de cultivo, que cresceu 0,12 km² de área (Figura 4).

3.2 Áreas Campestres

As Áreas Campestres correspondem as áreas com vegetação de caatinga de médio e pequeno porte, característica dos tabuleiros. São as áreas onde se encontram as principais atividades agropastoril realizada pelo homem. O seu uso está associado ao extrativismo vegetal e mineral com a retirada de material para a construção civil, por exemplo. No comparativo entre os anos de 2012 e 2015 houve um aumento de área de 1,24 km², que pode ser relacionado a diminuição do cultivo temporário em consequência do período de estiagem que o Estado vem

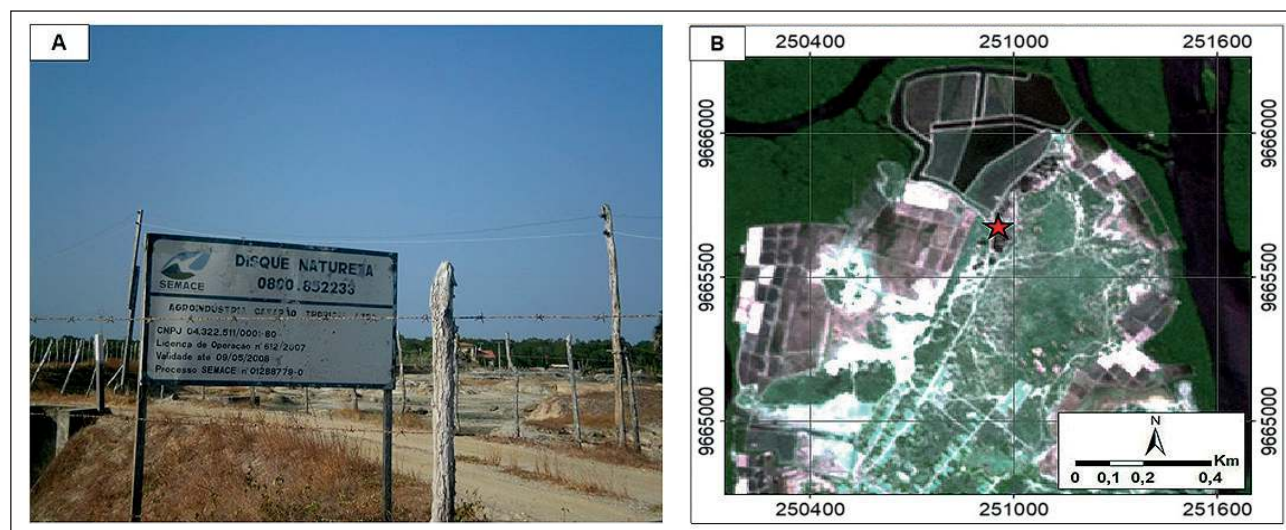


Figura 4 A. Entrada da Fazenda Salinas Baiacus na Zona Rural de Chaval/CE, com a criação de camarões em água salgada e salobra, conforme CNPJ e LO da SEMACE; B. vista da entrada da fazenda por imagem de satélite RapidEye 2R4G3B e confirmação de campo por coordenadas (250.956 mE; 9.665.678 mN).

sofrendo desde 2011. A identificação desta mudança é mais perceptível na porção mais a leste da área de estudo e também na porção mais ao sul.

3.3 Áreas Descobertas

As Áreas Descobertas estão relacionadas as áreas desmatadas, com vegetação muito rala e a exposição de rochas, que é comum na área de estudo. Pode ter causas naturais, no caso dos afloramentos das rochas, ou relacionados a atividade antrópica, que é condicionada pela retirada da vegetação nativa para atividade de extrativismo vegetal ou pelas queimadas da vegetação para o preparo da terra para alguma atividade agrícola. Nos últimos 3 anos houve um aumento considerável de 14,68 km² das áreas descobertas, sendo que é necessário que medidas mitigadoras devem ser tomadas pelos órgãos públicos quanto ao controle deste aumento, pois este aumento das áreas descobertas pode favorecer o processo de desertificação.

3.4 Áreas Florestais

As Áreas Florestais estão relacionadas as áreas ocupadas pelas florestas de manguezais, matas ciliares e grupos de vegetação isoladas. Na análise comparativa feita mostrou que houve uma redução de 7,51 km² da área, e os fatores para essa perda pode estar associado a retirada da vegetação para indústria do carvão, e nas áreas de mangue essa redução pode estar relacionada ao aumento dos tanques de carcinicultura.

3.5 Áreas Urbanas

As Áreas Urbanas correspondem as manchas urbanas de algumas sedes municipais e distritais, que estão localizadas próximas das margens de rios e do oceano, conseqüentemente quando existe um aumento da população as pessoas acabam saindo dos limites urbanos e fixando em ambientes naturais, ou ainda essa mancha urbana se encontra dentro de um ambiente de condições instáveis, ou seja, ambiente onde os agentes naturais atuam diariamente, como é o caso das marés. No período de 3 anos houve um crescimento de 2,81 km² nas áreas urbanas, este crescimento está associado a fixação do homem nas suas

origens, ocasionado pelo beneficiamento de muitas famílias com algum tipo de ajuda financeira do governo ou não. Bitupitá, distrito de Barroquinha, situa-se na interface oceano-continente e devido a seu crescimento urbano desordenado o homem acabou invadindo outras áreas por não existir mais espaço no meio urbano para crescer, propiciando um ganho de área sobre outras unidades, como as planícies fluvial e de inundação.

3.6 Campo de Dunas Fixas e Móveis

Os Campos de Dunas Fixas e Móveis correspondem as áreas oriundas pela acumulação de areia através da ação eólica, estando elas cobertas por uma vegetação que limita o seu transporte ou livre de qualquer obstáculo para se mover. No comparativo realizado obteve-se que houve um aumento de 4,61 km² de área. Isto ocorreu devido ao processo migratório das dunas móveis, onde a ação eólica promove o transporte das dunas de uma posição para outra em curtos intervalos de tempo.

3.7 Culturas Permanentes

As Culturas Permanentes são aquelas culturas que produzem em um certo período do ano, mais que não existe a necessidade de replantar, como o cajueiro e o coqueiro, mesmo sendo permanente a produção está condicionada as condições climáticas e do ano de 2012 para 2015 houve um aumento na área ocupada por estas espécies vegetais.

3.8 Culturas Temporárias

As Culturas Temporárias estão relacionadas principalmente as áreas que possuem cultura de subsistência, como milho, mandioca e feijão. Esta produção está condicionada as condições climáticas da região, porém nos últimos anos a região semiárida do nordeste brasileiro tem passado por períodos longos de estiagem e curtos períodos chuvosos. Pelo comparativo feito foi observado uma diminuição da área utilizada para esse tipo de atividade, diminuindo cerca de 16,84 km² entre os anos 2012 e 2015. Em boa parte, as áreas foram perdidas para áreas descobertas, visíveis na porção mais ao sul da área

de estudo, ou para áreas campestres, onde a vegetação vem se reestabelecendo nas áreas anteriormente ocupadas por pequenas culturas.

3.9 Mineração Não Metálicos

As áreas de Mineração Não Metálica correspondem as áreas associadas a produção salineira, que é uma das atividades mais antigas presente no nordeste do Brasil. Elas se destacam por ocupar áreas ao longo das planícies flúvio-marinha dos rios Timonha, Ubatuba e Tapuio (Figura 5), e que nos últimos anos devido à queda dos preços deste produto pelo aumento da concorrência com a grande produção feita no Estado do Rio Grande do Norte, houve uma queda de 1,17 km² de 2012 para 2015, onde as áreas foram reocupadas pelos tanques de carcinicultura.

3.10 Planície de Inundação

A Planície de Inundação corresponde as áreas de intermaré a supramaré flúvio-marinha, que nos 3 anos analisados apresentou um aumento de 6,13 km², sendo em que algumas áreas este aumento pode estar associado ao processo de assoreamento nas margens de rios, a retirada da vegetação nativa para a construção de tanques de carcinicultura e ao aterramento de alguns pontos da planície para a expansão

urbana (Figura 6). Devido a falta de infraestrutura básica e adequada diversas cidades ou localidades costeiras não conseguem atender ao crescimento demográfico e por faltas de ações de políticas públicas e ambientais nada impede situações de risco contra os próprios ocupante.

3.11 Recursos Hídricos Superficiais

Os Recursos Hídricos Superficiais correspondem as áreas de corpos d'água (açudes e lagoas) encontrados nos dois municípios, apresentando uma área de 26,67km² em 2012, e passando para 24,21 km² em 2015, sendo que esta redução está relacionada a estiagem que todo o Estado do Ceará vem sofrendo nos últimos anos.

O que se deve a esse aumento e diminuição das classes de uso e cobertura da terra pode ser devido à falta de aplicabilidade das políticas públicas e ambientais quanto ao uso e ocupação do terreno para atender a necessidade do homem imediatas em seus aspectos econômico e social, porém a região faz parte da unidade de conservação da APA do Delta do Parnaíba, onde Barroquinha e Chaval foram inseridas.

4 Conclusão

A presente pesquisa objetivou identificar as principais formas de uso e cobertura da terra nos

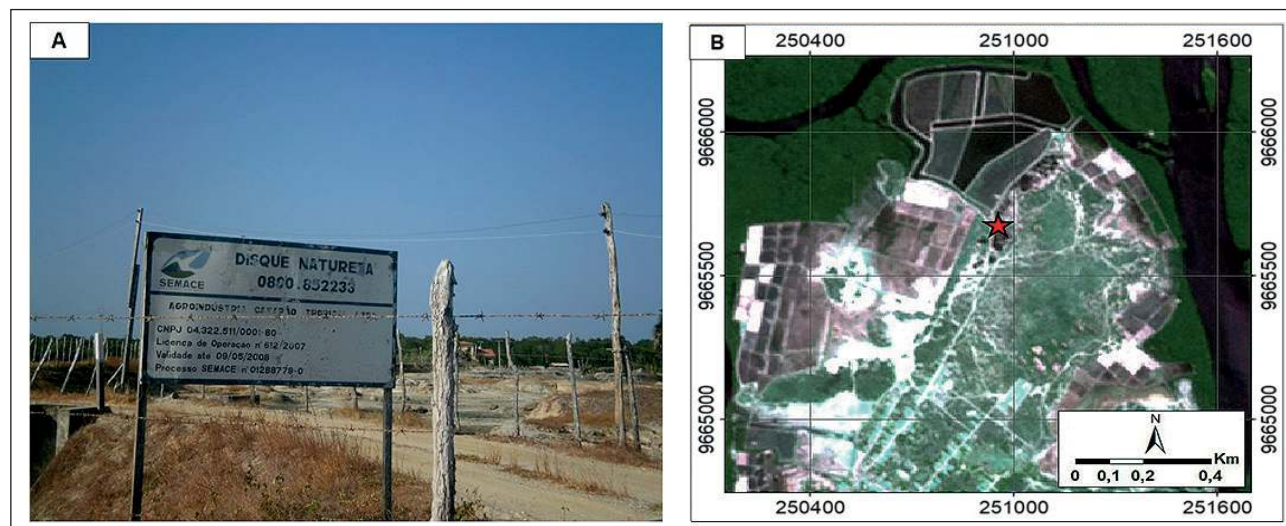


Figura 5 A. Uso das margens da planície fluvio-marinha para a produção de sal na entrada do município de Chaval na planície de inundação do Rio Timonha; B. no interior na planície de Inundação do Rio Ubatuba o armazenamento da produção salineira.

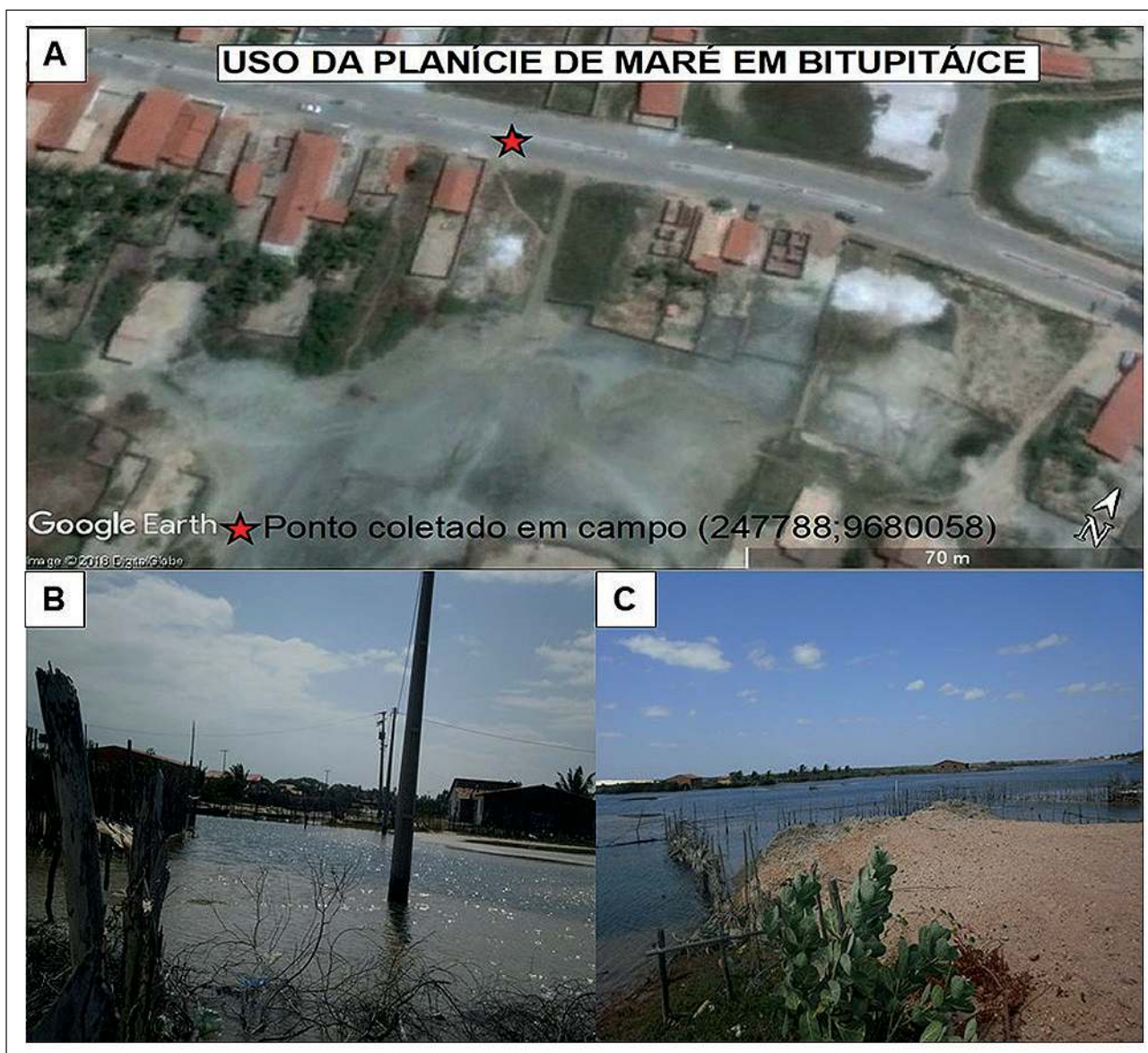


Figura 6 A. Ocupações da Planície de Fluvial em Bitupitá, litoral de Barroquinha/CE, vista de imagem do dia 15/10/2009 através de imagem disponibilizada pelo Google Earth Pro e com ponto coletado em campo; B. residências e infraestrutura de rede elétrica dentro da planície; C. assoreamento da planície para a construção de novas moradias. Fonte: Google Earth (2016).

municípios de Barroquinha e Chaval. Foram identificadas 11 classes com base na classificação do IBGE (2013) e nos levantamentos realizados em campo: aquicultura em corpo d'água costeiro, áreas campestres, descobertas, florestais e urbanas, campos de dunas fixas e móveis, culturas permanentes e temporárias, mineração de não metálicos, planície de inundação e recursos hídricos superficiais.

A análise multitemporal da paisagem foi realizada a partir de imagens de alta resolução (*Rapi-*

dEye) do ano de 2012 e média resolução (*Landsat*) do ano de 2015, onde o uso das técnicas de processamento digital de imagem permitiu a identificação e a quantificação das mudanças ocorridas na paisagem num curto período de tempo (três anos) a nível de cobertura da terra.

Foi possível diagnosticar que houve um aumento significativo na classe de aquicultura em corpo d'água em contrapartida as atividades de mineração não metálicas acabaram reduzidas, sendo que

parte dos ambientes onde estavam as “salinas” foram instalados tanques para a criação de camarão.

As áreas campestres e florestais reduziram de tamanho, sendo que as áreas descobertas em 2012 tinham 49,06 km² passaram a ter em 2015 uma extensão de 74,78 km², este aumento considerado está relacionado as técnicas rudimentares de limpeza da terra, principalmente por meio de queimadas que se agravou devido as condições climáticas.

As áreas urbanas tiveram um crescimento ocasionado pela ida das pessoas que viviam no interior dos municípios, e este crescimento está relacionado as condições socioeconômicas junto com as condições climáticas, já que parcela da população migra a procura de melhores condições de trabalho nas cidades.

As culturas permanentes tiveram um pequeno aumento, enquanto as culturas temporárias reduziram suas áreas. Esta redução está relacionada ao período das imagens que são do segundo semestre do ano no Estado, que é o momento de estiagem.

Os campos de dunas fixas e móveis aumentaram, devido ao processo natural de migração de dunas. A planície de inundação aumentou devido ao baixo volume de água que os rios levaram para a foz, já os corpos d’água continentais tiveram uma queda em sua área.

A detecção de mudanças no uso e cobertura da terra por sensoriamento remoto permite identificar como determinada área foi utilizada e está sendo utilizada, em cada período, e assim, compreender a dinâmica da paisagem, sendo assim as informações desta pesquisa poderão ser utilizadas pelos governos para tomadas de decisão quanto as atividades de planejamento ambiental e territorial.

5 Agradecimentos

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio durante a elaboração desta pesquisa.

6 Referências

ADB. Águas do Nordeste do Brasil, 1997. In: DIAS, C. B. *Dinâmica do Sistema Estuarino Timonha / Ubatuba (Ceará – Brasil): Considerações Ambientais*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto De Ciências do Mar – LABOMAR. Universidade Federal do

Ceará – UFC, Fortaleza, 2005. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/11671/1/2005_dis_cbdias.pdf. Acesso em: 29 jul. 2016.

Christofolletti, A. 1999. *Modelagens de Sistemas Ambientais*, 1 ed. São Paulo, Edgard Blucher. 256 p.

Eckhardt, R.R.; Silveira, C.A. da. 2013. Evolução temporal do uso e cobertura da terra no município de Bom Retiro do Sul/RS – Brasil. *Revista Caminhos de Geografia*, 14(47): 150-161.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Rapi-eye AG. Disponível em: <<http://www.rapideye.de/>>. Acesso em: 05 Ago. 2016.

Espinoza, H.F. & Abraham, A.M. 2005. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para o estudo dos recursos hídricos em regiões costeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, Goiânia, 2005. Anais, Goiânia, INPE, p. 2487-2494.

Fernandes, R.R. 2012. *Uso de geotecnologias no mapeamento do uso da terra e estudo de fitofisionomias em áreas úmidas na região do Médio Araguaia*. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Dissertação de Mestrado, 90p.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. 2009 *Compartimentação Geoambiental do Estado do Ceará*. Fortaleza, FUNCEME. 52 p.

Giotto, E. 1981. *Aplicabilidade de Imagens RBV do LANDSAT 3 em levantamento do uso da terra no município de Tapera – RS*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Dissertação de Mestrado, 66p.

GOOGLE EARTH. Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2016.

Grigio, A.M. 2003. *Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na Determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Guamaré (RN): Simulação de Risco às Atividades da Indústria Petrolífera*. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Dissertação de Mestrado, 222p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. *Manual Técnico de Uso da Terra*, 3. ed. Rio de Janeiro, IBGE. 170 p.

Jansen, L.J.M. & Gregorio, A.D. 2002. Parametric land cover and land-use classifications as tools for environmental change detection. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 91(1–3): 89-100.

Leão, C.; Krug, L. A.; Kappel, M. & Fonseca, L.M.G. 2007. Avaliação de métodos de classificação em imagens TM/Landsat e CCD/CBERS para o mapeamento do uso e cobertura da terra na região costeira do extremo sul da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, Florianópolis, 2007. Anais, Florianópolis, INPE, p. 939-946.

Monteiro, C.L.S. 2008. *Proposta de classificação do uso e da cobertura da terra e sua representação cartográfica na escala 1:10.000*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação de Mestrado, 114p.

Moreira, M.A. 2011. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. 4. ed. Viçosa, Editora UFV. 422 p.

Novo, E.M.L.M. 2010. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 4. ed. São Paulo, Edgard Blücher. 338 p.

Rosa, R. 2003. *Introdução ao Sensoriamento Remoto*. 5. ed. Uberlândia, UFU. 136 p.

Santos, R.F. 2004. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo, Oficina de Textos. 184 p.

Santos, R.F. 2007. *Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?*. Brasília, MMA. 192 p.

Santos, A.B. & Petronzio, J.A.C. 2011. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, Curitiba, 2011. Anais, Curitiba, INPE, p. 6185-6192.

Seabra, V. da S. & Cruz, C.M. 2013. Mapeamento da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio São João, RJ. *Revista Sociedade & Natureza*, 25(2): 411-426.