



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E EOQUÍMICA**

TESE DE DOUTORADO Nº 111

**A DINÂMICA DOS MANGUEZAIS NO NORDESTE DO
BRASIL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE DADOS DE
SENSORES REMOTOS E SIG**

Tese apresentada por:

EDSON ADJAIR DE SOUZA PEREIRA

Orientador: Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho (UFPA)

**BELÉM
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Pereira, Edson Adjair de Souza, 1954-

A Dinâmica dos manguezais no Nordeste do Brasil: uma abordagem a partir de dados de sensores remotos e SIG / Edson Adjair de Souza Pereira.
– 2015

xv, 136 f. : il. ; 29 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Pedro Walfir Martins e Souza Filho

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Belém, 2015.

1. Sensoriamento Remoto. 2. Costa – Brasil, Nordeste. 3. Mangues florestais – Brasil, Nordeste. 4.. I. Título.

CDD 22. ed. 621.3678



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**A DINÂMICA DOS MANGUEZAIS NO NORDESTE DO
BRASIL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE DADOS DE
SENSORES REMOTOS E SIG**

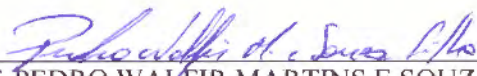
TESE APRESENTADA POR

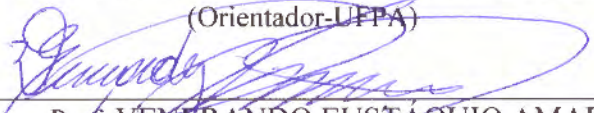
EDSON ADJAIR DE SOUZA PEREIRA

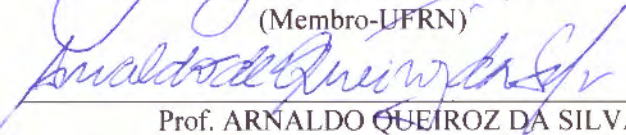
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de
GEOLOGIA**

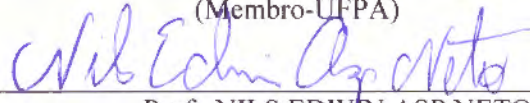
Data de Aprovação: 27 / 11 / 2015

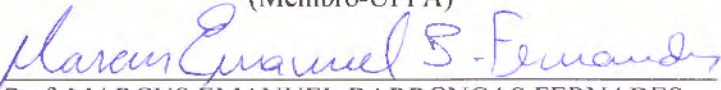
Banca Examinadora:


Prof. PEDRO WALFIR MARTINS E SOUZA FILHO
(Orientador-UFPa)


Prof. VENERANDO EUSTAQUIO AMARO
(Membro-UFRN)


Prof. ARNALDO QUEIROZ DA SILVA
(Membro-UFPa)


Prof. NILS EDWIN ASP NETO
(Membro-UFPa)


Prof. MARCUS EMANUEL BARRONCAS FERNANDES
(Membro-UFPa)

Para Sheila, Mateus e Bárbara, minha família
querida, razão da minha dedicação.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará – UFPA, pela oportunidade de estudos e utilização de suas instalações;

Ao PPGG/IG/UFPA pela oportunidade e apoio para realização do Doutorado

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará - CEFET-PA, pela minha liberação para realização do Doutorado;

Ao Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho, pelo conhecimento compartilhado, orientação e apoio na realização deste trabalho;

A todos os colegas do LAIT, que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse realizado;

Ao IBGE pela concessão das imagens Alos Palsar;

Ao projeto GLCF pela disponibilidade das imagens Landsat.

RESUMO

O presente estudo avalia a dinâmica dos manguezais do nordeste do Brasil nas últimas quatro décadas a partir de uma metodologia de classificação de imagens de sensores remotos orientada a objetos geográficos (GEOBIA). Esta metodologia combina informações espectrais, temporais e espaciais de imagens multitemporais para criar objetos (áreas de manguezais) consistentes para uma análise estatística a partir de imagens classificadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças na cobertura florestal dos manguezais em todos os estados do nordeste brasileiro entre os anos de 1975 e 2008 no que diz respeito ao aumento ou diminuição em suas áreas em resposta as variações naturais (erosão e acreção) e antrópicas (aquacultura/salinicultura). Para isto, foram processadas e analisadas imagens de sensores remotos (RADAMBRASIL, ALOS PALSAR, LANDSAT TM e SRTM) a partir da abordagem de GEOBIA. Durante o período estudado, observou-se uma redução da área de floresta de mangue de $\sim 1.545 \text{ km}^2$ em 1975 para $\sim 1.480 \text{ km}^2$ em 2008. Isto representa um perda líquida de $\sim 65 \text{ km}^2$, o que equivale a uma diminuição de 13% na área de floresta de mangue. Dos nove estados estudados apenas o Ceará e Pernambuco apresentaram um ganho na cobertura dos manguezais, enquanto todos os demais sofreram redução. Dentre o total de área de floresta de mangue perdida no período estudado ($\sim 953 \text{ km}^2$), os tanques de aquacultura/salinicultura representam $\sim 10\%$. É importante ressaltar que nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará a conversão de áreas de manguezal em tanque de aquacultura/salinicultura já representam $\sim 41\%$ e 32% da área total de mangue perdida, respectivamente. Portanto, é possível concluir que a metodologia utilizada para avaliar a dinâmica dos manguezais no nordeste do Brasil a partir de diferentes fontes de dados de sensoriamento remoto foi extremamente eficaz. Novas estratégias de recuperação e de uso sustentável das áreas de manguezal devem ser estabelecidas com vistas a conservar este ecossistema para gerações futuras.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Mangues Florestais. Zona Costeira. Nordeste Brasileiro.

ABSTRACT

This study assesses the dynamics of mangroves in the northeastern Brazil in the last four decades from the classification of remote sensing images based on geographic objects (GEOBIA). This methodology combines spectral, temporal and spatial information of multi-temporal images to create consistent objects (mangrove areas) for a statistical analysis from classified images. The objective of this study was to evaluate the changes in mangrove forest cover in all states of the northeastern Brazil between 1975 and 2008, with regard to the increase or decrease mangrove areas in response to natural (erosion and accretion) and anthropogenic (Aquaculture / salinicultura) variations. In this study were processed and analyzed remote sensing images (RADAMBRASIL, ALOS PALSAR, TM Landsat and SRTM) from GEOBIA approach. During the studied period, there was a reduction of $\sim 1,545 \text{ km}^2$ mangrove forest area in 1975 to $\sim 1480 \text{ km}^2$ in 2008. This represents a net loss of $\sim 65 \text{ km}^2$, which is equivalent to a decrease of 13% in the mangrove forest area. Of the nine states studied, only Ceará and Pernambuco showed a gain in coverage of mangroves, while all others were reduced. Among the total mangrove forest area lost during the study period ($\sim 953 \text{ km}^2$), the aquaculture/saliniculture ponds represent $\sim 10\%$. Importantly, in the states of Rio Grande do Norte and Ceará the conversion of mangrove areas for aquaculture/saliniculture ponds already represent $\sim 41\%$ and 32% of the total area of mangrove lost, respectively. Therefore, it concludes that the methodology used to assess the dynamics of mangroves in northeastern Brazil from different sources of remote sensing data was extremely effective. New strategies for recovery and sustainable use of mangrove areas should be established in order to conserve this ecosystem for future generations.

Keywords: Remote Sensing. Mangrove Forest. Coastal Zone . Northeastern Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2	4
Figura 2.1 – Distribuição global dos Manguezais.....	5
Figura 2.2 – Mapa do Brasil com a divisão das ecorregiões brasileiras. Subdivisão baseada nas características climatológicas, geomorfológicas e geológicas.....	6
CAPÍTULO 3	12
Figura 3.1 – Mapa de localização da área de estudo. Observar as diferentes subáreas que constituem a área de estudo e coincidem com as órbitas-pontos das imagens Landsat utilizadas nesta pesquisa.....	13
Figura – 3.2 – Identificação dos grandes rios e as principais bacias de drenagem (linhas grossas quebradas). Também são mostradas as principais tipologias costeiras. As setas indicam principais vias de transporte de sedimentos no continente ao longo da zona costeira.....	14
CAPÍTULO 4	15
Figura 4.1 – Mapa dos 183 pontos de controle coletados em campo para avaliação das áreas de manguezal ao longo da costa nordeste do Brasil.....	19
Figura 4.2 – Relação de pertinência com áreas de manguezal perdidas, inalteradas e acrescidas entre 1975 e 2008.....	22
Figura 4.3 – Polígonos mostrando a localização das atividades de aquacultura/salinas plotados sobre imagem do Alos PalSAR (A) e imagem de alta resolução do Google Earth (B).....	26
CAPÍTULO 5	28
Figura 5.1 – Correlação entre as áreas de mangue mapeadas em cada estado do nordeste brasileiro a partir de classificação orientada a objeto (este trabalho) e interpretação visual das imagens de radar do ano de 1975.....	30
Figura 5.2 – Distribuição estadual das áreas de floresta de mangue nos anos de 1975 e 2008.....	30
Figura 5.3 – Forma predominante da distribuição das áreas de mangue ao longo de canais estuarinos (A) e a distribuição em planícies de marés (B).....	31
Figura 5.4 – Perda e ganho líquido das áreas de mangue em km ² e percentual para cada estado brasileiro no período de 1975 a 2008.....	33
Figura 5.5 – Distribuição percentual das áreas inalteradas, perdidas e acrescidas de mangue. A caixa vazada representa a média e as marcas superiores e inferiores nas linhas verticais representam os valores máximos e mínimos, respectivamente.....	34

Figura 5.6 – Detecção de mudança no litoral do Maranhão, onde os manguezais desenvolvem-se sobre uma extensa planície de maré.....	35
Figura 5.7 – Detecção de mudança no litoral da Paraíba e Pernambuco, onde os manguezais desenvolvem-se no interior dos canais estuarinos.....	36
Figura 5.8 – Estimativas das áreas de mangue inalteradas, perdidas e acrescidas em relação a área inicial (1975) em cada estado do nordeste brasileiro.....	37
Figura 5.9 – Estimativa da estabilidade posicional (LS) e estabilidade residente (RS) das áreas de mangue em cada estado do nordeste brasileiro.....	37
Figura 5.10 –Dendograma elaborado a partir do agrupamento dos estados baseado nos indicadores de estabilidade posicional (LS) e estabilidade residente (RS).....	38
Figura 5.11 – A) Área de carcinicultura desenvolvida sobre áreas de manguezal no estuário do Rio Coreaú no Ceará e B) área de salina sobre apicum em Guamaré no Rio Grande do Norte.....	40
Figura 5.12 – Distribuição percentual das áreas de aquicultura/salinas desenvolvidas sobre áreas de apicum e mangue no nordeste do Brasil.....	41

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 4	15
Tabela 4.1 – Principais características das imagens utilizadas neste projeto.....	16
Tabela 4.2 – Árvore de processo elaborada para classificação das áreas de manguezal do Nordeste do Brasil para os anos de 2008 e 1975.....	20
Tabela 4.3 – Classes utilizadas na classificação das áreas de manguezais.....	21
CAPÍTULO 5	28
Tabela 5.1 – Matriz de erro da classificação multiresolução e multisensor orientada a objetos.....	28
Tabela 5.2 – Estimativa da área de manguezal do nordeste brasileiro para o ano de 1975 realizada neste trabalho e por Herz (1991).....	29
Tabela 5.3 – Distribuição das áreas de mangue em km ² e percentual (%) na área em estudo.....	32
Tabela 5.4 – Estimativa de mudança das áreas de mangue por estado do nordeste brasileiro entre os anos de 1975 e 2008.....	34
Tabela 5.5. Estimativa das áreas de aquicultura/salinas instaladas sobre a superfície de apicuns e manguezais ao longo da área de estudo.....	40

LISTA DE SIGLAS

ALOS - Advanced Land Observing Satellite

ASI - Agência Espacial Italiana

DEM - Digital Elevation Model

DLR: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Agência Espacial Alemã)

CNLU - Costa Nordeste-Leste Úmida

CNS - Costa Nordeste Semiárida

DN - Número digital

GEOBIA - GEOgrafic Object Based Image Analysis

GEMS - Goodyear Aerospace Corporation

GCP - Ground Control Point

GPS - Global Positioning System

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Ifov - Campo de visão instantâneo

inSAR - Radar de abertura sintética interferometria

LDCM - Missão de Continuidade de dados Landsat

LDCM - Continuidade de dados Landsat

L1T - Formato Nível 1 do Terreno

LCLU - Classes de uso da terra

MMU - Minimum Mapping Unit

NASA - Aeronautics and Space Administration

PALSAR - Phased Array type Lband Synthetic Aperture Radar

PIXEL - Picture X Element

RADAR - Radio Detection and Ranging

RAR - Radar de Abertura Real

SAR - Synthetic Aperture Radar

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

TM - Thematic Mapper

UFPA - Universidade Federal do Pará

UNEP-WCMC - The United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre

UTM - Universal Transversa de Mercator

USGS - Serviço Geológico Americano

WGS - World Geodetic System

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTO	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 IMPORTÂNCIAS DOS MANGUEZAIS	1
CAPÍTULO 2	4
2. OS MANGUZAIS.....	4
2.1 DEFINIÇÃO DE MANGUEZAIS.....	4
2.2 DISTRIBUIÇÕES GLOBAIS DOS MANGUEZAIS.....	4
2.2.1 Subdivisão da Costa do Litoral Brasileiro devido à Expressão Continental, Com Base na Climatologia e nos Critérios Geológicos e Geomorfológicos	5
2.3 DISTRIBUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS MANGUEZAIS NO BRASIL.....	7
3. SENSORIAMENTO REMOTO NOS MANGUEZAIS - UMA REVISÃO	9
3.1. HISTÓRICO DAS TÉCNICAS DE MAPEAMENTO DE MANGUEZAIS.....	9
3.1.1. Aquisição de dados analógicos e interpretação visual	9
3.1.2. Classificação automáticas de imagens digitais de sensores remotos	10
3.1.3. Classificação orientada à objetos	10
CAPÍTULO 3	12
3. ÁREA DE ESTUDO	12
3.1 LOCALIZAÇÃO.....	12
3.2 CLIMA E PROCESSOS OCEANOGRÁFICOS.....	14
CAPÍTULO 4	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	15

4.1. CONJUNTO DE DADOS DE SENSORES REMOTOS UTILIZADOS.....	15
4.2. ORTORRETIFICAÇÃO DAS IMAGENS DE SENSORES REMOTOS.....	17
4.3. COLETA DE DADOS EM CAMPO PARA AVALIAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO.....	17
4.4. SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS.....	19
4.4.1. Segmentação.....	20
4.4.2. Classificação multi-resolução.....	21
4.5. DETECÇÃO DE MUDANÇAS ORIENTADA A OBJETOS.....	22
4.5.1. Matriz de mudança das áreas de manguezal.....	23
4.5.2. Descrição de indicadores de mudança das áreas de manguezal.....	23
4.5.3. Mudança das áreas de manguezais por estado: similaridades e dissimilaridades.....	24
4.6. QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE AQUICULTURA E SALINA.....	25
4.7. AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DA CLASSIFICAÇÃO.....	26
4.7.1. Matriz de confusão e índices para validação da classificação.....	26
4.7.2. Matriz de confusão para detecção de mudança.....	27
CAPÍTULO 5.....	28
5. RESULTADOS.....	28
5.1. AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE MANGUE.....	28
5.2. CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE MANGUEZAIS NOS ESTADOS DO NORDESTE DO BRASIL.....	29
5.3. DETECÇÃO DE MUDANÇA DAS ÁREAS DE MANGUE NO NORDESTE DO BRASIL.....	32
5.4. MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE AQUICULTURA NO ECOSSISTEMA DE MANGUEZAL DO NORDESTE DO BRASIL.....	39
CAPÍTULO 6.....	42
6. DISCUSSÃO.....	42
6.1. AVALIAÇÃO DAS MUDANÇAS DAS ÁREAS DE MANGUE NO NORDESTE DO BRASIL.....	42

6.2. O PAPEL DA AQUACULTURA NA DINÂMICA DO ECOSISTEMA MANGUEZAL.....	43
CAPÍTULO 7.....	48
7. CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS	49
ANEXOS.....	57
ANEXO A RECONHECIMENTO E MAPEAMENTO DE CAMPO DAS DIFERENTES CLASSES DE USO E COBERTURADA TERRA FOTODOCUMENTADOS E GEO-REFERENCIADOS DAS 14 ÁREAS DE MANGUEZAIS DOS ESTADOS DO NORDESTE DO BRASIL.....	58
ANEXO B IMAGENS RADAMBRASIL ORTORRETIFICADAS COM OS RESPECTIVOS ERRO MÉDIO QUADRÁTICO.....	73
ANEXO C CÁLCULO DAS ÁREAS DE FLORESTA DE MANGUE PARA OS ANOS DE 1975 E 2008 PARA CADA ESTUÁRIO DO NORDESTE DO BRASIL.....	78
ANEXO D ÁREAS DE FLORESTA DE MANGUE MAPEADAS NO NORDESTE DO BRASIL PARA O ANO DE 2008.....	87
ANEXO E ÁREAS DE FLORESTA DE MANGUE MAPEADAS NO NORDESTE DO BRASIL PARA O ANO DE 1975.....	102
ANEXO F MAPAS DE DETECÇÃO DE MUDANÇA PARA PARA CADA UMA DAS 15 ÁREAS QUE CONSTITUEM A REGIÃO ESTUDADA.....	117
ANEXO G ÁREAS DE AQUACULTURA/SALINAS MAPEADAS NO NORDESTE DO BRASIL, CUJOS POLÍGONOS SÃO PLOTADOS SOBRE IMAGENS ALOS PALSAR.....	132

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

1.1 IMPORTÂNCIAS DOS MANGUEZAIS

O manguezal desempenha papel fundamental na estabilidade da geomorfologia costeira, na conservação da biodiversidade e na manutenção de amplos recursos pesqueiros (Alongi 2002, 2008, Souza Filho et al. 2006, Giri et al. 2007, 2008, Glaser 2003). Baseado nessas propriedades, a legislação brasileira considera as áreas de manguezal como áreas de preservação permanente. Entretanto, apesar dos esforços para sua conservação, os manguezais encontram-se permanentemente ameaçados por diversas atividades humanas (Valiela et al. 2001, Shearman et al. 2009, Guimarães et al. 2010). Particularmente, ao longo do litoral nordeste, devido ao clima semiárido (Marins et al. 2003), às condições oligotróficas das águas costeiras e à importância da pesca artesanal para a população litorânea (Lacerda & Marins 2002), tornam esse ecossistema excepcionalmente valioso, de um imenso valor ecológico e ambiental.

Os manguezais são também importantes contribuintes da produção primária no ambiente costeiro, reciclando nutrientes de forma eficiente, fornecendo suprimento contínuo à comunidade marinha (Bandaranayake 1994). Também fornecem abrigo para uma variedade de peixes e crustáceos importantes comercialmente (O'Grady et al. 1996) e atuam como uma base sazonal para uma variedade de espécies migratórias. Eles contribuem também para recarga das águas subterrâneas e retenção de sedimentos além da estabilização da linha de costa (Blasco et al. 1996).

Durante séculos o homem tem utilizado o mangue como matéria prima. Os manguezais têm sido o meio de subsistência e uma valiosa fonte de alimento e produtos naturais para muitas populações locais. No início, o uso incluía a construção de embarcações marítima, edificações e mobiliário, pois, sua madeira é resistente ao ataque de térmitas (Walsh 1977).

De acordo com a UNEP-WCMC (2006), a dimensão econômica das florestas de manguezal é da ordem de 200.000 a 900.000 dólares americanos por hectare. Independentemente do seu valor monetário, este ecossistema pode ser utilizado para diversas atividades, tais como: turismo ecológico, educação ambiental, apicultura, piscicultura e criação de outras espécies marinhas, além de sua principal função que é o de ser berçário de várias espécies de animais e vegetais (Kathiresan & Bingham 2001). Portanto, os manguezais

apresentam um papel fundamental na sustentabilidade humana e servem de subsistência para comunidades tradicionais, principalmente em países em desenvolvimento (Saenger et al. 1983, Alongi 2002). Além destas funções, as florestas de manguezais protegem a zona costeira da ação de ondas, marés, pororocas e até mesmo tsunamis (Kathiresan & Rajendran 2005, Alongi 2008). Atualmente, um dos distúrbios mais discutidos são as alterações climáticas, que de acordo com Alongi (2008) poderá levar a uma perda global máxima de 10% a 15% da floresta de manguezal, mas deve ser considerada de importância secundária quando comparada às atuais taxas médias anuais de desmatamento a ordem de 1 a 2%. Nos últimos anos, a degradação do manguezal vem ocorrendo com mais frequência devido à exploração exaustiva dos recursos econômicos, ao ordenamento territorial mal planejado, possibilitando avanço imobiliário e acentuação de atividades turísticas (Hadlich et al. 2007).

Devido à grande importância desse ecossistema, desde a década de 1980 são realizados trabalhos de mapeamento e detecção de mudanças das áreas de manguezais a nível global (Saenger et al. 1983, Spalding et al. 1997, 2009, Giri et al. 2011). Muitas técnicas de detecção de mudanças foram desenvolvidas e elas podem ser amplamente agrupadas em três categorias: i) interpretação visual (Souza Filho & Paradella 2005, Singhroy 1996), ii) métodos baseados nas propriedades dos pixels (Giri et al. 2007, Rodrigues & Souza Filho 2011), e iii) abordagens baseadas em objetos (Nascimento Jr. et al. 2013, Kamal et al. 2015).

Diante dos novos recursos tecnológicos, como imagens de sensores remotos no espectro óptico e nas microondas, diversos trabalhos sobre mapeamentos de ambientes costeiros têm sido realizados no Brasil. Herz (1991) realizou o primeiro mapeamento em larga escala do país, a partir da interpretação visual de imagens do radar GEMS 1000 utilizado durante o Projeto RADAM Brasil. Na Amazônia, Souza Filho (2005) e Souza Filho & Paradella (2002, 2005) realizaram o mapeamento de áreas de manguezal a leste da foz do Amazonas, a partir da interpretação visual de imagens LANDSAT TM e produtos híbridos (fusão RADARSAT-1 com LANDSAT TM), respectivamente. Prost (1997), Rebelo-Mochel (1997), Souza Filho & Paradella (2003), Souza Filho et al. (2006) e Rodrigues & Souza Filho (2011) quantificaram as mudanças nas áreas de manguezais da costa amazônica. O problema deste método é que ele depende da experiência e conhecimento do analista e está fundamentado no reconhecimento de elementos-chaves como textura, forma, tamanho, cor e padrões observados nas imagens (Verstapen & Zuidam, 1991, Lu et al. 2004). Além disso, o tempo gasto para analisar as imagens é um dos principais impedimentos para se fazer o mapeamento e detecção de mudanças em larga escala, a partir da interpretação visual de dados de sensores remotos.

A classificação de imagens de sensores remotos baseada nas propriedades dos pixels permitiu um avanço significativo no mapeamento dos manguezais, principalmente no que diz respeito a extensão da área mapeada (Giri et al. 2011). Com o advento da análise de imagens baseadas em objetos geográficos, a classificação das áreas de manguezal e a detecção de mudanças destes ao longo do tempo tornaram-se mais rápida e precisa (Nascimento Jr. et al. 2013, Kamal et al. 2015).

O presente trabalho tem como objetivo realizar um mapeamento multitemporal (1975 e 2008) da Costa de Manguezais do Nordeste do Brasil (Figura 3.1) baseado em radares imageadores (GEMS 1000 - RADAMBRASILE Alos PalSAR) e imagens ópticas (LANDSAT TM 5) a partir da abordagem de classificação de imagens baseada em objetos geográficos - GEOBIA. A partir deste mapeamento foi possível quantificar a área de manguezal em 1975 e 2008 e detectar as mudanças na extensão das áreas ocupadas pelos manguezais em cada um dos estados da Região Nordeste do Brasil.

CAPÍTULO 2

2. OS MANGUEZAIS

2.1 DEFINIÇÃO DE MANGUEZAIS

Os manguezais são definidos como “um grupo ecológico ou um complexo de árvores e espécies arbustivas resistentes à salinidade com altura superior a 1 m e que habitam as terras de marés, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, embora se estendendo para regiões de clima temperado”. O termo “mangue” é geralmente aplicado tanto ao gênero como à espécie e para o ecossistema como um todo. No entanto, as formações que dominam a linha de costa e que estão associadas a um ambiente lamoso são conhecidas como mangal (Chapman 1977).

2.2 DISTRIBUIÇÕES GLOBAIS DOS MANGUEZAIS

Os manguezais florescem particularmente bem nas regiões equatoriais e tropicais com chuva de verão, mas também ocorrem em algumas regiões subtropicais secas, atingindo o seu limite geográfico em regiões tropicais quentes (por exemplo, Japão e Nova Zelândia). Os manguezais são ausentes em grande parte do Pacífico Central. A restrição dos manguezais para estas regiões está associada à sensibilidade das espécies de mangues à temperatura e principalmente geadas. Por exemplo, a falta de manguezais na costa oeste da América do Norte e África é atribuída à intolerância à baixa temperatura da água associado a correntes frias do oceano (Chapman 1977).

A presença de manguezais ao nível global restringe-se a zona intertropical entre as latitudes 30° N e 30° S. São limitados pela isoterma de 20°C de temperatura da água do mar, que por sua vez é controlada pelas correntes marinhas e que pode oscilar entre o inverno e o verão (Figura 2.1).



Figura 2.1 – Distribuição global dos Manguezais (verde escuro) (Giri et al. 2011).

2.2.1 Subdivisão da Costa do Litoral Brasileiro devido à Expressão Continental, Com Base na Climatologia e nos Critérios Geológicos e Geomorfológicos

As florestas de manguezais do Brasil cobrem aproximadamente 1,30 milhões de hectares (13.000 Km²), o que corresponde a cerca de 50% da área total de mangues das Américas (Spalding et al. 2010) e representa a segunda maior área de manguezal do mundo. A Indonésia está em primeiro lugar com 31,894 km² (Spalding et al. 2010). Devido à expressão continental do Brasil, sua extensa linha de costa e larga diversidade de comunidades naturais, incluindo manguezais, o litoral brasileiro pode ser subdividido aproximadamente em quatro setores, com base na climatologia e nos critérios geológicos e geomorfológicos da zona costeira como mostra o mapa do Brasil na Figura 2.2. Esses setores são chamados de eco-regiões dentro de uma escala para a costa brasileira, as quais são definidas como um grupo de comunidades naturais que estão geograficamente delimitadas com particularidades na sua dinâmica ecológica na qual as interações ecológicas são processos fundamentais para a manutenção de sua própria sustentabilidade em longo prazo (Lacerda 2005).

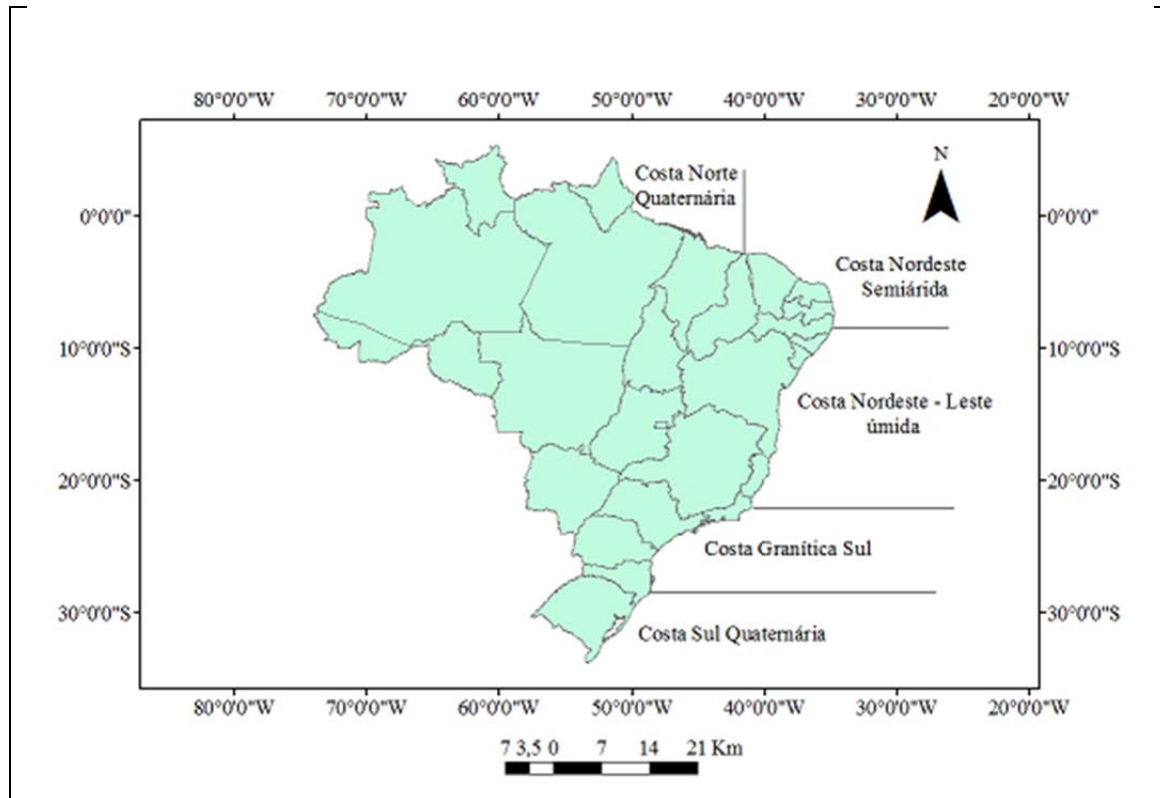


Figura 2.2 – Mapa do Brasil com a divisão das ecorregiões brasileiras. Subdivisão baseada nas características climatológicas, geomorfológicas e geológicas (Lacerda 2005).

A área em estudo está inserida na Costa Nordeste Semiárida (CNS) e Costa Nordeste-Leste Úmida (CNLU). A CNS estende-se de Camocim, estado do Ceará ($2^{\circ}54'S$) até a Ilha de Itamaracá, Pernambuco ($7^{\circ}44'S$). O clima é predominantemente semiárido, com média anual de precipitação de 800 mm. As entradas de água doce apresentam baixos valores, a média anual da descarga total dos rios é inferior a $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$, e apresenta grande sazonalidade. A maior descarga de água doce para o mar ocorre na estação chuvosa, em geral no final do ano em dezembro e vai até o mês de maio, ocorrendo o oposto durante a estação seca, de junho a novembro. As feições costeiras são dominadas por praias arenosas, campos de deflação eólica e dunas recentes e antigas, linhas de recifes próximas aos estuários, lagunas e lagoas costeiras. Nesse setor, os mangues ocorrem em pequenas extensões principalmente em estuários onde são afetados por regime de mesomaré (2 a 4 metros). A plataforma continental é bordejada por praias arenosas, com largura estreita variando de 20 a 50 km. Atualmente esta eco-região comporta cerca de 60% da área das fazendas de camarão do país (LABOMAR UFC/ ISME-BR 2005).

A CNLU corresponde à região costeira entre a Ilha de Itamaracá ($7^{\circ}44'S$) até a Baía de Guanabara, Rio de Janeiro ($22^{\circ} 48''S$). O clima é tropical úmido com média anual da precipitação de 1.000 a 1.500 mm. Porém, a porção sul deste setor registra precipitações

inferiores a 700 mm, causadas pela ocorrência de ressurgências costeiras (LABOMAR UFC/ ISME-BR 2005).

Nas proximidades do Estado da Bahia as precipitações são da ordem de 1.800 a 2.400 mm. A zona costeira é caracterizada por extensos planos arenosos quaternários. Mais de 60 lagoas costeiras ocorrem nessa eco-região. Apresenta mudança de regime de mesomaré para micromaré aproximadamente na metade do setor. Os mangues aparecem de forma expressiva nas desembocaduras dos rios e nas costas protegidas. A plataforma continental é bordejada por praias arenosas, com largura estreita variando de 15 a 90 km estendendo-se até o Banco de Abrolhos (20°S). As descargas dos rios são na ordem de 7.400 m³/s, tendo o Rio São Francisco como principal contribuinte (LABOMAR UFC/ ISME-BR 2005).

2.3 DISTRIBUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS MANGUEZAIS NO BRASIL

Com base na primeira avaliação completa de todas as florestas de mangue do mundo Giri et al. (2011) mapearam através do uso de imagens de satélite Landsat 1997 a 2000a área total de manguezais para o ano de 2000. A área estimada para as florestas de mangue do Brasil foi de 9,63 mil km².

Magris & Barreto (2010) mapearam através do uso de imagens de satélite Landsat 2007 a 2009 integrado com o sistema de informação geográfica (SIG) todo o litoral brasileiro. Um total de 10,71 mil km² de áreas de mangue foi registrado, com 86% deste valor presente na costa de macromarés. Os manguezais mostraram um nível elevado de proteção com aproximadamente 83% de sua cobertura vegetal localizada dentro de áreas protegidas.

As florestas de manguezal do litoral nordeste do Brasil ocorrem como formações de franjas ribeirinhas e, em menor escala, ocupando bacias salinas na planície costeira. Florestas anãs de mangues são comuns em áreas de elevada salinidade. Cinco espécies de árvores de mangue foram registradas na região: *Rhizophora mangle* L., *Avicennias chaueriana* Stapf. & Leech, *A. germinans* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn e *Conocarpus erectus* L. (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1992; Kjerfve & Lacerda, 1993). Entretanto, dependendo da região uma ou outra espécie pode ser pouco expressiva ou até mesmo ausente. Isso ocorre em função do tamanho da região estuarina e de suas características ambientais. Por exemplo, o barramento artificial ao longo das bacias hidrográficas é apontado como um dos principais causadores de mudança nos padrões de circulação estuarina devido à retenção do aporte de água doce e sedimentos, resultando em alterações na distribuição dos mangues (Lacerda & Marins 2002). Outro grande modificador das condições ambientais é a dinâmica sedimentar

costeira, particularmente afetada por mudanças globais e regionais, que também resultam na alteração da distribuição e na composição dos mangues (Marins et al. 2003).

Na escala local, a ocorrência das diferentes espécies de vegetação é controlada pela salinidade e topografia, que variam bastante entre uma região estuarina e outra dificultando o estabelecimento de um padrão geral de distribuição espacial (Lacerda 2002). Segue-se uma descrição sucinta das principais espécies de mangue encontradas no litoral do nordeste do Brasil, detalhes da biogeografia destas espécies podem ser encontrados em Kjerfve & Lacerda (1993) e Lacerda (2002).

A *Rhizophoramangle*, também conhecida popularmente como mangue verdadeiro, tem como principal característica suas raízes aéreas que partindo do tronco em formato de arcos, atinge o solo, o que permite uma maior sustentação em solos pouco consolidados. Pode alcançar uma altura de até 19 metros e apresenta um diâmetro médio de 30 centímetros. Localiza-se nas porções de baixas e médias salinidades dentro da zonação estuarina. Ao longo do perfil intermaré ela pode ser encontrada nas porções mais baixas e médias. Sua folha tem formato arredondado e às vezes se mostra com aspecto desgastado. Pode ser encontrada na forma de árvores e arbustos (LABOMAR UFC/ ISME-BR 2005).

O gênero *Avicennia* apresenta duas espécies ocorrentes no litoral cearense, a *A. schaueriana* e a *A. Germinans*. São popularmente chamadas de canoé e alcança uma altura média de 11 metros com tronco de 20 centímetros de diâmetro. A diferença básica das duas espécies é a forma das folhas, as de *A. germinans* de formato pontiagudo, enquanto que em *A. schaueriana* as folhas são arredondadas. As duas espécies diferem da *Rhizophora* pelas formas mais regulares de suas raízes que são subaéreas e dotadas de pneumatóforos e pela cor verde claro de suas folhas. Ocorrem como árvores e arbustos geralmente na porção baixa do estuário e no perfil intermaré na posição média a alta (LABOMAR UFC/ ISME-BR 2005).

A *Laguncularia racemosa* conhecida pelos ribeirinhos como mangue branco, pode atingir 12 metros de altura e diâmetro do tronco de 30 centímetros. Sua folha oval apresenta pecíolo e nervura central avermelhados com um tom mais escuro que as espécies descritas acima. Estão na porção baixa e intermediária dos estuários e no perfil de marés, na posição de média e alta. Podem se apresentar como arbustos ou árvores (LABOMAR UFC/ ISME-BR 2005).

Conocarpuserectus é a espécie que habita a porção mais alta do perfil de maré, é encontrada na fração mais arenosa e topograficamente mais elevada do leito do rio e é chamada popularmente de mangue de botão ou ratinho. Pode atingir alturas de até 10 metros,

seu tronco atinge um diâmetro de até 30 centímetros e tem forma de “V”, razão pela qual o torna útil na fabricação de pequenas embarcações construídas pela comunidade ribeirinha (LABOMAR UFC/ ISME-BR 2005).

O manguezal é hoje, de acordo com a Lei Federal n.º 4771, Área de Preservação Permanente. Porém, apesar disso, este importante ecossistema continua sendo ameaçado, principalmente por atividades aquícolas e pela expansão urbana sobre o ecossistema de manguezal, aliado à falta de fiscalização e de planos de recuperação por parte das autoridades competentes.

3. SENSORIAMENTO REMOTO NOS MANGUEZAIS - UMA REVISÃO

Os dados de sensores remotos podem ser classificados quanto a sua resolução espacial que se refere à distância entre dois objetos mais próximos que podem ser observados de forma distinta, medidos em unidades de comprimento e depende do campo de visão instantâneo (IFOV) do sensor (Lucas et al. 2004). A resolução temporal é importante para observação da frequência de observação temporal das taxas de mudança que estão ocorrendo. Em áreas onde a mudança é rápida, o que em grande parte inclui aquelas que são afetadas por alterações antropogênicas, os dados adquiridos várias vezes dentro de um ano e, de preferência antes e após os períodos de provável alteração são os preferidos. Embora os dados do sensor Landsat sejam muitas vezes adequados para avaliar a mudança, sua utilização em muitas regiões tropicais e subtropicais é limitada devido à presença da cobertura de nuvens. Por esta razão, os dados adquiridos pelo Radar de Abertura Sintética (SAR) como o ALOS PALSAR são muitas vezes necessários (Simard et al. 2002), pois têm a capacidade de visualização sob condições climáticas adversas, seja dia ou noite. Já a resolução espectral, dita o nível de informação que pode ser extraído a partir de dados de sensoriamento remoto. Usando-se a informação espectral utilizando-se faixas de comprimento de ondas selecionadas a partir de diferentes sensores, a vegetação de mangue poderá ser melhor discriminada .

3.1 HISTÓRICO DAS TÉCNICAS DE MAPEAMENTO DE MANGUEZAIS

3.1.1. Aquisição de dados analógicos e interpretação visual

A interpretação visual começou com as fotografias aéreas no início do século 20. Por muitos anos, o manual de interpretação de dados de sensoriamento remoto, incluindo aerofotos e imagens de satélite, foram a única forma de extrair informações associadas às ciências ambientais. Este processo utilizava apenas a interpretação visual e o trabalho de

campo para reconhecer as classes de cobertura e uso da terra. A partir destes princípios, Herz (1991) realizou, a partir da interpretação visual de imagens do radar GEMS 1000 em formato analógico o mapeamento das áreas de manguezais do Brasil.

3.1.2. Classificação automática de imagens digitais de sensores remotos

Com o intuito de classificar imagens automaticamente, foram desenvolvidos vários algoritmos de classificação com diversas habilidades específicas com objetivo de auxiliar a classificação visual do ser humano. Desta forma, a classificação pixel-a-pixel fornece mais informações quantitativas e replicáveis quando comparadas com a interpretação visual. Green et al. (1998) avaliou diferentes métodos de mapeamento de manguezal baseado na classificação de pixels, fazendo uma análise comparativa entre elas. O inconveniente deste método é o efeito “granulado” observado nos mapas oriundos das classificações, devido às variações randômicas da resposta do sensor as características intrínsecas do dossel das florestas (Lobo 1997). Mesmo assim, Rodrigues & Souza Filho (2011) mapearam diferentes zonas úmidas costeiras a partir da classificação pixel a pixel na Amazônia Brasileira, enquanto Fromard et al. (2004) detectaram mudanças importantes nos manguezais da Guiana Francesa. Giri et al. (2011) realizaram o primeiro mapeamento global das áreas de manguezal utilizando classificação pixel a pixel, em uma fonte de dados, o LANDSAT TM e ETM+, disponível no Serviço Geológico Americano (USGS) através do programa “Global Land Survey”.

3.1.3. Classificação orientada à objetos.

O método de classificação de imagens mais recente, orientado para o reconhecimento de objetos teve seu desenvolvimento associado ao avanço das técnicas de segmentação de imagens (Blaschke et al. 2010). Esta técnica objetiva dividir a imagem digital em regiões homogêneas e espacialmente contínuas, denominadas objetos (Flanders et al. 2003). Métodos de classificação orientados a objetos combinam a análise de contexto possível anteriormente apenas durante o processo de interpretação visual, com o aspecto espectral quantitativo do processo de classificação pixel a pixel (Walter 2004). Portanto, a classificação orientada a objeto reduz a variação espectral local, induzindo a uma melhor discriminação das diferentes classes mapeadas (Lobo 1997). Entretanto, embora a delimitação do objeto seja crucial, uma limitação é a definição da menor unidade de mapeamento (Minimum Mapping Unit – MMU). Definida inicialmente para controlar o processo de interpretação visual (Saura 2002), este

parâmetro define o tamanho mínimo de um objeto, calculado pelo número de pixels incluídos nele. Então, áreas menores do que aquelas pré-estabelecidas não serão detectadas (Desclée et al. 2006). A partir deste método, trabalhos de mapeamento de manguezais tem sido realizado em todo o mundo (Nascimento Jr. et al. 2013, Vo et al. 2013, Kamal et al. 2015)

CAPÍTULO 3

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo compreende a faixa litorânea situada aproximadamente entre os paralelos de 2° e 18° de latitude sul e entre os meridianos de 41° e 33° a oeste do meridiano de Greenwich, estendendo-se do nordeste do estado Maranhão até o extremo sul da Bahia com aproximadamente 2.500 km de litoral (Figura 3.1). Esta área compreende a região semi-árida do nordeste do Brasil.

Devido à grande extensão da área de estudo, optou-se em subdividi-la em áreas a partir das órbitas ponto das imagens Landsat-5. As áreas foram selecionadas de norte para sul a partir do estado do Maranhão (área 1 – órbita-ponto 219-62) até o extremo sul da Bahia (área 15 – órbita-ponto 215-72) (Figura 3.1). Em cada área, foram reconhecidas, classificadas e quantificadas as áreas de floresta de mangue contida nos diferentes estuários, deltas, lagunas e planícies de marés associadas aos principais rios da região.

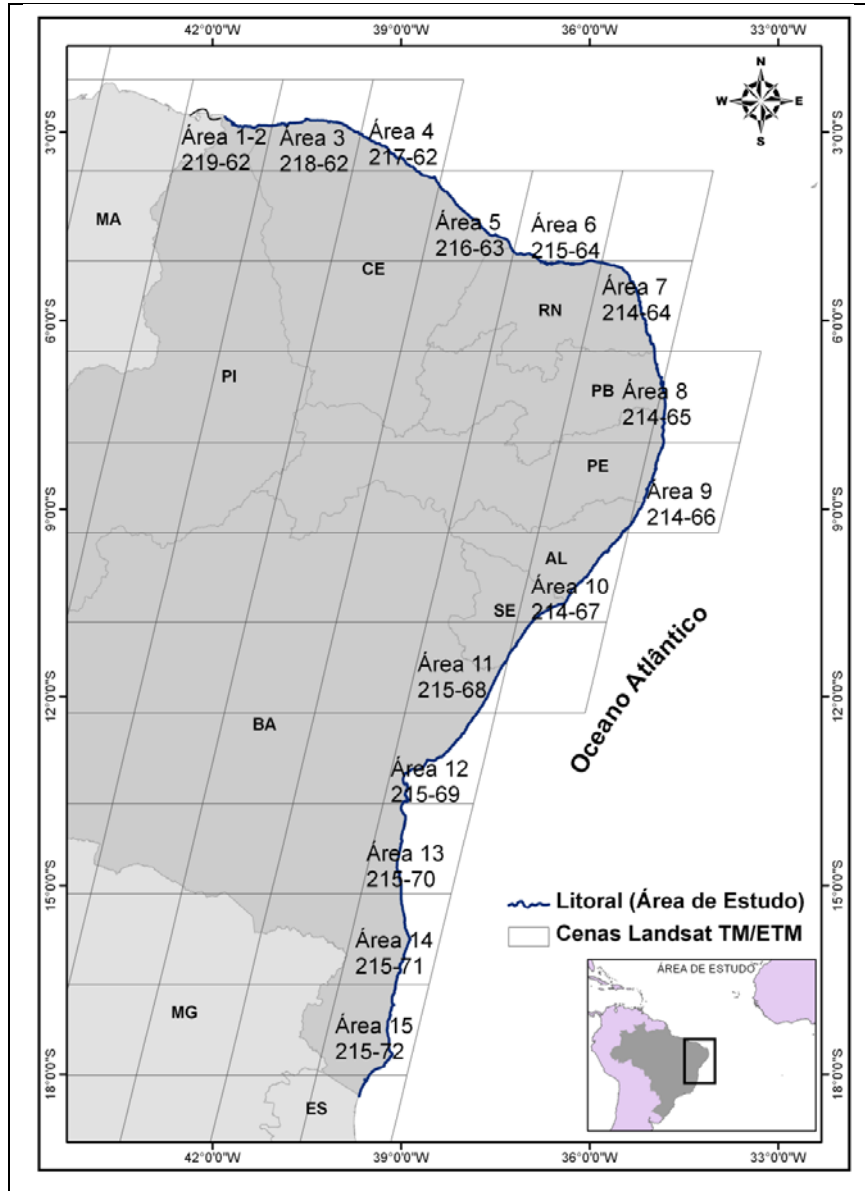


Figura 3.1 – Mapa de localização da área de estudo. Observar as diferentes subáreas que constituem a área de estudo e coincidem com as órbitas-pontos das imagens Landsat utilizadas nesta pesquisa.

A área de estudo está inserida em dois contextos geomorfológicos costeiros distintos (Figura 3.1): i) costa faminta por sedimentos do nordeste, que se estende do delta do Rio Parnaíba até o delta do Rio São Francisco, caracterizada por falésias ativas esculpidas na Formação Barreiras; e ii) costa deltaica dominada por onda do leste do Brasil, que se estende do delta do Rio São Francisco até o delta do Rio Paraíba do Sul, marcada por extensas bacias de drenagem responsáveis pelo transporte de sedimentos e formação de depósitos deltaicos associados a grandes rios, como o São Francisco, Jequetinhonha, Doce e Paraíba do Sul (Domingues 2009).

3.2 CLIMA E PROCESSOS OCEANOGRÁFICOS

O clima e os processos oceanográficos são controlados pela zona de convergência intertropical, ventos alísios e frente fria. A área é formada por grandes rios e as principais tipologias costeiras são mostradas na Figura 3.2. As mesomarés dominam a costa do Piauí até o estado de Alagoas, quando a costa passa a ser dominada por micromarés (Domingues 2009).

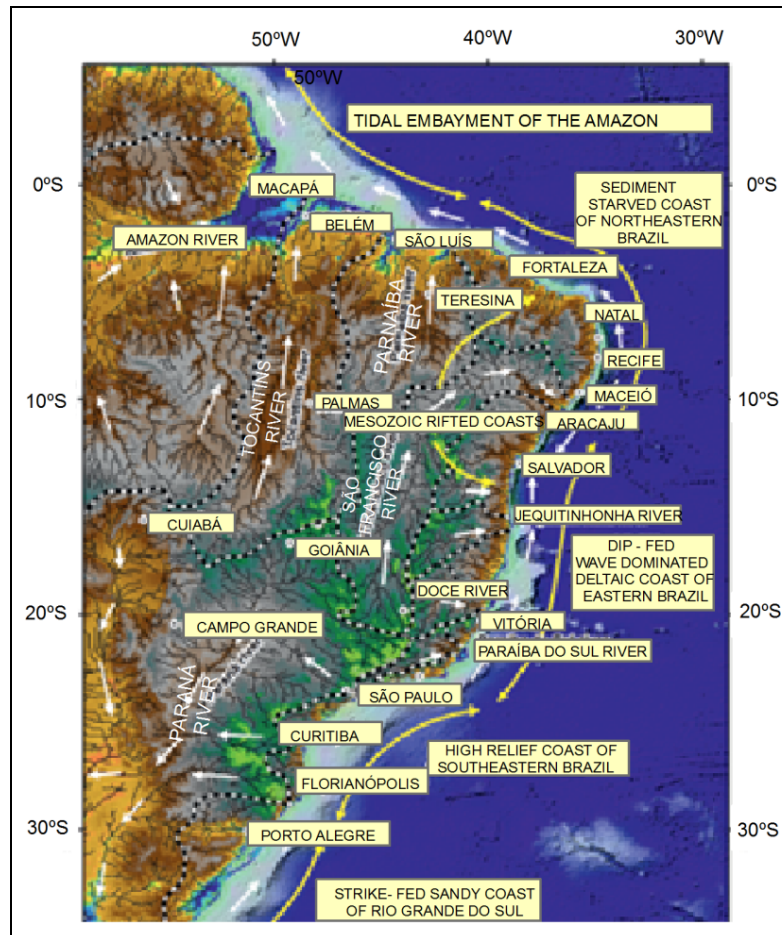


Figura 3.2 Identificação dos grandes rios e as principais bacias de drenagem (linhas grossas quebradas). Também são mostradas as principais tipologias costeiras. As setas indicam principais vias de transporte de sedimentos no continente ao longo da zona costeira (Domingues et al. 2009).

CAPÍTULO 4

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CONJUNTO DE DADOS DE SENSORES REMOTOS UTILIZADOS

Os dados de sensores remotos utilizados neste trabalho incluem mosaicos semi-controlados de imagens de radar de abertura real (RAR), imagens digitais de sensores remotos ópticos, imagens de radar de abertura sintética (SAR) e dados de elevação.

As imagens de radar imageador de abertura real (RAR) foram construído pela Goodyear Aerospace Corporation(GEMS 1000) na banda X(3 cm e 9600 MHz), polarização HH, com resolução espacial de 16 m. A plataforma utilizada no Projeto RADAMBRASIL foi um avião Caravelle, com sobrevoo a uma altitude média de levantamento de 12 km e velocidade da aeronave em torno de 690 Km/h. O levantamento aéreo foi realizado ao longo de linhas de voo no sentido norte-sul, comum espaço entre elas em torno de 27,5 Km, o que correspondeu cerca de 6 linhas de voo para cada folha na escala 1:250.000 (Allevato & Pingarilho 1979). As imagens foram adquiridas em formato digital da ADIMB (Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira) pelo Laboratório de Análise de Imagem do Trópico Úmido da UFPA.

As imagens Landsat Thematic Mapper (TM) foram obtidas a partir da Missão de Continuidade de dados Landsat – LDCM que é uma missão conjunta da Aeronautics and Space Administration (NASA) and US Geological Survey (USGS). As Imagens TM foram adquiridas do site do projeto Global Land Cover Facility (GLCF) no formato Nível 1 do Terreno (L1T), em número digital de 8 bits(<http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>). Essas imagens são produtos de dados L1T com correções geométricas sistemáticas que usam modelo de elevação digital e pontos de controle no terreno (GCPs) para reamostrar os dados radiometricamente corrigidos usando convolução cúbica para criar imagens ortorretificadas da superfície da Terra na projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) , e datum WGS84, com erro quadrático médio inferior a 1 pixel (Tucker et al. 2004).

As imagens Alos PalSAR 2008 (banda L) foram baixadas do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (<http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>) obtidas com duas polarizações (HH e HV), ortorretificadas sem pontos de controle, usando MDE SRTM, com resolução nominal de 20 metros e pixel de 12,5 metros, e ângulo de incidência de 34.3° no centro da cena. As ortoimagens estão em formato GEOTIFF. As duas polarizações estão armazenadas em 2 canais dentro do mesmo arquivo Geotiff, cada um deles com 16 bits. A acurácia planimétrica esperada é de 31 metros (CE90).

As imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) foram adquiridas no site do projeto GLCF, com resolução espacial de 90 metros. A Missão Topográfica Shuttle Radar Topography Mission pela primeira vez, forneceu um DEM global de elevada qualidade em níveis de resolução de 1 e 3 de arco segundo. O DEM SRTM cobriu a terra entre as latitudes 60° N e 57° S, adquirido com o mesmo sensor em uma única missão e produzido com o radar de abertura sintética interferometria (inSAR). Todos os dados foram adquiridos no prazo de 11 dias. Entre 11 e 22 de fevereiro, os dois pares de antenas que operam nas bandas C e X foram iluminados simultaneamente e gravaram os sinais de radar a bordo do Shuttle Endeavour. A SRTM foi realizada conjuntamente pela NASA, o Centro Aeroespacial Alemão (DLR) e a Agência Espacial Italiana (ASI) (Rabus et al. 2003). Os dados da banda C, cobriram uma área de 119 milhões de km² (Pessagno 2000). Atualmente os dados estão sendo processado pela NASA-JPL. A DLR foi responsável pela concepção do instrumento X-SAR, pela missão de planejamento, de calibração, bem como pelo desenvolvimento e operação de processamento sistema de arquivo (Roth et al. 2001). Os dados da banda X que cobrem cerca de 58 milhões de km², atualmente são processados pela DLR (Roth et al. 2002). O código das imagens Alos PalSAR e as órbitas-pontos das cenas Landsat-5 utilizadas neste trabalho são apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Principais características das imagens utilizadas neste projeto.

(continua)

Plataforma/ Sensor	CENA	Fonte
Alos PalSAR	ALPSRP119756820_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP119756830_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121067010_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121067020_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121067030_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121067040_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121067050_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121067060_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121067070_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121067080_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121506860_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121506870_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121506880_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121506890_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121796990_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121797000_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121797070_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121797080_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP121797090_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP126026990_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP126027000_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP126027070_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP126027080_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP126757970_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP129237110_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP129237110_H1_5_UA_FBD_ORTO	IBGE

(conclusão)		
Alos PalSAR	ALPSRP129237120 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP129966920 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP129967120 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP130986970 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP130986980 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP130987070 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP130987980 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP130987990 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP130987100 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP132446900 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP132446910 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP132446920 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP132447110 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP132447120 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP135656810 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP136967000 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP136967010 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP136967030 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP136967050 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP136967060 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP136967070 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP136967080 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP137406820 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP137406830 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP137406840 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP137406850 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP140177100 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
Alos PalSAR	ALPSRP140177110 H1 5 UA FBD ORTO	IBGE
LANDSAT -5	219-62	GLCF
LANDSAT -5	218-62	GLCF
LANDSAT -5	217-62	GLCF
LANDSAT -5	216-63	GLCF
LANDSAT -5	215-72	GLCF
LANDSAT -5	215-71	GLCF
LANDSAT -5	215-64	GLCF
LANDSAT -5	214-65	GLCF
LANDSAT -5	214-64	GLCF
LANDSAT -5	214-67	GLCF
LANDSAT -5	215-71	GLCF
LANDSAT -5	215-72	GLCF
RADAR GEMS 1000	----	ADIMB

4.2. ORTORRETIFICAÇÃO DAS IMAGENS DE SENSORES REMOTOS

As imagens Landsat no formato L1T (Tucker et al. 2004) e as imagens Alos PalSAR no formato GEOTIFF foram adquiridas já ortorretificadas. Dados de elevação do SRTM e dados planimétricos do Alos PalSAR foram utilizados para orthorretificar as imagens RADAMBRASIL. Na ortorretificação das cenas utilizou-se a Função *OrthoEngine do software PCI Geomatics* com o modelo matemático “Rational Functios”. Foram utilizados pelo menos vinte pontos de controle (*GroundControl Point-GCP*) durante o processo de ortorretificacao. O erro quadrático médio obtido em cada cena foi também inferior a 1 pixel (Anexo B).

4.3 COLETA DE DADOS EM CAMPO PARA AVALIAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO

Em janeiro e fevereiro de 2012 e 2013 e janeiro de 2014 foram realizados trabalhos de campo para reconhecer as áreas de manguezal através de fotografias panorâmicas digitais e pontos de controle no terreno (GCPs)(Anexo A), os quais foram adquiridos através de um Sistema de Posicionamento Global (GPS). O software GPS TrackMaker foi usado para traçar a trilha e localizar os pontos obtidos com GPS sobre o mosaico das imagens Landsat-5 de 2008 em um posicionamento em tempo real. Assim, foi possível identificar em campo as classes continente massa d'água e manguezal (Tabela 4.3), as quais foram devidamente identificadas no mosaico de imagens. Durante o mapeamento de campo foram coletados 183 pontos de controle (Figura 4.1) coletados durante as campanhas de campo para avaliação da classificação.

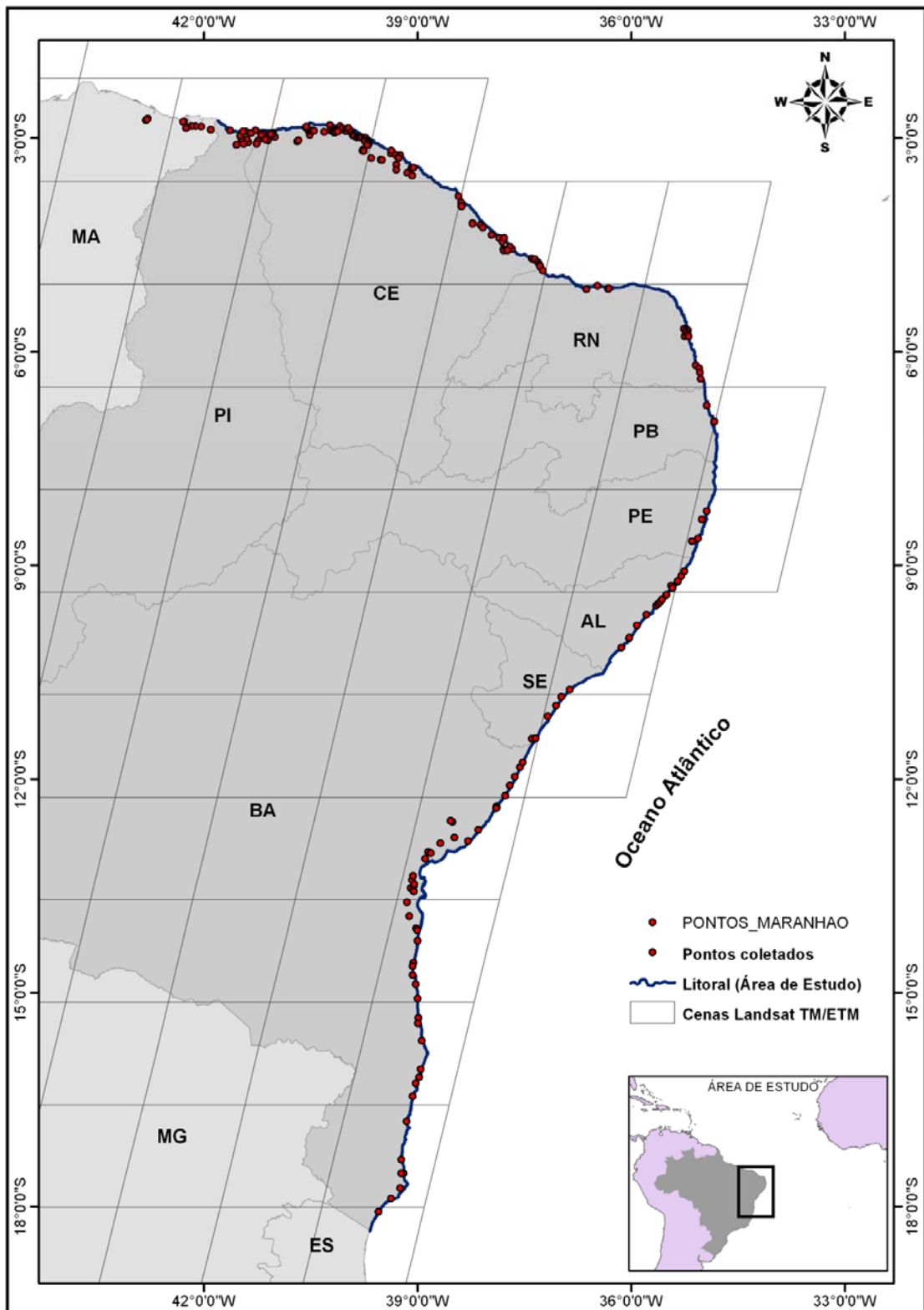


Figura 4.1 – Mapa dos 183 pontos de controle coletados em campo para avaliação das áreas de manguezal ao longo da costa nordeste do Brasil.

4.4. SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS

Normalmente, o processo de segmentação é aplicado apenas em uma única imagem de satélite (Flanders et al. 2003, Wulder et al. 2009). Neste estudo, assim como no estudo apresentado por Desclée et al. (2006), os objetos foram definidos em uma única operação realizada no conjunto de imagens SAR e ópticas, utilizando todas de modo sequencial. Esta abordagem, definida por Desclée et al. (2006) como segmentação multidos, está fundamentada em informação espacial, espectral e temporal para delinear objetos adequados, de modo que os pixels dos objetos apresentam características espectro-temporal similares.

A Tabela 4.2 apresenta a árvore de processo, as regras (segmentação, algoritmos, classes e atributos) e sequência do processamento realizado para classificação das áreas de manguezal do Nordeste do Brasil para os de 2008 e 1975.

Tabela 4.2. Árvore de processo elaborada para classificação das áreas de manguezal do Nordeste do Brasil para os anos de 2008 e 1975.

PROCESSO	PROCESSO FILHO	ALGORÍTIMO	OPERADOR	FUNÇÃO / INTERVALO	
				2008	1975
1.SEGMENTAÇÃO		Multiresolution segmentation			
2.CLASSIFICAÇÃO	Classe Continente		Assign class	mean B4 Landsat [39-255]	
	Classe Massa de Água		Assign class	mean B4 Landsat [0-39] RADAR $10*\log[(\text{mean HH})]$ [28-34]	
	Classe Manguezal		Assign class	mean B5 Landsat [35-100] RADAR mean HV [770-2410] + mean SRTM [0-9]	RADAR mean HH [100-255] + Mean SRTM [0-9]
3.MERGE	Agrupar Segmentos da Classe		Merge region		

4.4.1. Segmentação

O processo de segmentação das imagens foi feito para se agrupar pixels com características espaciais similares, minimizando a variabilidade dentro do objeto em relação à variabilidade existente com outros objetos (Batz & Schäpe 2000). Após a segmentação a unidade de análise passou a ser o objeto. Em numerosos ciclos subsequentes do processo de agrupamento, objetos de imagem menores são mescladas em outros maiores, como implementado no software comercial eCognition (Benz et al. 2004, Frohn et al. 2009). Para este estudo a escala de segmentação foi definida depois de vários testes, levando em consideração os menores objetos resultantes das imagens Alos PalSAR, SRTM e LANDSAT TM. Pesos diferenciados foram dados para todas as imagens. Em decorrência da frequente

cobertura de nuvem na área de estudo, foi atribuído um peso maior para as imagens Alos Palsar (2008) (peso 15), assim como aos dados de elevação SRTM (peso 10), enquanto às imagens LANDSAT TM foi atribuído o menor peso (3).







A segmentação foi realizada a partir do parâmetro espectral de 90%, isto é, 90% para o brilho e 10% para a forma, e de compacidade de 50% (i.e. 50% para suavidade). Enquanto o parâmetro de escala adotado foi 50, para se obter uma segmentação de imagem com tamanho de objeto mínimo de 2,5 ha, ou 28 pixels de 30 x 30 m.

Logo após a etapa de segmentação multi-resolução foram utilizadas funções para auxiliar a classificação (Tabela 4.2) visando à melhor forma de se extrair objetos com a informação sobre áreas de manguezais.

4.4.2. Classificação multi-resolução

Para a classificação multi-resolução das diferentes imagens usadas no trabalho foram definidas inicialmente 3 classes: *continente, massa de água e manguezal* (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Classes utilizadas na classificação das áreas de manguezais

CLASSE	DESCRIÇÃO	IMAGEM SAR	FOTOGRAFIA
CONTINENTE Macau RN	Área de terra firme onde ocorre exploração de Petróleo em Macau_RN		
MASSA de ÁGUA CE	Rio da Barra Grande		
MANGUEZAL Canavieiras BA	litoral sul da Bahia		

Definida as classes de mapeamento, foi possível partir para a classificação da área de manguezal. Os valores dos segmentos nas duas imagens foram combinados na função: mean B5 Landsat e no intervalo [0-39] que leva em consideração valores de reflectância do LANDSAT TM na banda 5. Sabemos que as imagens LANDSAT operam na faixa espectral do óptico e que as nuvens e as sombras tornam-se um grande problema nas classificações automáticas. Essa situação pôde ser resolvida com o auxílio de imagens de radar Alos PalSAR com o controle da elevação do SRTM. No geral, os manguezais no nordeste do Brasil possuem elevação entre 0 e 9 metros em média, visto que, as imagens SRTM captam a elevação do dossel da vegetação e não a do terreno. Durante o processo de classificação automática, adotamos as funções e os respectivos intervalos mostrados na árvore de processo elaborada para classificação das áreas de manguezal do Nordeste do Brasil (Tabela 4.2) tanto para o ano de 2008 quanto 1975. Cada classe foi classificada separadamente no domínio do nível de imagem objeto.

4.5 DETECÇÃO DE MUDANÇAS ORIENTADA A OBJETOS

O termo “change detection” tem por definição “um processo de detecção de mudanças no estado de um objeto ou fenômeno por intermédio da identificação de diferenças entre dois conjuntos de imagens tomadas da mesma área em épocas distintas” (Vasconcelos 2009).

As mudanças na cobertura dos manguezais no nordeste do Brasil foram calculadas a partir do Software eCognition que a partir da sobreposição das imagens classificadas, comparou as áreas e as discriminou a partir da relação de pertinência em áreas perdidas, inalteradas e acrescidas entre as imagens de 1975 e 2008, conforme ilustrado na Figura 4.2.

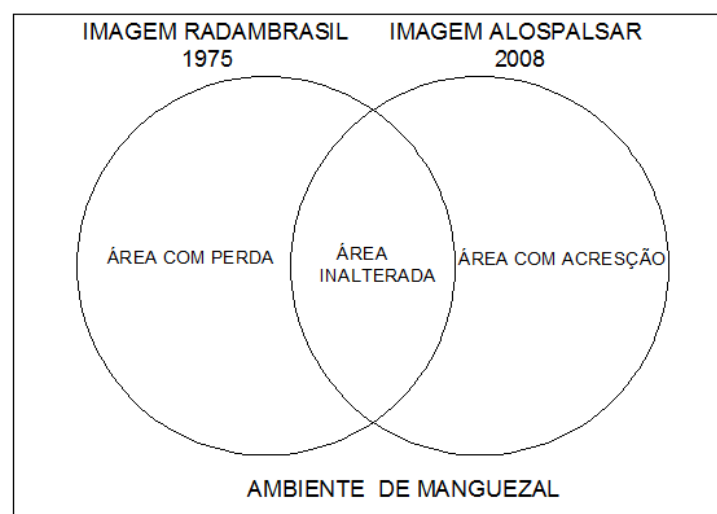


Figura 4.2 – Relação de pertinência com áreas de manguezal perdidas, inalteradas e acrescidas entre 1975 e 2008.

O principal objetivo da detecção de mudanças baseado em objeto foi detectar e quantificar a perda, acresção ou não mudança das áreas de manguezais do nordeste do Brasil, a fim de compreender a dinâmica entre os anos de 1975 e 2008. Neste estudo, definimos três classes como descrito na Tabela 4.3.

4.5.1. Matriz de mudança das áreas de manguezal

A partir da comparação dos mapas gerados para os dois períodos (1975 e 2008) foram detectadas as mudanças nas áreas de manguezal. Estas mudanças foram expressas através de uma matriz de dinâmica de uso e cobertura da terra (Pontius et al. 2004). Esta matriz foi o ponto de partida para análise das mudanças das áreas de manguezal, e a base para análise e descrição das análises estatísticas subsequentes.

4.5.2. Descrição de indicadores de mudança das áreas de manguezal

Para detecção de mudança da área de manguezal foi estimada a área inalterada (área de manguezal comum para os dois períodos estudados), a área perdida (área de manguezal mapeada em 1975, porém não reconhecida em 2008), a área acrescida (área de manguezal mapeada em 2008, porém não reconhecida em 1975) e alteração líquida (diferença da área total de manguezal mapeada em 2008 menos area total de manguezal mapeada em 1975).

Para melhor analisar as mudanças espaciais dos manguezais foram calculados os valores de estabilidade posicional (location stability - LS), estabilidade residente (residence stability - RS) e alteração líquida (net change – NC) (Ramsey et al. 2001) das áreas de manguezal em cada estado do nordeste brasileiro.

Estabilidade posicional da classe manguezal – LS_m : foi definida como a percentagem remanescente de uma classe pertencente a mesma classe, localizada na mesma posição, tanto na data inicial (e.g. manguezal em 1975), quanto na data final (e.g. manguezal em 2008). Quanto mais baixo for o valor (0), o LS_m indica que a perda da distribuição original da classe foi total, enquanto o valor mais alto (100) implica a conservação completa da distribuição original.

$$LS_m = \left(\frac{CIY_m - GLC_m}{CIY_m} \right) \times 100(1)$$

onde: CIY_m é área de manguezal no ano inicial. GLC_m é a perda bruta da área de manguezal.

Refere-se a área de manguezal perdida entre a data inicial (1975) e a data final (2008), independentemente da superfície incorporada.

Estabilidade residente - RSm: é a percentagem de mudança da área de manguezal para o período estudado. Um valor nulo (zero) para a classe indica que não há mudança líquida na área total de cobertura do solo durante o período estudado. Os valores positivos indicam um incremento na área de manguezal em relação à data inicial, enquanto os valores negativos significam uma perda líquida em relação à data inicial, ambos expressos em percentagem. A fórmula para o cálculo de estabilidade residência (RSm) é:

$$RSm = \left(\frac{CFYm - CIYm}{CIYm} \right) \times 100 \quad (2)$$

onde: CFYm é a área de manguezal no último ano estudado;

CIYm é a área de manguezal no primeiro ano de estudo.

Alteração líquida – NCm: foi definida como a diferença de área entre o ano inicial e o ano final analisados. O NCm é calculado apartir da equação abaixo:

$$NCm = CFYm - CIYm \quad (3)$$

4.5.3. Mudança das áreas de manguezais por estado: similaridades e dissimilaridades

Cálculo de distâncias métricas (euclidianas) entre os indicadores de mudança das áreas de manguezal estimados para cada estuário e para cada estado e sua representação como um diagrama de árvore (dendrograma) foi utilizada para descrever os diferentes cenários de mudança na cobertura de manguezal, levando-se em conta a localização regional de cada estuário e de cada estado.

As diferenças observadas na cobertura dos manguezais foram descritos por estado para ambos os períodos (1975 e 2008) por meio de uma análise de agrupamento hierárquico (Maechler et al. 2012). As semelhanças e diferenças foram expressas por meio das distâncias euclidianas entre os pares de LS e RS. As análises foram realizadas no software IBM SPSS Software e os resultados apresentados na forma de dendrograma. Quanto maior a dissimilaridade entre os pares de valores LS e RS, maiores são as diferenças na forma e nas mudanças na cobertura dos manguezais em cada estado. Como passo inicial para a análise,

distâncias euclidianas par-a-par foram calculadas a partir dos valores LS e RS relativo a cada estuário e a cada estado.

A partir da matriz de distância euclidiana resultante, uma análise de agrupamento completa (“complete-linkage cluster analysis”) foi realizada (Everitt et al. 2001). Nesta análise, a distância entre dois grupos é estimada como sendo a distância máxima entre um par de objetos, grupo a grupo, e de um em relação aos outros. Este método tende a encontrar grupos compactos com diâmetros similares.

4.6. QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE AQUICULTURA E SALINA

Os segmentos gerados a partir do processo de classificação das áreas de mangue foram visualizados sobre as imagens Alos PalSAR. Em seguida, os seguimentos que apresentaram formas geométricas (tanques de aquicultura ou salinas) sobre as imagens Alos PalSAR (Figura 4.4a) foram plotadas sobre imagens de alta resolução no Google Earth a fim de se determinar se a área inicial era constituída de mangue ou apicum (Figura 4.4b).

A quantificação das áreas urbanas que se expandiram sobre os manguezais não foi quantificada, pois não era possível reconhecer estas feições nas imagens de radar. Assim, a quantificação da redução das áreas de mangue em função da ação antrópica foi realizada somente a partir da atividade de aquicultura e produção de sal.

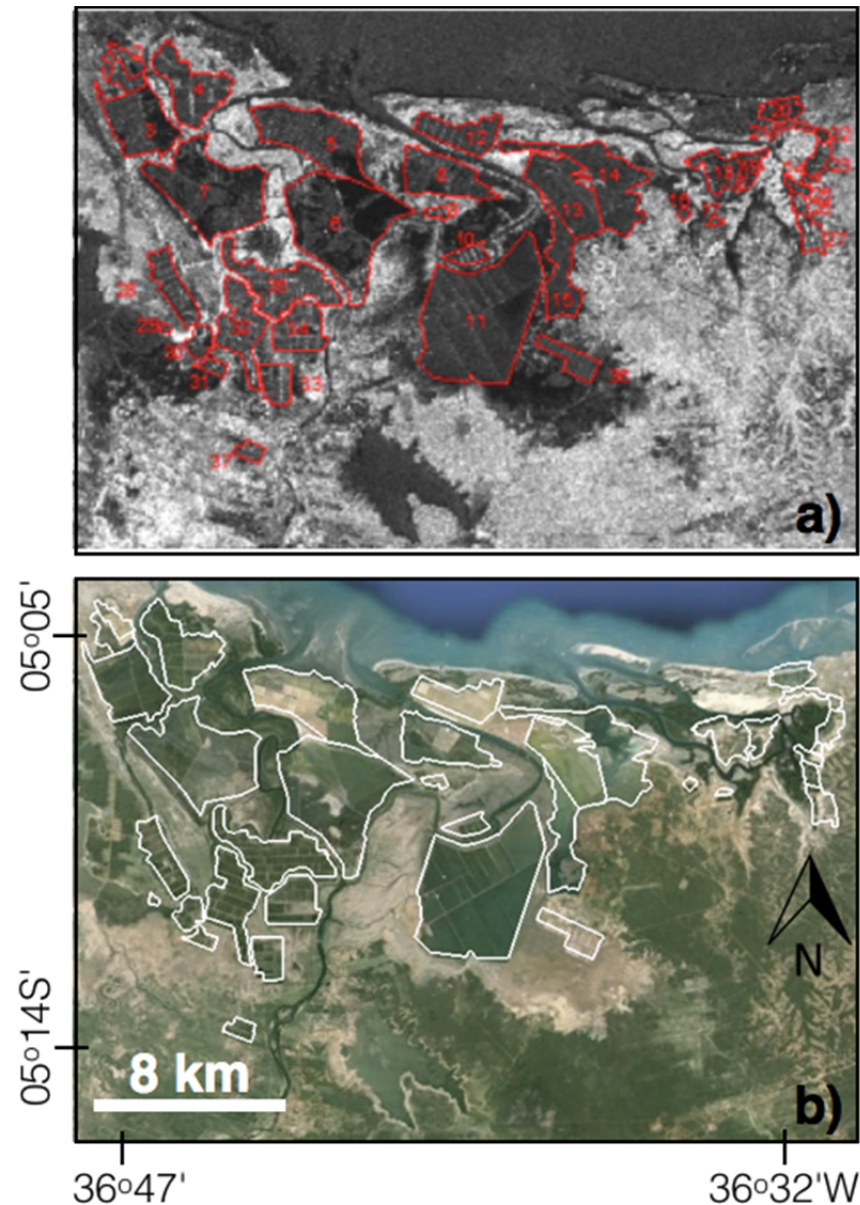


Figura 4.3. Polígonos mostrando a localização das atividades de aquacultura/salinas plotados sobre imagem do Alos PalSAR (A) e imagem de alta resolução do Google Earth (B).

4.7. AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DA CLASSIFICAÇÃO

4.7.1. Matriz de confusão e índices para validação da classificação

A avaliação da acurácia da classificação pode ser obtida através de coeficientes de concordância que são derivados de uma matriz de confusão, a fim de verificar erros oriundos do processo de atribuição dos pixels a determinadas classes (Figueiredo 2007). A matriz de confusão estabeleceu a base para descrevermos a precisão da classificação e caracterizar os erros refinando a classificação final. Através da matriz podemos estabelecer medidas confiáveis para validação da classificação (Foody 2002). A geração da matriz de erro foi

realizada através de pontos de controle no terreno obtidos em campo com receptor GPS e levantamento fotográfico.

Não há consenso científico sobre o método mais preciso para avaliar a precisão de uma classificação baseada em objetos. No entanto, uma abordagem geralmente aceita é que o polígono deve ser a unidade de amostragem (Congalton & Green 2009), quando não há dados disponíveis de campo para cobrir a área de estudo (Lyons et al. 2012). Neste estudo, foram inicialmente avaliadas a qualidade de segmentação de imagens a partir de uma avaliação visual das imagens classificadas. Mais tarde, foram utilizados 183 GCPs coletados durante o trabalho de campo para executar a avaliação de precisão da classificação das imagens de 2008. Para avaliação da acurácia da classificação multiresolução e multisensor orientada a objetos para o ano de 2008 foi gerada a matriz de confusão (Congalton 1991, Foody 2002). Foram calculadas a exatidão do consumidor e do produtor (Story & Congalton 1986), bem como a exatidão Kappa por classe para todas as classes juntamente com a exatidão global, índice Kappa geral (Congalton & Green 2009) e índice Tau (Ma & Redmond 1995).

Para validação da classificação foram definidas apenas duas classes, Manguezal e Outras. As outras incluem as classes Massa d'água e, Continente. A análise de erro foi realizada somente para o ano de 2008, uma vez que este representa o período mais próximo ao levantamento realizado em campo.

4.7.2. Matriz de confusão para detecção de mudança

Além das dificuldades associadas à avaliação da precisão, a partir de uma única fonte de dados em sensoriamento remoto, a detecção de mudanças (change detection) apresenta um quadro mais difícil e desafiador (Congalton & Green 1999). Para realizar uma avaliação estatística válida para dados de imagens tomadas no passado e suas alterações resultantes até o momento, obtidas em dados de imagens atuais, foi utilizada a matriz de erro para detecção de mudança. O coeficiente de concordância kappa representou a medida mais precisa para detecção de mudança por levar em consideração todas as células da matriz de confusão (Congalton & Green 1999).

CAPÍTULO 5

5 RESULTADOS

5.1. AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE MANGUE

A acurácia foi realizada com os pontos de controle coletados em campo (GCPs), os quais foram distribuídos aleatoriamente sobre os mosaicos de imagens de referência do ano 2008, em virtude da proximidade temporal das imagens com as campanhas de campo (2012, 2013 e 2014). Foi calculada a matriz de confusão (Tabela 5.1), que mostra o percentual de *manguezais* que foram mapeados de forma correta, e ainda, foi usado o índice *Kappa* que é utilizado na avaliação da concordância entre os GCPs e o mapa gerado pela classificação (Congalton, 1991).

Para validação da classificação foram coletados 183 pontos de controle no terreno. Deste total, 154 pontos foram coletados em áreas de manguezal e 29 pontos nas demais classes, aqui definidas como Outras. Dos 154 pontos coletados em áreas de manguezal, 147 ou 95,45% foram classificados corretamente. Enquanto, 7 pontos ou 4,54% não concordaram com os dados obtidos no campo. Para a classe “Outras” (Continente, Massa d’água) foram coletados 29 pontos no campo, dos quais todos foram classificados corretamente. O erro de omissão ficou em torno de 24%, gerando uma exatidão do consumidor de aproximadamente 75,86% (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Matriz de erro da classificação multiresolução e multisensor orientada a objetos.

Classificação	Manguezal	Outros	Total	Erro de Comissão	Exatidão do Consumidor
Manguezal	147	7	154	4,54%	95,45%
Outros	7	22	29	24,13%	75,86%
Total	154	29	183		
Erro Omissão	4,54%	24,13%			
Exatidão do Produtor	95,45%	75,86%			
Kappa por Classe	92,28%	92,34%			
Exatidão Global = 92%	Índice Kappa = 0,87	Índice Tau = 0,85			

O cálculo da acurácia da classificação orientada a objetos foi baseado em diferentes índices. O índice Kappa por Classe obteve valores de 0,92 para ambas as classes, enquanto o índice Kappa Geral foi de 0,87. A exatidão geral obtida para a classificação foi de 92%, ou

seja, dos 183 pontos obtidos, 169 foram corretamente classificados. Em relação ao Índice Tau, o valor obtido foi de 0,85, o que indicou que 85% mais objetos foram classificados corretamente conforme seria esperado, de acordo com a atribuição aleatória. Todos os índices utilizados apontam para uma acurácia da classificação fortemente concordante com os dados obtidos no campo.

5.2. CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE MANGUEZAIS NOS ESTADOS DO NORDESTE DO BRASIL

A fim de compararmos os resultados deste trabalho sobre o mapeamento da extensão das áreas de mangue do nordeste brasileiro no ano de 1975 a partir das imagens de radar do sensor GEMS-1000 (Projeto RADAMBRASIL) (Tabela 5.2), com aqueles publicados por Herz (1991), gerado a partir da interpretação visual do mesmo conjunto de dados, foi analisada a variação percentual das estimativas das áreas, assim como a correlação estatística entre os dois conjuntos de dados.

De modo geral, as variações percentuais foram inferiores a $\pm 8\%$, exceto no estado de Alagoas (Tabela 5.2). A correlação entre os dois conjuntos de dados foi de 0,99 (Figura 5.1). Estes resultados mostram que o mapeamento das áreas de mangue obtido a partir da classificação orientada a objetos geográficos das imagens de radar do sensor GEMS-1000 são considerados confiáveis, em virtude da pequena variação percentual das áreas de mangue mapeadas em cada estado do nordeste do Brasil e a alta correção observada entre os dois conjuntos de dados comparados, gerados a partir de métodos de classificação completamente diferentes.

Tabela 5.2. Estimativa da área de manguezal do nordeste brasileiro para o ano de 1975 realizada neste trabalho e por Herz (1991).

Estados	Área de mangue km ² (1975)		Variação (%)
	Este trabalho	Herz (1991)	
MA	470.70	508.32	7.99
PI	29.51	29.94	1.46
CE	131.95	140.43	6.43
RN	112.69	108.19	-3.99
PB	72.50	68.88	-4.99
PE	98.58	96.61	-2.00
AL	63.46	71.76	13.08
SE	157.51	156.06	-0.92
BA	408.19	430.26	5.41
Total	1,545.09	1,610.45	4.23

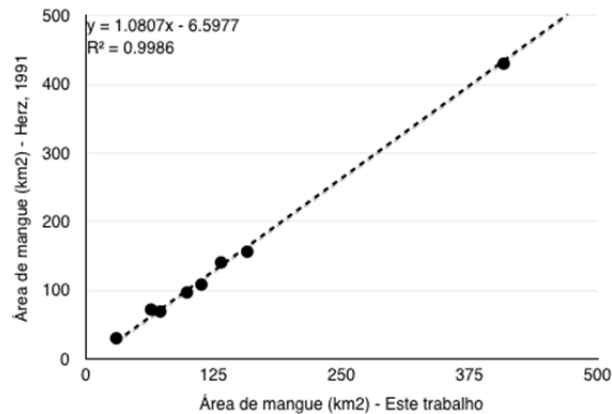


Figura 5.1. Correlação entre as áreas de mangue mapeadas em cada estado do nordeste brasileiro a partir de classificação orientada a objeto (este trabalho) e interpretação visual (Herz 1991) das imagens de radar do ano de 1975.

A partir da metodologia desenvolvida foi possível calcular as áreas de floresta de mangue para os anos de 1975 e 2008 para cada estuário do nordeste do Brasil (Anexo C). Estes resultados foram agrupados e as análises foram realizadas tendo como referências as áreas de floresta de mangue de cada estado (Figura 5.2). Observa-se que a distribuição espacial das áreas de manguezal no nordeste do Brasil ocorre principalmente ao longo dos canais estuarinos dos principais rios da região, com planícies de marés retrogradacionais, com exceção dos manguezais do Maranhão que desenvolve-se sobre uma extensa planície de maré progradacional, a oeste da foz do Rio Parnaíba, na Baía de Tutóia (Figura 5.3).

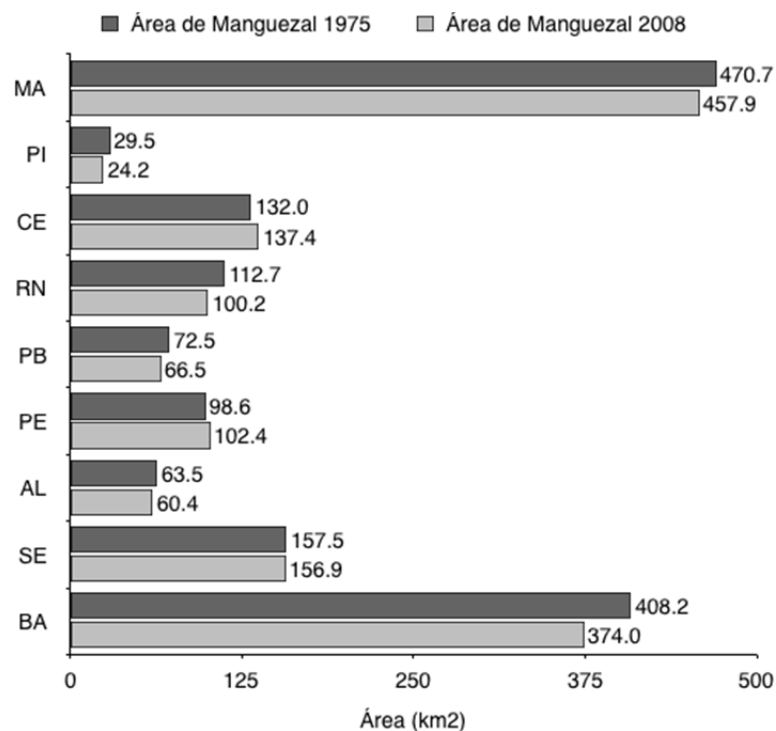


Figura 5.2. Distribuição estadual das áreas de floresta de mangue nos anos de 1975 e 2008.

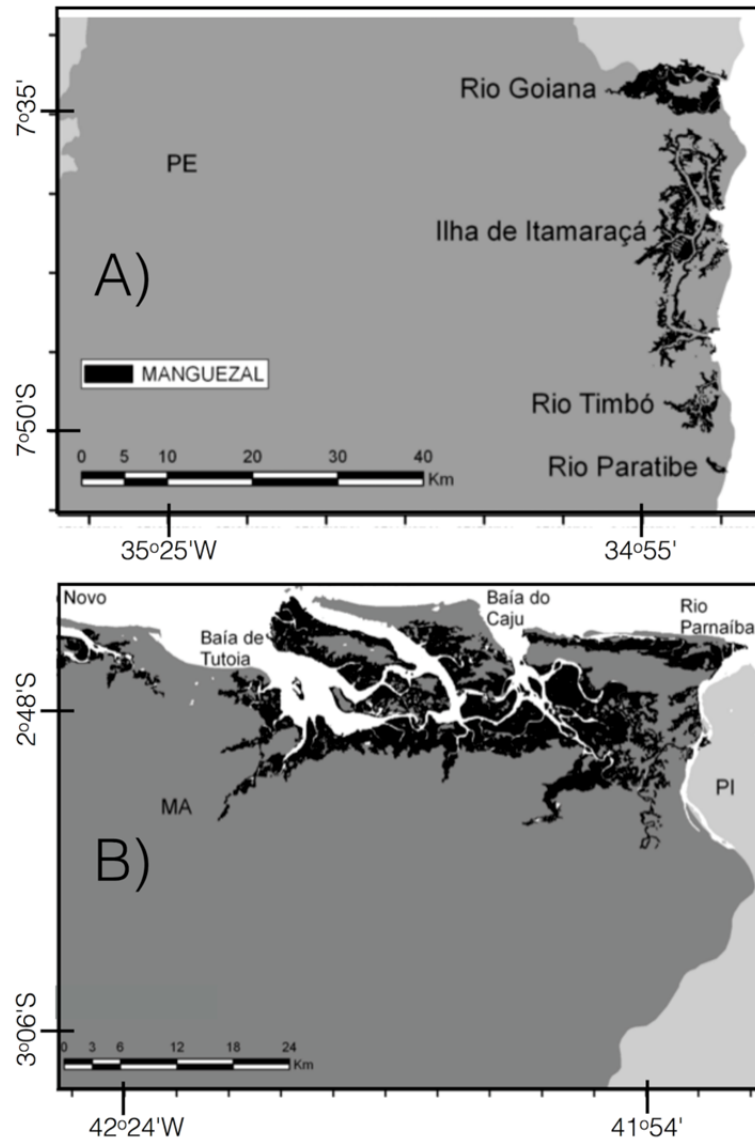


Figura 5.3. Forma predominante da distribuição das áreas de mangue ao longo de canais estuarinos (A) e a distribuição em planícies de marés (B).

As maiores extensões de áreas de mangue estão concentradas nos estados do Maranhão e da Bahia, enquanto as menores localizam-se no litoral do Piauí, Alagoas e Paraíba (Figura 5.2). A extensão das áreas de floresta de mangue em cada Estado nos anos de 1975 e 2008 é apresentada na Tabela 5.3. Os Anexos D e E ilustram as quinze áreas que compõe a região estudada para os anos de 2008 e 1975, respectivamente. Estes Anexos mostram as imagens Landsat, Alos PalSAR, GEM-100, bem como os mapas classificados, além da extensão das áreas de floresta de mangue em cada um dos estuários existentes ao longo do litoral nordeste do Brasil.

Tabela 5.3. Distribuição das áreas de mangue em km² e percentual (%) na área em estudo.

Estados	Área de Manguezal 1975		Área de Manguezal 2008	
	(km ²)	%	(km ²)	%
Maranhão	470.70	30.46	457.94	30.94
Piauí	29.51	1.91	24.16	1.63
Ceará	131.95	8.54	137.43	9.29
Rio Grande do Norte	112.69	7.29	100.23	6.77
Paraíba	72.50	4.69	66.52	4.49
Pernambuco	98.58	6.38	102.44	6.92
Alagoas	63.46	4.11	60.42	4.08
Sergipe	157.51	10.19	156.94	10.60
Bahia	408.19	26.42	374.03	25.27
Região Nordeste	1545.09	100.00	1480.11	100.00

5.3. DETECÇÃO DE MUDANÇA DAS ÁREAS DE MANGUE NO NORDESTE DO BRASIL

De modo geral, observa-se uma redução das áreas de mangue no nordeste do Brasil de ~1.545 km² (1975) para ~1.480 km² (2008), ou seja, houve uma diminuição de área de ~65 km² (13%). Esta redução na área de mangue ocorre em quase todos os estados do nordeste do Brasil, com destaque para o litoral da Bahia que perdeu aproximadamente ~34 km², o que representa pouco mais da metade da perda líquida da área de mangue. Vale a pena ressaltar também a perda das áreas de mangue nos estados do Maranhão e do Rio Grande do Norte, que perderam aproximadamente 12 km² cada um. A perda de área de mangue nestes três estados atinge uma superfície de ~59 km², representando 91% das perdas dos manguezais na área em estudo. Em Sergipe, a perda líquida se aproximou de zero (0,57 km²), o que denota uma estabilidade na área de mangue observada entre os dois períodos. Os estados do Ceará e Pernambuco são os únicos onde observa-se um aumento na área de mangue, da ordem de ~5 km² e ~4 km², respectivamente (Figura 5.2). É possível observar na Figura 5.4 os percentuais e a extensão das áreas de ganho e perda líquida dos manguezais em cada um dos estados analisados.

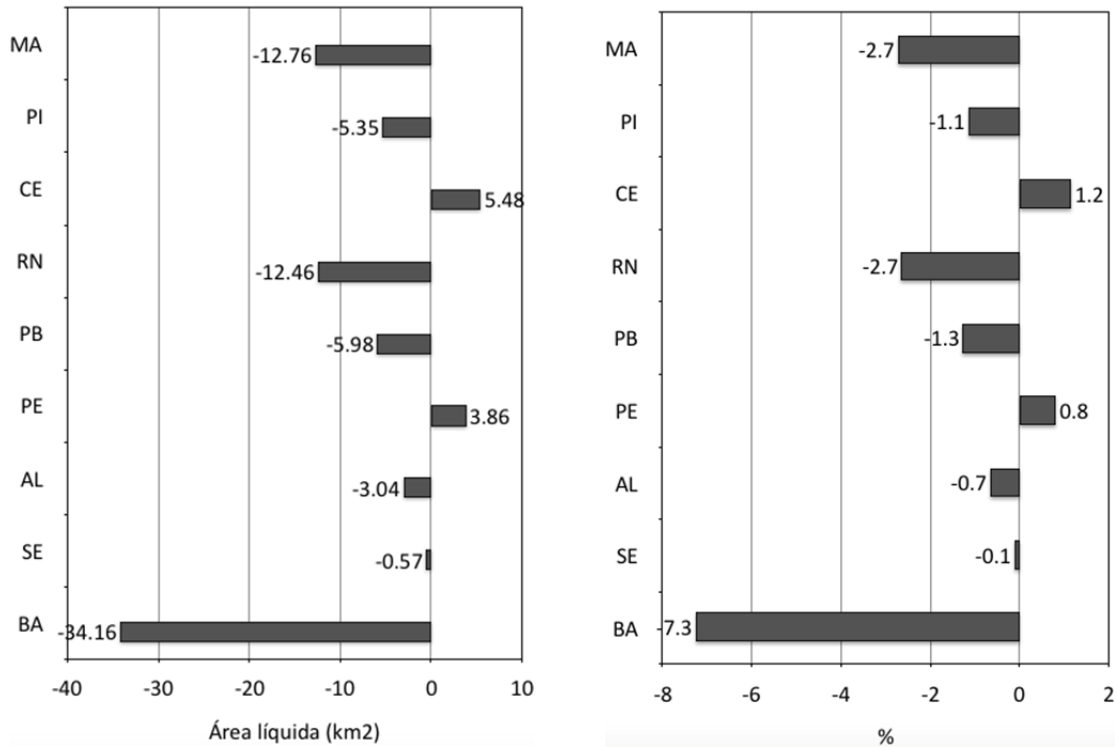


Figura 5.4. Perda e ganho líquido das áreas de mangue em km² e percentual para cada estado brasileiro no período de 1975 a 2008.

A distribuição regional da superfície de mangue em ambos os períodos estudados (Figura 5.2) mostra a heterogeneidade estadual, evidente da sua distribuição: enquanto o Maranhão e a Bahia durante o ano 1975, continham ~56,88% da superfície total de mangue, enquanto os estados do Piauí, Paraíba e Alagoas concentravam ~10,71% da área total. Esta diferença regional, não se alterou consideravelmente em 2008, quando as superfícies de mangue nas regiões acima mencionadas eram de 56,21% e 10,21%, respectivamente. Os estados do Ceará e Pernambuco.

A Figura 5.5 ilustra que a extensão das áreas inalteradas, acrescidas e perdidas foram altamente variáveis. As áreas inalteradas apresentaram um percentual médio de conservação de ~37%, com conservação máxima observada no Maranhão (~57%) e mínima na Bahia (~21%). O percentual de áreas de acreção da superfície de mangue apresentou valor médio de 58%, e valor máximo de ~70% na Bahia e mínimo de ~40% no Maranhão. Em relação ao percentual de áreas perdidas, o valor médio foi da ordem de ~63%, com valor máximo de ~78% na Bahia e mínimo de ~43% no Maranhão.

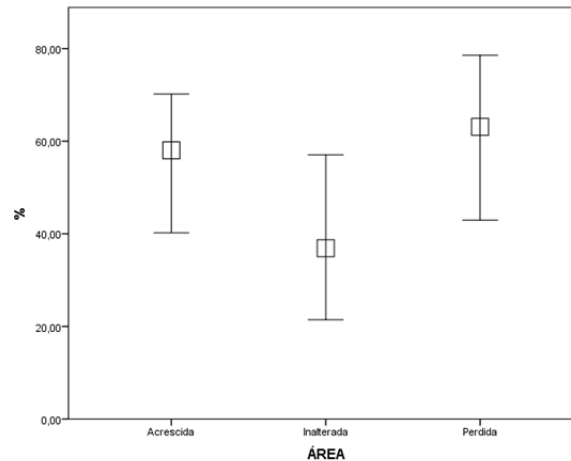


Figura 5.5. Distribuição percentual das áreas inalteradas, perdidas e acrescidas de mangue. A caixa vazada representa a média e as marcas superiores e inferiores nas linhas verticais representam os valores máximos e mínimos, respectivamente.

A área de mangue durante ambos períodos estudados, e os valores de áreas inalteradas, perdidas e acrescidas, área líquida (NC), estabilidade posicional (LS) e estabilidade residente (RS) em relação a área de mangue unicial são apresentados na Tabela 5.4. As diferenças nas áreas de mangue entre 1975 e 2008 revelam diferenças marcantes, evidenciadas principalmente pela estabilidade posicional e residente. As figuras 5.6 e 5.7 ilustram as detecções de mudança na Baía de Tutóia no Maranhão e na Ilha de Itamaracá em Pernambuco. O Anexo F ilustra os mapas de detecção de mudança para cada uma das 15 áreas que constituem a região estuda (Figura 3.1).

Tabela 5.4. Estimativa de mudança das áreas de mangue por estado do nordeste brasileiro entre os anos de 1975 e 2008.

Estados	Área	Área	Área inalterada		Área perdida		Área acrescida		NC*	LS*	RS*
	1975 (km ²)	2008 (km ²)	(km ²)	%	(km ²)	%	(km ²)	%			
MA	470,70	457,94	268,61	57,07	202,09	42,93	189,33	40,22	-12,76	57,07	-02,71
PI	29,51	24,16	12,09	40,97	17,42	59,03	12,07	40,90	-05,35	40,97	-18,13
CE	131,95	137,43	54,17	41,05	77,78	58,95	83,26	63,10	05,48	41,05	04,15
RN	112,69	100,23	29,43	26,12	83,26	73,88	70,80	62,83	-12,46	26,12	-11,06
PB	72,50	66,52	23,15	31,93	49,35	68,07	43,37	59,82	-05,98	31,93	-08,25
PE	98,58	102,44	41,57	42,17	57,01	57,83	60,87	61,75	03,86	42,17	03,92
AL	63,46	60,42	24,59	38,75	38,87	61,25	35,83	56,46	-03,04	38,75	-04,79
SE	157,51	156,94	51,33	32,59	106,18	67,41	105,61	67,05	-00,57	32,59	-00,36
BA	408,19	374,03	87,59	21,46	320,60	78,54	286,44	70,17	-34,16	21,46	-08,37
Total	1545,09	1480,11	592,53	100,00	952,56	100,00	887,58	100,00	-64,98	38,35	-04,21

*NC = perda líquida, LS = estabilidade posicional, RS = estabilidade residente.

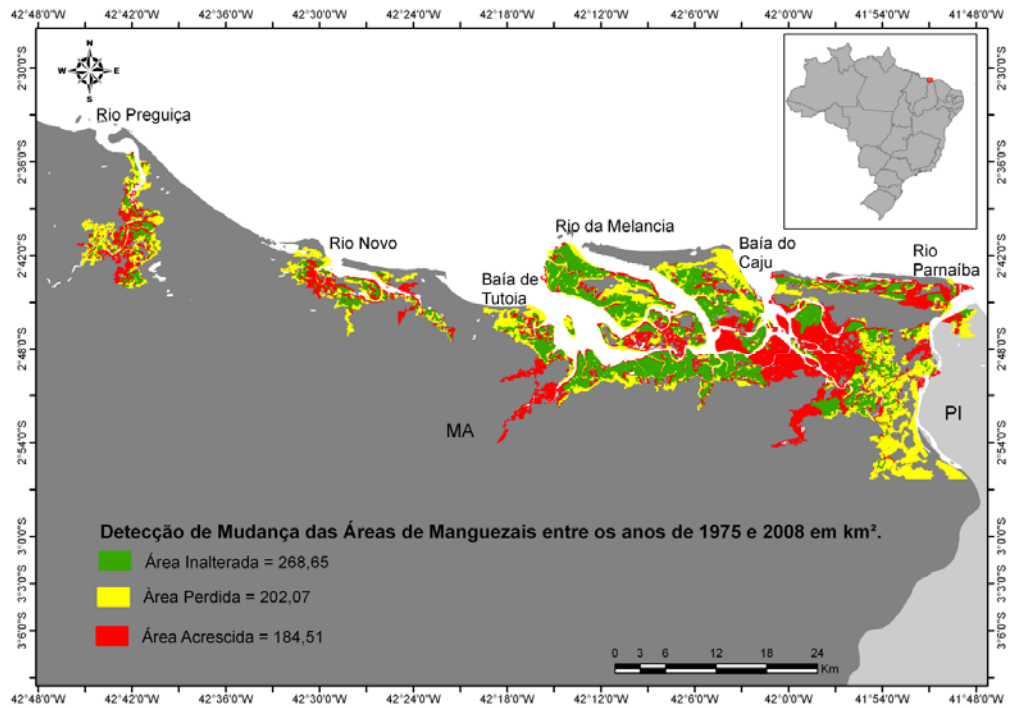


Figura 5.6. Deteção de mudança no litoral do Maranhão, onde os manguezais desenvolvem-se sobre uma extensa planície de maré.

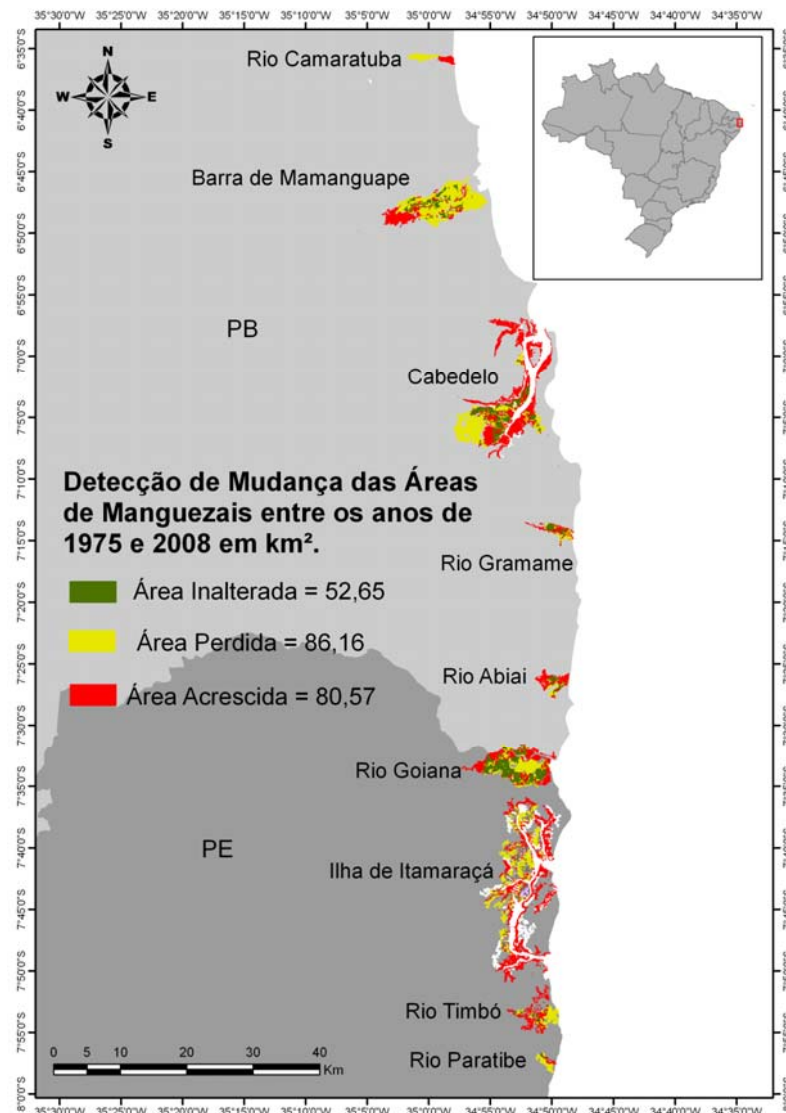


Figura 5.7. Deteccção de mudança no litoral da Paraíba e Pernambuco, onde os manguezais desenvolvem-se no interior dos canais estuarinos.

Em geral, observa-se que a área inalterada constitui a menor parte da área de mangue quando comparada às áreas perdidas e acrescidas. Uma exceção é observada no estado do Maranhão, que apresenta uma extensa área planície de maré estável, colonizada por mangue. A dinâmica de perda das áreas de mangue foi compensada em parte pela acrescção destas áreas, que normalmente ocorre em menor proporção (Figura 5.8). Desta forma, os valores de estabilidade residente (RS) em geral são negativos, exceto nos estados do Ceará e Pernambuco, onde domina o processo de acrescção, responsável pela expansão na área de mangue em relação as superfícies originais de manguezal. Em relação a estabilidade posicional (LS), os valores em todos os estados são inferiores a 50%, o que indica que menos da metade da área inicial dos manguezais foi conservada. Uma exceção é observada no estado do Maranhão, onde 57% da área inicial foi conservada (Figura 5.9).

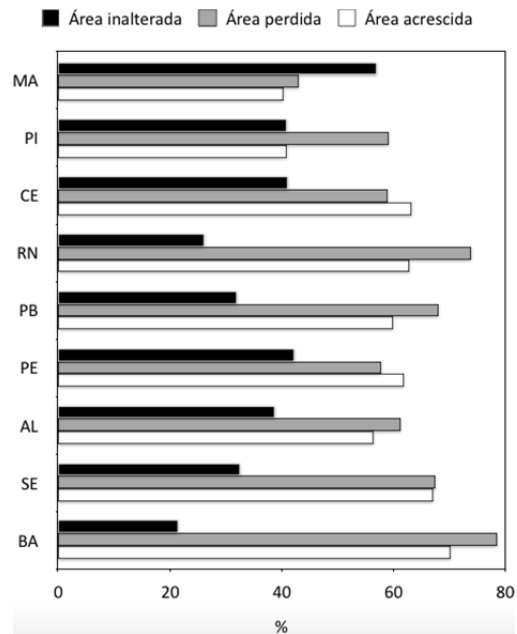


Figura 5.8. Estimativas das áreas de mangue inalteradas, perdidas e acrescidas em relação a área inicial (1975) em cada estado do nordeste brasileiro.

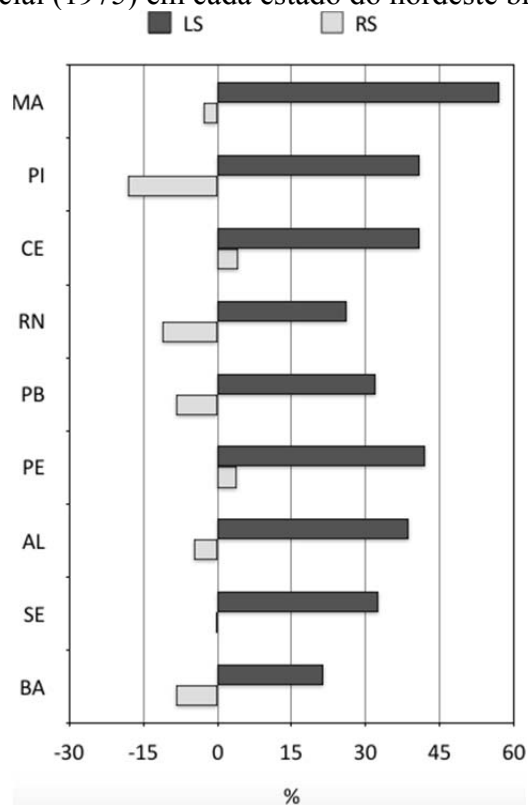


Figura 5.9. Estimativa da estabilidade posicional (LS) e estabilidade residente (RS) das áreas de mangue em cada estado do nordeste brasileiro.

LS e RS (Figura 5.10), um agrupamento é formado entre os valores dos pares observados de LS e RS em relação às similaridades e dissimilaridades entre os valores dos pares observados pelos estados do Ceará e Pernambuco caracterizados por valores mais altos

para ambos os indicadores (LS = 41.05%, 42.17% e RS = 4.15 %, 3.92%, respectivamente). Estes valores mostram aproximadamente ~40% das áreas de manguezal mantiveram-se estáveis entre 1975 e 2008, havendo uma predominância no aumento das áreas de mangue em relação às perdas de área.

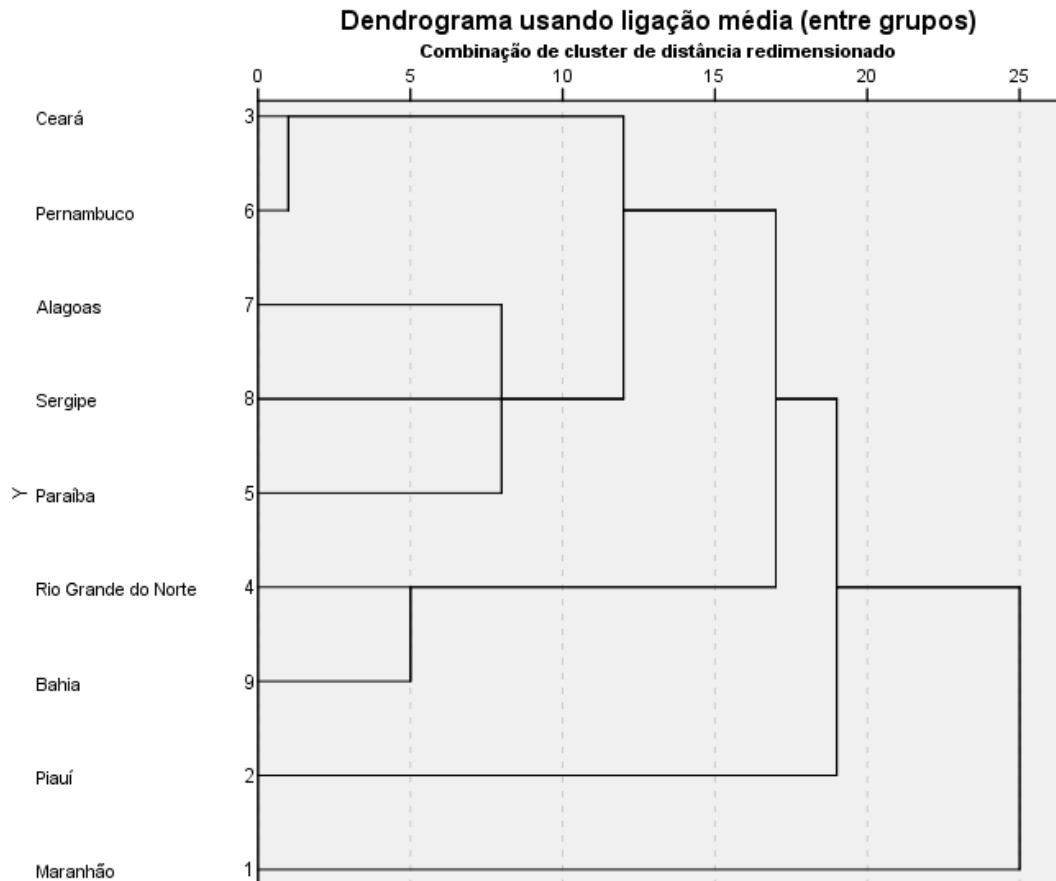


Figura 5.10. Dendrograma elaborado a partir do agrupamento dos estados baseado nos indicadores de estabilidade posicional (LS) e estabilidade residente (RS).

Em um segundo grupo, os estados Alagoas, Sergipe e Paraíba apresentaram semelhanças que os distinguem dos demais estados devido apresentarem valores positivos de LS superiores a 30% (LS = 38,75%, 32,59% e 31,93%, respectivamente) e valores intermediários negativos de RS (RS = -4,79, -0,36% e -8,25%, respectivamente), o que significa que os três estados apresentaram grandes superfícies de mangue recuperadas, com relativo equilíbrio entre as áreas perdidas e acrescidas (Figura 5.10).

Os estados do Rio Grande do Norte e da Bahia constituem o terceiro grupo (Figura 5.10). Estes estados apresentaram valores de LS de 26,12% e 21,46%; e os valores de RS de -11,06% e -8,37, respectivamente. Isto significa que esses estados perderam extensas áreas de

mangue, comparados aos demais estados, contudo também experimentaram menores recuperação ou colonização de mangue.

O estado do Piauí constitui um subgrupo isolado e distinto dos grupos anteriores, como pode ser verificado pela distância que o separa dos estados restantes (Figura 5.10). O indicador de estabilidade posicional (LS = 40,97%) é tão elevado quanto os dos estados que constituem o primeiro grupo (Ceará e Pernambuco), enquanto a estabilidade residente (RS = -18,13%) é a mais alta em comparação aos demais estados. Isto significa que ~41% das áreas de manguezal mantiveram-se estáveis entre 1975 e 2008, com forte perda das áreas de mangue em comparação às áreas acrescidas (Figura 5.9).

O estado do Maranhão também formou um grupo isolado, apresentando o valor mais elevado de LS (57,07%) e valores moderados de RS (-2,71%), ou seja, ~57% da área inicial de manguezal foi conservada, com modestas redução da área de manguezal inicial.

5.4. MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE AQUICULTURA NO ECOSSISTEMA DE MANGUEZAL DO NORDESTE DO BRASIL

As causas exatas para as mudanças nas áreas de mangue entre 1975 e 2008 na Região Nordeste do Brasil necessitam de uma investigação mais aprofundada. Cada Estado tem determinadas características ambientais e sociais, e define as suas próprias políticas para o uso de seus recursos naturais. Para verificação da interferência do homem nas áreas de manguezais na área em estudo foram mapeadas as áreas com carcinicultura/salina que são reconhecidas facilmente nas imagens de radar. A redução das áreas de mangue em função da expansão urbana não foi realizada em virtude de não ser possível reconhecer estas feições com precisão nas referidas imagens. O Anexo G ilustra todas as áreas de aquicultura/salinas mapeadas na áreas em estudo, cujos polígonos são plotados sobre imagens Alos PalSAR.

Em 2008, a área de aquicultura/salinas ocupava uma superfície de ~347 km² no nordeste do Brasil, com destaque para o Rio Grande do Norte (~222 km²), seguido pelo Ceará (~70 km²), Pernambuco (~14 km²), Bahia (~14 km²), Sergipe (~10 km²), Paraíba (~9 km²) e Piauí (7 km²). Em situação oposta, encontram-se o estado do Maranhão, que não apresenta áreas de aquicultura/salinas em toda sua extensão e o estado de Alagoas (0.55 km²), onde a atividade é incipiente (Tabela 5.5).

Tabela 5.5. Estimativa das áreas de aquicultura/salinas instaladas sobre a superfície de apicuns e manguezais ao longo da área de estudo.

Estados	Apicum		Manguezal		Total	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
MA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PI	2.37	0.95	5.01	5.16	7.38	2.12
CE	45.67	18.24	24.56	25.30	70.23	20.21
RN	188.06	75.10	33.76	34.78	221.82	63.84
PB	3.68	1.47	5.06	5.21	8.74	2.52
PE	2.66	1.06	11.86	12.22	14.52	4.18
AL	0.55	0.22	0.00	0.00	0.55	0.16
SE	7.42	2.96	2.74	2.82	10.16	2.92
BA	0.00	0.00	14.07	14.50	14.07	4.05
Total	250.41	100.00	97.06	100.00	347.47	100.00

Neste trabalho, analisamos a distribuição destas atividades tanto em áreas de apicum, quanto em áreas de manguezal, conforme pode ser observado na Figura 5.11. As atividades de aquicultura e salinas foram analisadas de forma integrada em virtude da dificuldade de separá-las nas imagens de radar. Observa-se que as áreas de aquicultura/salinas foram instaladas principalmente sobre as áreas de apicum (~250 km²), e em menor extensão sobre as áreas de mangue (~97 km²).



Figura 5.11. A) Área de carcinicultura desenvolvida sobre áreas de manguezal no estuário do Rio Coreaú no Ceará e B) área de salina sobre apicum em Guamaré no Rio Grande do Norte.

As áreas de aquicultura/salinas sobre apicum ocorrem principalmente nos estados do Rio Grande do Norte setentrional (~188 km²) e do Ceará (~46 km²), onde naturalmente ocorrem extensas planícies hipersalinas (Costa Neto 2009). Em virtude desta característica, estes dois estados contém 93% das áreas de aquicultura/salinas desenvolvidas sobre apicuns (Figura 5.12). Em relação às áreas utilizadas por estas atividades em áreas de floresta de

mangue, elas ocorrem também majoritariamente nos estados do Rio Grande do Norte (~34 km²) e Ceará (~25 km²), seguidos pela Bahia (~14 km²) e Pernambuco (~12 km²), que juntos representam 86% das áreas de aquicultura/salinas desenvolvidas sobre áreas de manguezais.

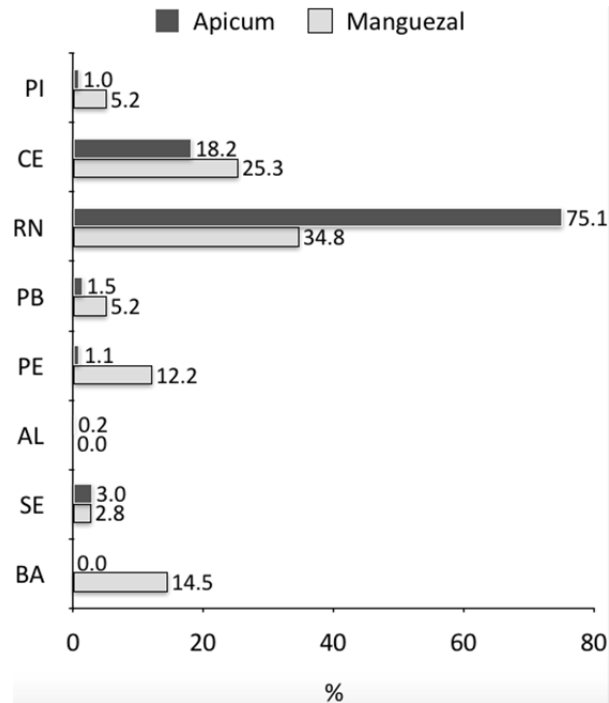


Figura 5.12. Distribuição percentual das áreas de aquicultura/salinas desenvolvidas sobre áreas de apicum e mangue no nordeste do Brasil.

CAPÍTULO 6

6. DISCUSSÃO

6.1. AVALIAÇÃO DAS MUDANÇAS DAS ÁREAS DE MANGUE NO NORDESTE DO BRASIL

A técnica de classificação multitemporal de imagens de sensores remotos orientada a objetos geográficos utilizada para avaliar as mudanças nas áreas de mangue mostrou-se adequada. A abordagem utilizada neste estudo, seguiu os preceitos estabelecidos por Nascimento Jr. et al. (2013) & Vo et al. (2013), tendo sido pela primeira vez aplicada para a avaliação quantitativa das áreas de mangue em todo o litoral nordeste do Brasil.

Em comparação com as abordagens baseadas em pixel que requer apenas valores de informação espectral digital armazenados na imagem (Singh 1989, Jensen 2005), o uso da segmentação e classificação de imagens com base nas propriedades espectrais e texturais de áreas homogêneas, definidos como objetos foi fundamental para mapear a extensão das áreas de floresta de mangue e suas mudanças ao longo do tempo. A verdadeira contribuição desta técnica é a capacidade de utilizar diferentes fontes de informação, como níveis de cinza (e.g. imagens GEMS-1000 do Projeto RADAMBRASIL), reflectância (e.g. Landsat-5 TM), retroespalhamento (e.g. Alos PalSAR) e elevação (e.g. SRTM) a partir de regras de classificação semelhantes. Isto permite uma análise comparativa mais precisa, corroborada pelo conhecimento da distribuição espacial e da dinâmica dos manguezais em campo.

A acurácia da classificação das áreas de floresta de mangue foi considerada excelente, dados os valores dos índices Kappa, acurácia global e Tau. Vale ressaltar que os pontos escolhidos para validar a classificação foram coletados em campo, o que dá confiabilidade ao método utilizado. A quantificação das áreas de floresta de mangue obtidas para os anos de 1975 e 2008 indicou que a classificação orientada a objetos geográficos é compatível com uma interpretação visual realizada por um intérprete com conhecimento do terreno. Isto é evidenciado pela estreita correspondência com a extensão dos manguezais mapeados por Herz (1991) para o ano de 1975 e por Magris & Barreto (2005) para o ano de 2008, ambos mapeados a partir da interpretação visual de imagens de sensores remotos radar e óptico, respectivamente.

A partir da interpretação visual de imagens Landsat-5 TM adquiridas entre 2007 e 2009, Magris & Barreto (2011) estimaram as áreas de mangue do Brasil em aproximadamente

11.143,97 km², dos quais 9.216,27 km² encontram-se na costa de macromarés (da foz do rio Oiapoque-AP até a foz do rio Parnaíba), 1.177,09 km² na costa de mesomarés (da foz do rio Parnaíba até o sul da Bahia) e 750,62 km² na costa de micromarés (do norte do Espírito Santo até Santa Catarina). De acordo com esta tese, a área de mangue contida na região nordeste do Brasil sujeita a um clima semi-árido, em 2008 era de aproximadamente 1.480,11 km², o que representa ~14% dos manguezais brasileiros.

De modo geral, observa-se uma redução das áreas de mangue no nordeste do Brasil de 1975 até 2008, de ~1.545 km² para ~1.480 km², respectivamente. Isto representa um perda líquida de ~65 km², o que equivale a uma diminuição de 13% na área de floresta de mangue. As mudanças nas áreas de floresta de mangue observadas nos últimos 30 anos não podem ser atribuídas a um único fator. Porém, observa-se que a redução e expansão das áreas de mangue, em grande parte, estão associadas à dinâmica costeira, onde as perdas naturais das áreas de mangue ao longo do litoral estão relacionadas a processos de erosão costeira em resposta à ação de onda e marés, ou mesmo ao soterramento da vegetação de mangue por sedimentos arenosos, que asfixia as raízes das árvores e por conseguinte causa a morte das mesmas. Por outro lado, o processo de acresção é observado principalmente nos cursos superiores dos estuários, provavelmente associados a salinização dos rios, que propicia a migração da vegetação de mangue estuário acima. Este padrão de crescimento domina a expansão dos manguezais em toda a região em estudo, principalmente nos estados do Ceará e Pernambuco. Padrões semelhantes de expansão dos manguezais em direção ao curso superior dos rios também foram observados por Nascimento Jr. et al. (2013) na zona costeira amazônica, por Ellison (1993) nas Bermudas e por Gilman et al. (2007) na Samoa Americana. O processo de expansão das florestas de mangue sobre apicuns e campos herbáceas topograficamente mais altos são fortes indicadores de elevação relativa do nível do mar, processo este também observado na região amazônica (Cohen et al. 2009, Souza-Filho et al. 2009, Guimarães et al. 2012) e no Golfo do México (Armitage et al. 2015).

6.2. O PAPEL DA AQUACULTURA NA DINÂMICA DO ECOSSISTEMA MANGUEZAL

As mudanças observadas nas áreas de mangue em todo o mundo, em grande parte, são resultado de pressões humanas locais, associadas ao desmatamento, a aterros para a construção de estradas e expansão urbana, a agricultura e a aquacultura (Giri et al. 2008, Valderrama et al. 2014). Na região nordeste, a expansão urbana tem um papel importante na

redução das áreas de mangue, em virtude da grande densidade populacional das cidades litorâneas, porém neste trabalho, devido a resolução espacial das imagens utilizadas, este processo antrópico não foi investigado.

As causas exatas para as mudanças observadas em cada estado requer uma investigação mais aprofundada. Cada Estado tem determinadas características ambientais e sociais, e define as suas próprias políticas para o uso de seus recursos naturais. Como exemplo, podemos citar as condições ambientais existentes no estado do Rio Grande do Norte, que em virtude das extensas planícies de supra maré hipersalinas existentes (apicuns), tornaram-se áreas propícias para a instalação da indústria salineira. A exploração do sal no litoral Norte do Rio Grande do Norte é uma atividade antiga. As primeiras salinas foram instaladas no nordeste do Brasil, durante o Império Colonial Português e com o advento no Brasil da política desenvolvimentista baseada na industrialização (século XIX), veio a implementação de uma indústria salineira de grande porte, primeiramente no estado do Rio Grande do Norte (Costa et al. 2013).

O histórico da indústria salineira no nordeste do Brasil revela tendências diferentes no seu crescimento e pressão sobre os manguezais. No início na década de 1970, no estado do Rio Grande do Norte, ocorreu a primeira fase de cultivo aquícola experimental em tanques de evaporação do sal (Queiroz et al. 2013). Em seguida, a carcinicultura tornou-se um negócio na década de 1980, porém em virtude das dificuldades tecnológicas e de manejo das espécies cultivadas, associada aos baixos lucros obtidos, ocorreu a reconversão das fazendas de camarão em tanques de sal em diversas regiões do Nordeste do Brasil. O segundo estágio de desenvolvimento carcinicultura no nordeste do Brasil começou em meados da década de 90, quando um pacote tecnológico com foco na promoção da indústria foi introduzido e a atividade de carcinicultura se expandiu fortemente, principalmente nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará (Queiroz et al. 2013). Entre 2004 e 2008 tal atividade apresentou crescimento expressivo, expandindo-se para outros estados, como Pernambuco, Sergipe e Bahia, agora principalmente, em áreas ocupadas por floresta de mangue (Guimarães et al. 2010, Santos et al. 2014).

Como é possível observar, no nordeste do Brasil, as áreas de aquicultura e salinicultura foram inicialmente instaladas em planícies hipersalinas relacionadas às áreas de apicuns, as quais ocupam uma área de 250 km². Entretanto, a expansão do setor está fortemente associada às áreas de floresta de mangue, que já perdeu 97 km² para a instalação

de tanques de aquicultura/salinicultura. Dentre o total de área de floresta de mangue perdida no período estudado ($\sim 953 \text{ km}^2$), os tanques de aquicultura/salinicultura representam $\sim 10\%$. Este estudo corrobora o trabalho de Guimarães et al. (2010), que analisando a dinâmica dos manguezais do litoral norte de Pernambuco para o período de 1973 a 2005, mostraram que a contribuição da carcinicultura para a redução de área de mangue foi de 9,6%. Por outro lado, é importante ressaltar que os estados do Rio Grande do Norte e do Ceará perderam $\sim 78 \text{ km}^2$ e $\sim 83 \text{ km}^2$ de área de mangue, respectivamente, entre 1975 e 2008 (Tabela 5.4). As áreas de manguezal convertida em tanque de aquicultura/salinicultura nos estados do Ceará e o Rio Grande do Norte foram de $\sim 25 \text{ km}^2$ e $\sim 34 \text{ km}^2$ (Tabela 5.5), o que representa uma perda de $\sim 41\%$ e 32% das áreas de floresta de mangue, respectivamente.

Portanto, a perda da área de floresta de mangue no nordeste do Brasil em função da atividade de aquícola/salinicultura ainda podem ser consideradas diminutas quando leva-se em consideração a região como um todo. Entretanto, o percentual das áreas de floresta de mangue convertidas em tanque de aquicultura/salinicultura nos estados do Rio Grande do Norte e do Ceará é comparável às regiões da Tailândia, Indonésia e Equador (Parques & Bonifaz, 1994, Barbier & Sathirathai 2004, Giri et al. 2008), onde a aquicultura é responsável pela redução de mais de 45% das áreas de mangue, bem como às regiões onde os impactos da aquicultura já são significativos para os manguezais, como em Sundarbans em Bangladesh e na Índia (Rajitha et al. 2007, Giri et al 2007, 2008).

6.3. RECOMENDAÇÕES PARA RECUPERAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DOS MANGUEZAIS DO NORDESTE DO BRASIL

Nossos dados confirmam a tendência da conversão de manguezais em fazendas de camarão em larga escala apenas nos estados do Rio Grande do Norte e do Ceará. Embora a atividade da aquicultura tenha se expandido em meados da década de 90, devido à diminuição dos principais estoques pesqueiros da região nordeste do Brasil, sua expansão ocorreu principalmente devido quatro fatores socioeconômicos: i) as planícies costeiras hipersalinas da região são propícias para a instalação da atividade de aquicultura na região; ii) o custo da instalação e produção de fazendas de camarão de água salgada nas áreas hipersalinas é relativamente mais baixo do que em outras regiões do país, devido a existência de infraestrutura básica, como eletricidade, estradas pavimentadas, laboratórios de pesquisa para a produção de larvas e fábricas de ração de peixe; iii) as leis ambientais apesar de proibirem o

estabelecimento dessa atividade em áreas de preservação permanente, não foram suficiente para conter a expansão das áreas aquícolas, provavelmente em virtude da falta de fiscalização por parte dos órgãos ambientais; e iv) a existência de subsídios do governo para desenvolver a aquicultura em áreas costeiras. Esses fatores permitiram a degradação das florestas de mangue na região nordeste do Brasil, que tiveram aproximadamente 97 km² de sua área convertida em tanque de aquicultura desde 1975.

Para recuperar o estado de conservação dos manguezais do nordeste do Brasil, recomenda-se que o governo brasileiro por meio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e Conservation (ICMBio) crie unidades de conservação, como Reservas Extrativistas Marinhas (RESEX), uma unidade de conservação de uso sustentável no Brasil, que visa envolver o sistema de conhecimento tradicional baseada na idéia de que as pessoas participam de todas as fases de investigação e de gestão da unidade de conservação. Medidas como esta tem sido implementadas na zona costeira amazônica (Tenório et al. 2015) e no nordeste e sudeste do Brasil (Gerhardinger et al. 2009).

A fim de recuperar e buscar o uso sustentável dos manguezais da região nordeste do Brasil recomendamos algumas diretrizes, conforme descrito a seguir:

- i) O governo brasileiro deve descentralizando poderes para as comunidades locais para gerir os recursos de mangue, porque a participação das comunidades locais é fundamental para o desenvolvimento de um sistema eficaz de gestão costeira, como descrito por Di Ciommo (2007). Este processo pode ser realizado através do estabelecimento de RESEX;
- ii) O governo brasileiro precisa estabelecer um sistema de monitoramento por satélite para mapear a dinâmica dos manguezais em diferentes escalas espaciais para observar as mudanças naturais e antrópicas que ocorrem no ecossistema manguezal; desta forma o processo de fiscalização tornar-se-á mais eficaz;
- iii) O resultado deste controlo deve ser compartilhado com comunidades tradicionais e agências ambientais, como o IBAMA e ICMBio;
- iv) Áreas de tanques de aquicultura/salinicultura abandonados devem ser recuperados a partir do plantio de mudas de mangue, adequadas ao ambiente;
- v) Por fim, a exploração da aquicultura apenas nas propriedades rurais com até 15 módulos fiscais e o impedimento para a abertura de novas áreas para a atividade aquícola, pontos

previstos no novo Código Florestal (Lei 12.651) e na Medida Provisória (MP) 571, que complementa a legislação ambiental, poderão conter a expansão deste setor sobre as áreas de manguezais no País.

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSÃO

A utilização combinada de dados de sensoriamento remoto óptico e de radar mostrou-se extremamente útil para o mapeamento das áreas de floresta de mangue no nordeste do Brasil. As imagens de radar permitiram o mapeamento das áreas de mangue independente da cobertura de nuvem, e combinadas as imagens ópticas possibilitaram a discriminação desta floresta costeira tanto no espectro das microondas (e.g. imagens ALOS PALSAR e GEMS-1000), quanto no espectro óptico (e.g. imagens Landsat), aumentando a capacidade de discriminar outros alvos (e.g. diferentes ecossistemas) da floresta de mangue.

A abordagem de classificação hierárquica orientada a objetos geográficos apresentou resultados promissores para discriminar áreas de manguezal de outros ecossistemas costeiros, com acurácia global de classificação superior a 95%. Outra vantagem da classificação hierárquica foi a detecção de mudanças que permitiu a quantificação de áreas inalteradas, acrescidas e perdidas de mangue baseada em objetos geográficos.

Durante o período estudado, observou-se uma redução da área de floresta de mangue de $\sim 1.545 \text{ km}^2$ em 1975 para $\sim 1.480 \text{ km}^2$ em 2008. Isto representa uma redução líquida de 13% na área de floresta de mangue. Levando-se em consideração que $\sim 593 \text{ km}^2$ das áreas de mangue permaneceram inalteradas, $\sim 953 \text{ km}^2$ foram perdidas e 888 km^2 foram acrescidas é possível concluir que a dinâmica dos manguezais no nordeste do Brasil é intensa e fortemente relacionada a processos de erosão e deposição ao longo de canais estuarinos. Entretanto, é importante ressaltar o impacto da aquicultura/salinicultura na perda de áreas de floresta de mangue, principalmente nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará.

O estudo mostrou que mapeamento espaço-temporal das áreas de mangue no nordeste do Brasil é fundamental para o estabelecimento de políticas que visem a recuperação das áreas de mangue, bem como o estabelecimento de políticas que visem a conservação deste ecossistema na região onde ele é mais ameaçado pelas atividades antrópicas. Trabalhos futuros sobre a variabilidade sazonal das chuvas, vazão dos rios, variações das marés e da temperatura do mar costeiro podem explicar melhor de que forma os processos costeiros controlam as mudanças das áreas de mangue ao longo da zona costeira nordestina e se estes são de alguma forma influenciados por mudanças climáticas em larga-escala espaço-temporal.

Para concluir é possível afirmar que este método de mapeamento de áreas de manguezal e detecção de suas mudanças ao longo do tempo pode ser aplicado em escala continental com vistas a avaliar a dinâmica dos manguezais nos últimos quarenta anos, período em que o planeta foi recoberto por imagens de satélite e aerotransportada de moderada resolução especial.

REFERÊNCIAS

- Allevato S. R., Pingarilho M. de N. F. 1979. Análise e tratamento da material cartográfico no Projeto Radam Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, **19** (24): 223-244.
- Alongi D.M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. **Environmental Conservation** (29): 331-349.
- Alongi D.M. 2008. Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** (76): 1-13.
- Alos PalSAR 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>>. Acesso em 16 setembro 2011.
- Armitage A.R., Highfield W.E., Brody S.D., Louchouart P. 2015. The Contribution of Mangrove Expansion to Salt Marsh Loss on the Texas Gulf Coast. **PloS one** **10** (5)
- Baatz M., Schäpe A. 2000. **Multiresolution segmentation**: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. Disponível em: <<http://www.definiens.com>>. Acesso em 18 julho 2010.
- Bandaranayake W.M. 1994. Phyto-chemical constituents and pigments in mangrove species and mangal associates of Northern Australia. Australian Institute of Marine Science (AIMS) **Report**, (19): 1-21. AIMS, Townsville, Australia.
- Barbier E.B., Sathirathai, S. 2004. **Shrimp farming and mangrove loss in Thailand**. Edward Elgar Publishing, Northampton.
- Benz U.C., Hofmann P., Willhauck G., Lingenfelder I., Heynen M. 2004. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** (58): 239-258.
- Rabus B., Eineder M., Roth A., Bamler R. 2003. The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** **57**: 241-262.
- Blasco F., Saenger P. & Janodet E. 1996. Mangroves as indicators of coastal change. **Catena** **27**: 167-178.
- Blaschke T. 2010. Object based image analysis for remote sensing. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** **65**: 2-16.
- Chapman V.J. (ed.). 1977. Wet coastal ecosystems. In: **Ecosystems of the World**. Elsevier Scientific Pub. Co., New York. v. 1.
- Cintrón G. & Schaeffer-Novelly Y. 1992. Ecology and management of new world mangroves. In: Seeliger U. (ed.) **Coastal Plant Communities of Latin America**. Academic Press, New York. 233-258.

Cohen M., Behling H., Lara R.J., Smith C., Matos H., Vedel V. 2009. Impact of sea-level and climatic changes on the Amazon coastal wetlands during the late Holocene. **Vegetation History and Archaeobotany** 18: 425-439.

Congalton R. G., Green K. 1999. **Assessing the accuracy of remote sensed data: principle and practices**. Lewis Publishers. New York, 123p.

Congalton R. 1991. A review of assessing the accuracy of classification or remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment** 37: 35-45.

Congalton R.G., Green K. 2009. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**, 2nd ed. CRC Press - Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.

Costa D.F.d.S., Silva A.A.d., Medeiros D.H.M., Lucena Filho M.A., Rocha R.D.M., Lillebo A.I., Soares A.M.V.M. 2013. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salinera no estado do Rio Grande do Norte (Brasil). **Sociedade & Natureza** 25: 21-34

Costa Neto L.X. 2009. **Caracterização geológica, geomorfológica e oceanográfica do sistema Pisa Sal, Galinhos-RN**. Tese de Doutorado em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 176p.

Desclée B., Bogaert P., Defourny P. 2006. Forest change detection by statistical objectbased method. **Remote Sensing of Environment** 102 (1-2): 1-11.

Di Ciommo R.C. 2007. Gender, Tourism, and Participatory Appraisals at the Corumbau Marine Extractive Reserve, Brazil. **Research in Human Ecology** 14: 56-67

Domingues J.M.L. 2009. The Coastal Zone of Brazil. In: Dillenburg S.F., Hesp P.A. (Ed.). **Geology and geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil**. Springer, New York 107: 17-51.

Ellison J. 1993. Mangrove retreat with rising sea level, Bermuda. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 37: 75-87.

Everitt BS, Landau S, Leese M. 2001. **Cluster analysis**. Arnold, London, (Ed.4) 237p.

Figueiredo G. C. 2007. **Exatidão posicional e temática de imagens orbitais**. Viçosa, MG. 87 p (Dissertação de Mestrado).

Flanders D., Hall-Beyer M. & Pereverzoff J. 2003. Preliminary evaluation of eCognition object-based software for cut block delineation and feature extraction. **Canadian Journal of Remote Sensing** 29 (4): 441-452.

Foody G. M. 2002. Status of land cover classification accuracy assessment. **Remote Sensing of Environment** 80: 185-201.

Frohn R.C., Reif M., Lane C., Autrey B. 2009. Satellite Remote Sensing of Isolated Wetlands Using Object-Oriented Classification of Landsat-7 Data. **Wetlands** 29: 931-941.

Fromard F, Veja C., Proisy, C. 2004. Half a century of dynamic coastal change affecting mangrove shorelines of French Guiana. A case study based on remote sensing data analyses and field surveys. **Marine Geology** **208**: 265-280.

Gerhardinger L.C., Godoy E.A.S., Jones P.J.S. 2009. Local ecological knowledge and the management of marine protected areas in Brazil. **Ocean Coast. Manage** **52**: 154-165.

Gilman E., Ellison J., Coleman R. 2007. Assessment of mangrove response to projected relative sea-level rise and recent historical reconstruction of shore-line position. **Environmental Monitoring and Assessment** **124**: 112-134.

Giri C., Pengra B., Zhu Z., Singh A., Tieszen L., 2007. Monitoring mangrove forest dynamics of the sundarbans in Bangladesh and India using multi-temporal satellite data from 1973 e 2000. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **73**: 91-100.

Giri C., Zhu Z., Tieszen L.L., Singh A., Gillette S., Kelmelis J.A. 2008. Mangrove forest distributions and dynamics (1975e2005) of the tsunami-affected region of Asia. **Journal of Biogeography** **35**: 519-528.

Giri C., Ochieng E., Tieszen L.L., Zhu Z., Singh A., Loveland T., Masek J., Duke N. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography** **20**: 154-159.

Glaser M. 2003. Interrelations between mangrove ecosystem, local economy and social sustainability in Caeté Estuary, **North Brazil. Wetlands Ecology and Management** **11**: 265-272.

GLCF - Global Land Cover Facility. Disponível em: <http://www.landcover.org/index.shtml>
Acesso em: 20 Janeiro 2012.

Guimarães J.T.F., Cohen M.C.L., Pessenda L.C.R., França M.C., Smith C.B., Nogueira A.C.R. 2012. Mid- and late-Holocene sedimentary process and palaeovegetation changes near the mouth of the Amazon River. **The Holocene** **22**: 359-370.

Guimarães A.S., Travassos P., Souza-Filho P.W.M.e, Gonçalves F.D., Costa F. 2010. Impact of aquaculture on mangrove areas in the northern Pernambuco Coast (Brazil) using remote sensing and geographic information system. **Aquaculture Research** **41**: 828-838.

Hadlich G. M., Ucha J. M. (Coord.) 2007. **Apicuns e manguezais na Baía de Todos os Santos, Bahia**. Salvador: UFBA/IGEO/Núcleo de Estudos Ambientais. 1 mapa color. Escala 1:100.000.

HERZ R. 1991. **Manguezais do Brasil**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 227 p.

Jensen J.R. 2005. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. Prentice Hall, Upper Saddle River. Ed.3. 526 p.

Kamal M., Phinn S., Johansen K. 2015. Object-based approach for multi-scale mangrove composition mapping using multi-resolution image datasets. **Remote Sensing** **7**: 4753-4783.

Kathiresan K., Bingham B.L. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology** **40**: 81-251.

Kjerfve B. & Lacerda L.A. 1993. Mangroves of Brazil. In: Lacerda L.D. **Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa regions**. Part I. Latin America, ITTO/ISME, Okinawa. (2): 245-272.

Lacerda L.D. 2005. Brazil case study. *In: Principles for a code of conduct for the management and sustainable use of mangrove ecosystems*. ISME/WB/CENTER, Aahruus, 31-35.

Lacerda L.D., Marins R.V. 2002. River damming and changes in mangrove distribution. **ISME/Glomis Electronic Journal** **2** (1):1-4.

Lacerda L.D. 2002. **Mangrove ecosystems: function and management**. Springer Verlag, Berlin, 332 p.

LABOMAR. Universidade Federal do Ceará (UFC) 2005. Instituto de Ciências do Mar - Sociedade Internacional para Ecossistemas de Manguezal – ISME-BR. **Estudo das Áreas de Manguezais do Nordeste do Brasil**: avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Ceará, 62 p.

Lobo A. 1997. Image segmentation and discriminant analysis for the identification of land cover units in ecology. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing** **35**: 1136-1145.

Lu D., Mausel P., Brondizio E., Moran E. 2004. Change detection techniques. **International Journal of Remote Sensing** **25** (12): 2365-2407.

Lucas R.M., Held A., Phinn S. and Saatchi S. 2004. Remote sensing of Tropical Forests. **Manual of Remote Sensing, Natural Resources** **4** (in press).

Lyons M.B., Phinn S.R., Roelfsema C.M. 2012. Long term land cover and seagrass mapping using Landsat and object-based image analysis from 1972 to 2010 in the coastal environment of South East Queensland, Australia. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** **71**: 34-46.

Ma Z. & Redmond R. 1995. Tau coefficients for accuracy assessment of classification of remote sensing data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, **61**(4): 435-439.

Maechler M, Rousseeuw P, Struyf A, Huber M. 2012. Cluster: cluster analysis basics and extensions. **R Package version**, **1**(2).

Magris A.R. & Barreto R. 2010. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5 (4): 546-556

Marins R.V., Lacerda L.D., Abreu I.M. & Dias F.J.S. 2003. Efeitos da açudagem no Rio Jaguaribe. **Ciência Hoje** 33 (197): 66-70.

Nascimento Junior W.R. 2013. Mapeamento e detecção de mudanças nas áreas de manguezal a Leste da Foz do Rio Amazonas a partir de dados multisensores. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 117: 83-93.

O'Grady A.P., Mcguinness K.A. and Eamus D. 1996. The abundance and growth of *Avicennia marina* and *Rhizophora stylosa* in the low shore zone of Darwin Harbour, Northern Territory. **Australian Journal Ecology** 21: 272-279.

Parks P.J., Bonifaz M. 1994. Nonsustainable use of renewable resources: mangrove deforestation and mariculture in Ecuador. **Marine Resource Economics** 9: 1-18.

Pessagno C. 2000. SRTM status report. *In*: Dowman I. (Ed.). **Validation of DEMs from satellite data**. Reports and Proceedings of 7th Meeting of Terrain Mapping Sub-Group, CEOS WG Calibration and Validation, Gaithersburg, USA.

Pontius Jr, R.G., Shusas E., McEachern M. 2004. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. **Agriculture, Ecosystem & Environment** 101: 251-268.

Prost M. T. 1997. La mangrove de front de mer en Guyane: ses transformations sous l'influence du système de dispersion Amazonien et son suivi par télédétection. *In*: Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa, KJERFVE B, LACERDA LD & DIOP EHS (Ed.). UNESCO, Paris, 111-126.

Queiroz L., Ross S., Meirele J., Coelho C. 2013. Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970–2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil. **Ocean & Coastal Management** 73: 54-62.

Rabus B., Eineder M., Roth A., Bamler R. 2003. The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** 57: 241-262.

Rajitha K., Mukherjee C.K., Vinu Chandran R. 2007. Applications of remote sensing and GIS for sustainable management of shrimp culture in India. **Aquacultural Engineering** 36: 1-17.

Ramsey E III, Nelson GA, Sapkota SK 2001. Coastal change analysis program implemented in Louisiana. **Coastal Education & Research Foundation** 17: 53–71

Rebello-Mochel F. 1997. Mangroves on São Luís Island, Maranhão Brazil. *In*: Kjerfve B, Lacerda L.D. & Diop E.H.S. (Ed.). **Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa**. UNESCO, Paris, 145-154.

Rodrigues S. W. P., Souza-Filho P. W. M. e 2011. Use of Multi-Sensor Data to Identify and Map Tropical Coastal Wetlands in the Amazon of Northern Brazil. **Wetlands (Wilmington, N.C.) 31**: 11-23.

Roth A., Knopfle W., Strunz G., Lehner M., Reinartz P. 2002. Towards a global elevation product: combination of multisource digital elevation models. Proc. Joint Int. Symp. on Geospatial Theory, Processing and Applications, isprs Com IV, Ottawa.

Roth A., Eineder M., Rabus B., Mikusch E., Schaettler B. 2001. SRTM/X-SAR: products and processing facility. Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS. **IEEE International 2**: 745–747.

Santos L.C.M., Matos H.R., Schaeffer-Novelli Y., Cunha-Lignon M., Bitencourt M.D., Koedam N., Dahdouh-Guebas F. 2014. Anthropogenic activities on mangrove areas (São Francisco River Estuary, Brazil Northeast): A GIS-based analysis of CBERS and SPOT images to aid in local management. *Ocean Coast. Manage* **89**: 39-50.

Saura S. 2002. Effects of minimum mapping unit on land cover data spatial configuration and composition. **International Journal of Remote Sensing 23**: 4853-4880.

Saenger P., Hegerl E.J. & Davie J.D.S. 1983 **Global status of mangrove ecosystems. Commission on ecology papers** .World Conservation Union (IUCN), Gland, Switzerland (3).

Shearman P.L., Ash J., Mackey B., Bryan J.E., Lokes B. 2009. Forest Conversion and Degradation in Papua New Guinea 1972–2002. **Biotropica 41**: 379-390.

Simard M., de Grandi G., Saatchi S. and Mayaux P. 2002. Mapping tropical coastal vegetation using JERS-1 and ERS-1 radar data with a decision tree classifier. *Int. J. Remote Sensing 23* (7): 1461-1474.

Singhroy V. 1996. Interpretation of SAR images for coastal zone mapping in Guyana. **Can J Remote Sens 22**: 317-328.

Singh A. 1989. Digital change detection techniques using remotely sensed data. **International Journal of Remote Sensing 10**: 989-1003.

Souza Filho P. W. M e. 2005. Costa de manguezais de Macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica 23** (4): 427-435.

Souza-Filho P.W.M. e, Lessa G.C., Cohen M.C.L., Costa F.R., Lara R.J. 2009. The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the Eastern Amazon Coast, Northern Brazil. *In*: Dillenburg, S.F., Hesp, P.A. (Eds.). **Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil**. Springer, New York, 347-375.

Souza-Filho P.W.M. e, Martins E.S.F., Costa F.R. 2006. Using mangroves as a geological indicator of coastal changes in the Bragançamacrotidal flat, Brazilian Amazon: a remote sensing data approach. **Ocean & Coastal Management 49**: 462-475.

Souza Filho P.W.M.e & Paradella W.R. 2002. Recognition of the main geobotanical features along the Bragança mangrove coast (Brazilian Amazon Region) from Landsat TM and RADARSAT-1 data. **Wetlands Ecology and Management** **10**: 123–132

Souza-Filho P.W.M.e & Paradella W.R. (2003). Use of synthetic aperture radar for recognition of Coastal Geomorphological Features, land-use assessment and shoreline changes in Bragança coast, Pará, Northern Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences** **75**: 341-356

Souza-Filho P.W.M.e, & Paradella W.R. 2005. Use of RADARSAT-1 fine mode and Landsat-5 TM selective principal component analysis for geomorphological mapping in a macrotidal mangrove coast in the Amazon region. **Canadian Journal of Remote Sensing** **31**: 214-224

Souza Filho P. W. M. e, Martins E. S. F, Costa F. R. 2006. Using mangroves as a geological indicator of coastal changes in the Bragança macrotidal flat, Brazilian Amazon: A remote sensing data approach. Elsevier, São Paulo, Brazil. **Ocean & Coastal Management** **49**: 462-475.

Spalding, M., Kainuma, M., Collins, L., 2010. **World atlas of mangroves**. ed.2. Earthscan, London, p. 336.

Spalding M., Kainuma M., Collins L. 2009. **World atlas of mangroves**. UK: Earthscan, ISME, ITTO, FAO, UNESCO-MAB, UNEP-WCMC and UNU-INWEH : 336p.

Spalding M.D., Blasco F. & Field C.D. 1997. World Mangrove Atlas. The International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japão. 178 p.

Story M., Congalton R., 1986. Accuracy assessment - A user's perspective. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing** **52**: 397-399.

Tenório G.S., Souza-Filho P.W.M. e, Ramos E.M.L.S., Alves P.J.O., 2015. Mangrove shrimp farm mapping and productivity on the Brazilian Amazon coast: Environmental and economic reasons for coastal conservation. **Ocean & Coastal Management** **104**: 65-77.

Tucker C.J., Grant D.M. & Dykstra J.D. 2004. NASA's Global Orthorectified Landsat Data Set. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing** **70**: 313–322.

UNEP-WCMC 2006. In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs. Cambridge, UK: UNEP-WCMC. 33p.

Valderrama L., Troche C., Rodriguez M.T., Marquez D., Vázquez B., Velázquez S., Vázquez A., Cruz M.I., Ressler R., 2014. Evaluation of Mangrove Cover Changes in Mexico During the 1970–2005 Period. **Wetlands** **34**: 747-758.

Valiela I., Bowen J.L., York J.K., 2001. Mangrove forests: one of the World's Threatened Major Tropical Environments. **BioScience** **51**, 807-815.

Vasconcelos A. de O. 2009. Análise multitemporal da área de proteção ambiental de Guapi-Mirim utilizando técnicas de segmentação e classificação orientada a objeto de imagens IKONOS II dos Anos 2006 e 2008 – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE. Dissertação de Mestrado.

Verstappen H. T., Zuidam R. A. 1991. The ITC system of geomorphologic survey. ITC Publication Netherlands, (10) 89 p.

Vo Q.T., Oppelt N., Leinenkugel P., Kuenzer C. 2013. Remote Sensing in Mapping Mangrove Ecosystems — An Object-Based Approach. **Remote Sensing** **5**, 183-201.

Walter V. 2004. Object-based classification of remote sensing data for change detection. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** **58**: 225-238












Walsh G.E. 1977. Exploitation of mangal. In: Chapman, V.J. (ed.), Ecosystems of the World . Wet coastal ecosystems. New York. **Elsevier Scientific Publishing Company** **1**: 347-362.







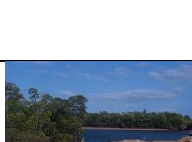




Wulder M.A., Hall R.J., Coops N.C., & Franklin S.E. 2009. High Spatial Resolution Remotely Sensed Data for Ecosystem Characterization. **BioScience** **54**: 511-521




ANEXOS





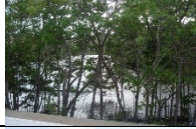








**ANEXO A – RECONHECIMENTO E MAPEAMENTO DE CAMPO DAS
DIFERENTES CLASSES DE USO E COBERTURA TERRA
FOTODOCUMENTADOS E GEO-REFERENCIADOS DAS 14 ÁREAS DE
MANGUEZAIS DOS ESTADOS DO NORDESTE DO BRASIL.**






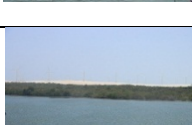





(continua)














Local	Latitude S	Longitude W	Fotos	Observações
MA Rio da Barreirinha Araiose	02° 50' 12"	42°01' 59"		Área em acresção
MA Rio da Barreirinha Araiose	02° 50' 00"	42°07' 00"		Mangue acresção
MA Frecheira	02° 50' 02"	42°10' 28"		Mangue inalterado
MA Frecheira	02° 50' 40"	42°13' 54"		Área impactada (Erosão)
MA Tutoia	02° 51' 40"	42°14' 42"		Área impactada (Ação antrópica)
MA Tutoia	02° 46' 02"	42°17' 27"		Área impactada (Estrada entre Manguezal)
MA Tutoia	02° 45' 55"	42°16' 29"		Mangue inalterado
MA Tutoia	02° 44' 44"	42°48' 38"		Mangue inalterado
MA Tutoia	02° 44' 08"	42°47' 55"		Mangue inalterado
MA Rio Preguiça	02° 43' 46"	42°47' 18"		Mangue inalterado
PI Barra Grande	02° 54' 27,8"	41°24' 22,8"		Área de campo salino com mangue ao fundo em Cajueiro da Praia














(cont.....)				
PI Barra Grande	02°54' 49,3"	41°23' 28,6"		Lago do Santana. Presença de pouco mangue
PI Barra Grande	02°58'09,2"	41°29' 04,4"		Acreção com presença de mangue jovem
PI Barra Grande	02°54'41,01"	41°26' 50,7"		Porto da Lama. Mangue inalterado
PI Luís Correia	02°52' 45,7"	41 40' 05,3"		Mangue inalterado
PI Luís Correia	02 53' 43,0"	41 40' 18,3"		Porto velho da estrada de ferro. Mangue inalterado
CE Rio Coreaú	03°01' 57,7"	40°48' 37,0'		Área de Apicum impactada por construção de viveiros na M/E do Rio Coreaú. M/D do Rio inalterado
CE Rio Coreaú	03°01' 57,2"	40°48' 36,7'		Área impactada por mangue desmatado para construção de viveiros.
CE Rio Coreaú	02°54' 12,2"	40°49' 52,3'		Mangue inalterado na ilha do estuário
CE Rio Coreaú	02°55' 11,9"	40°49' 50,5'		Mangue alterado por processo natural com ocorrência de redução na M/E
CE Rio Coreaú	02°55' 49,4"	40°49' 15,6"		Expansão natural com presença de mangue jovem
CE Rio Tapuio	02°55' 48,1"	41°02' 13,2"		Campo de dunas localizado na região do rio Tapuio em Formosa






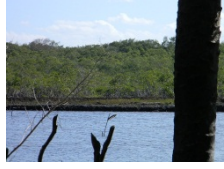




(cont.....)				
CE Rio Tapuio	02°55' 44,0"	41°03' 39,0"		Área de Carcinicultura
CE Rio Tapuio	02°56' 17,1"	41°03' 55,8"		M/E do rio inalterada, M/D alterada. Presença de carcinicultura
CE Rio Timonha	02°53' 44,7"	41°16' 43,2"	SEM FOTO	Praia de Bitupitá. Casas sobre dunas
CE Rio Timonha	02°54' 16,8"	41°15' 22,9"		Campo salino Bitupitá
CE Rio Timonha	03°02' 51,5"	41°13' 52,8"		Acresção de manguezal
Rio Timonha	03°02' 47,1"	41°14' 04,9"		Acresção sobre o rio Timonha e campo Salino
CE Rio Timonha	03°01' 46,7"	41°14' 05,1"		M/E alterado, M/D inalterado
CE Rio Coreaú	03°04' 40,6"	40°48' 10,4"		Vila de Arataim. Limite de Mangue com vegetação de terra firme
CE Rio Coreaú	02°59' 03,2"	40°47' 14,8"		Vila de Arataim. Área de Mangue impactada por Aquacultura
CE Mangue Seco	02°53' 41,2"	40°31' 46,0"		Estuário do rio Guriu. Antiga Salina
CE Mangue Seco	02°53' 26,9"	40°31' 38,1"		Mangue jovem com acresção para o continente
CE Mangue Seco	02°49' 59,6"	40°33' 16,0"		Mangue antropizado. Área de impacto
CE Mangue Seco	02°50' 02,0"	40°33' 16,0"		Campo de dunas vegetado


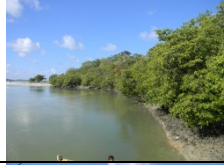








(cont.....)					
CE Mangue Seco	02°50' 18,6"	40°33' 27,2"			Área de mangue soterrado por dunas
CE Mangue Seco	02°50' 32,2"	40°33' 19,0"			Impacto antrópico causado por estrada e usina eólica
CE Aranaú	02°48' 54,9"	40°13' 47,3"			Praia de Aranaú. Erosão de mangues na área da usina
CE Aranaú	02°48' 43,8"	40°13' 38,8'			Praia de Aranaú. Acresção
CE Aranaú	02°52'49,4"	40°07'18,9"			Mangue no centro da cidade
CE Acaraú	02°50'41,2"	40°05'13,9"			Área de impacto. Carcinicultura e Estrada
CE Acaraú	02°50'05,5"	40°05'09,5"			Acresção com presença de mangue jovem. Impacto por estrada
CE Acaraú	02°50'05,5"	40°05'09,5"			Vegetação de Terra firme. Antigo rio
CE Acaraú	02°51'59,8"	39°59'20,2"			Área de impacto. Resquícios de mangue
CE Enseada dos Patos	02°58'33,7"	39°47'56,9"			Mangue com campo de duna
CE Rio Aracati Açú	02°59' 44,3"	39°43'47,4"			Mangue com evidência de acresção
CE Rio Aracati Açú	03°02' 51,3"	39°41'00,9"			Município de Amantada. Mangue inalterado
CE Rio Aracati Açú	03°04' 16,3"	39°40'56,9"			Mosquito. Mangue inalterado



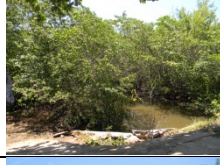







(cont.....)				
CE Rio Curu	03°24' 43,2"	39°03'17,4"	Filmado	Barra do rio Curu. Mangue inalterado
CE Rio Curu	03°24' 41,9"	39°03'18,3"	SEM FOTO	Barra do rio Curu. Mangue em acresção
CE Rio Ceará	03°41'39,9"	38°38'18,8"		Área antropizada
CE Rio Cocó	03°45' 09,8"	38°29' 26,5"		Mangue poluído por esgotos de residências
CE Rio Pacoti	03°48'50,6"	38°25'16,9"		Contato entre mangue e espécies de terra firme
CE Rio Pacoti	03°49' 18,7"	38°25' 05,3"		Área de impacto antrópico residência entre mangue
CE Rio Piranji	04°24'06,7"	37°50'59,8"		Mangue recente. Expansão de mangue e Carcinicultura
CE Rio Jaguaribe	04°27'09,4"	37°47'15,9"		Fortim. Mangue inalterado e jovem
CE Rio Jaguaribe	04°34'38,4"	37°47'07,1"	SEM FOTO	Icapuí. Presença de Salina
CE Rio da Barra Grande	04°41'59,9"	37°20' 41,3"		Icapuí. Mangue sob ação antrópica
CE Rio da Barra Grande	04°41' 55,6"	37°21' 08,0"		Mangue sob ação antrópica
RN Macau	04°50'44,5''	37°14'57,4''		Vegetação de terra firme com resposta parecida com mangue
RN Macau	05°09'00,0"	36°33' 12,1"		Campo de mangue em acresção
RN Macau	05°08'37,3"	36°32'58,07"		Salina

(cont.....)					
RN Macau	5° 08' 29.2	36° 31' 24.1"			Área de mangue remanescente
RN Guamaré	05°06'46,1"	36°20'46,8"			Mangue inalterado. Presença de Salina e Carcinicultura
RN Guamaré	05°06'38,5"	36°19'26,2"			Rio Miassaba. Mangue inalterado
RN Guamaré	05°06'17,7"	36°19'00,9"			Rio Aratuba. Mangue em acresção
RN Guamaré	5° 04' 42.4	36° 29' 33.4"			Rio Tubarão. Mangue inalterado
RN Guamaré	05°04'39,4"	36°29'23,6"			Rio Tubarão. Mangue em acresção
RN Macau	05°07'01,4"	36°38'05,3"			Centro de Macau. Mangue inalterado
RN Macau	5° 08' 29.6"	36° 46' 22.8"			Mangue inalterado
RN Macau	5° 08' 41.8"	36° 46' 20.0"			Mangue erodido. Construção de Estrada
RN Macau	5° 07' 59.2"	36° 45' 51.5"			Mangue entre viveiros. Canal de maré
RN Macau	5° 06' 41.1"	36° 45' 16.2"			Ação antrópica. Entre salina
RN Macau	5° 06' 9.6"	36° 45' 31.9"			Mangue inalterado
RN Macau	5° 06' 42.9"	36° 47' 8.7"			Mangue antropizado


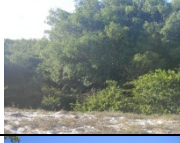


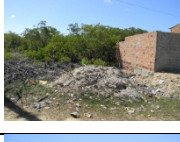






(cont.....)				
RN Macau	5° 04' 10.0"	36° 46' 31.9"		Mangue inalterado
RN Macau	5° 07' 7.1"	36° 38' 19.7"		Mangue inalterado. Acesso à usina UMARI
RN Macau	5° 07' 10.7"	36° 38' 56.5"		Mangue em acresção. Salina Umarisalinea
RN Macau	5° 08' 6.3"	36° 40' 1.6"		Mangue em acresção. Presença de viveiros
RN Macau	5° 07' 32.9"	36° 40' 54.8"		Outra vegetação
RN Macau	5° 06' 59.9"	36° 43' 4.5"		Mangue inalterado. Presença de salinas próximas
RN Macau	5° 07' 37.9"	36° 43' 35.2"		Mangue inalterado. Presença de bastante salinas nas proximidades
RN Macau	5° 07' 32.1"	36° 43' 50.1"		Mangue impactado
RN Macau	5° 08' 12.2"	36° 39' 54.6"		Mangue em acresção. Presença de Salina
RN Macau	5° 08' 48.0"	36° 38' 46.8"		Mangue impactado. Ação antrópica. Desflorestamento
RN Macau	5° 05' 36.8"	36° 38' 21.1"		Próximo à praia Camapum. Empresa Salinor
RN Ceará- Mirim	05°41'13,9"	35°13'16,9"		Mangue em aresção. Genipabu. Município: Extremos
RN Potengi	05°44'58,8"	35°12'32,5"		Inalterado com pressão antrópica.

(cont.....)				
RN Lagoa dos Guaraíras	06 10' 53,9"	35 05' 39,8"	Sem Foto	Timbaú do Sul
RN Lagoa dos Guaraíras	06°17'05,5"	35°02'12,6"		Simbaú. Rio Catu. Praia Barra do cunhaú
RN Rio Curimataú	06°19'45,9"	35°02'50,7"		Mangue inalterado. Baía Formosa
RN Rio Curimataú	06°19'29,4"	35°03'12,9"		Contato planície e planalto. Mangue impactado por ação antrópica. Construção de Estrada, Viveiros.
RN Rio Curimataú	06°20'14,2"	35°04'48,9"		Desflorestamento. Presença de viveiros nas proximidades
PB Rio Camaratuba	6° 36' 10"	34° 58' 06"		Mangue Jovem
PB Barra de Mamangua	6° 45' 47"	34° 57' 32"		Mangue Reduzido Por Atividade Atropica. Presença de Tanques
PB Cabedelo	7° 00' 08"	34° 51' 14"		Mangue Inalterado
PB Cabedelo	7° 03' 28"	34° 50' 37"		Mangue Antropizado
PB Rio Gramame	7° 14' 03"	34° 48' 52"		Mangue Inalterado
PB Rio Abiai	7° 26' 34"	34° 50' 04"		Mangue Jovem





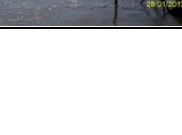
(cont.....)				
PE Rio Goiana	7° 32' 10"	34° 49' 57"		Mangue Inalterado
PE Ilha de Itamaracá	7° 43' 37"	34° 49' 41"		Presença de Mangue Jovem
PE Ilha de Itamaracá	7° 46' 27"	34° 53' 25"		Mangue Jovem e Inalterado
PE Rio Timbó Paulista	7° 51' 18"	34° 50' 36"		Mangue Inalterado
PE Rio Paratibe	7° 57' 33"	34° 49' 50"		Manguezal Inalterado e Impactado Por Ação Antrópica
PE Parque dos Manguezais	8° 05' 30"	34° 54' 26"		Manguezal Aterrado e Com Indicativos de Área de Despejo de Lixo
PE Rio Pirapanema	08°14'33"	34°56'17"		Mangue Inalterado
PE Porto Suape	08°21'37"	35°00'24"		Redução de Mangue. Estrada Cortando o Mangue
PE Barra do Serinhaém	08°37'18"	35°03'37"		Redução de Mangue
PE Rio Formoso	08°39'33"	35°08'55"		Redução de Mangue














(cont.....)				
AL Japaratinga Rio Maragogi	09°05'01"	35°15'10"		Mangue em Acresção
AL Rio Manguaba	09°09'13"	35°17'47"		Redução de Mangue
AL Rio Tatuamonha Porto de Pedras	09°13'09"	35°20'30"		Redução de Mangue
AL Rio Tatuamonha São Miguel dos Milagres	09°14'02"	35°20'59"		Redução de Mangue
AL Barra do Camaragipe	09°19'03''	35°25'02''		Mangue Inalterado
AL Barra de Santo Antônio	09°24'37''	35°39'18''		Mangue Inalterado. Rio Santo Antônio
AL Barra de Santo Antônio	09°25'08''	35°30'24''		Mangue Inalterado
AL Rio Suaçuí	09°28'53''	35°34'02''		Mangue Impactado> Construção de Estrada
AL Praia de Ipioca Ipioca	09°30'57''	35°35'33''	Sem Foto	Mangue Inalterado
AL Rio Meirim	09°32'24''	35°37'13''		Mangue Impactado. Expansão Urbana
AL Rio Pratagi Praia da Sereia	09°34'00''	35°38'59''		Mangue Inalterado

(cont.....)				
AL Lagoa do Mundaú	09°41'42''	35°47'16''		Mangue Aterrado. Expansão Urbana
AL Rio São Miguel Barra de São Miguel	09°50'42''	35°55'10''		Mangue em Acréscão
AL Rio Jequiá Jequiá	10°00'54''	36°01'34''		Mangue Inalterado
AL Rio Marapé Jequiá da Barra	10°01'54''	36°01'54''		Mangue em Acréscão
AL Rio do Pau Pontal do Coruripe	10°09'09''	36°08'18''		Mangue em Redução. Crescimento Urbano
SE Rio Japarutuba Pirambu	10°44'40''	36°51'42''		Mangue Sob Área de Impacto
SE Rio Sergipe Cajueiro	10°50'37''	36°58'38''		Mangue Inalterado
SE Rio Sergipe Aracaju	10°58'09''	37°03'08''		Mangue em Redução. Centro da Cidade
SE Rio Vaza Barris	11°07'07''	37°10'18''		Mangue Inalterado. Estrada Cortando o Mangue
SE Rio Piauí Praia do Saco	11°25'37''	37°20'20''		Área de Redução de Mangue
SE Rio Piauí Crasto	11°25'53''	37°23'43''		Mangue Inalterado

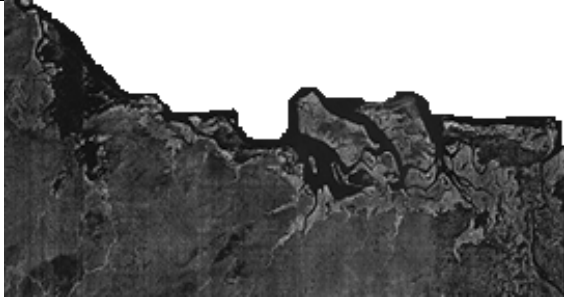

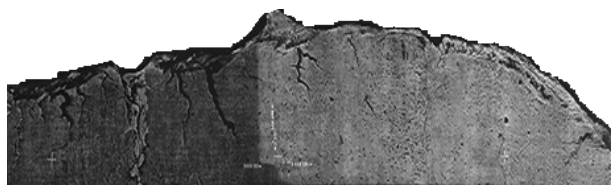
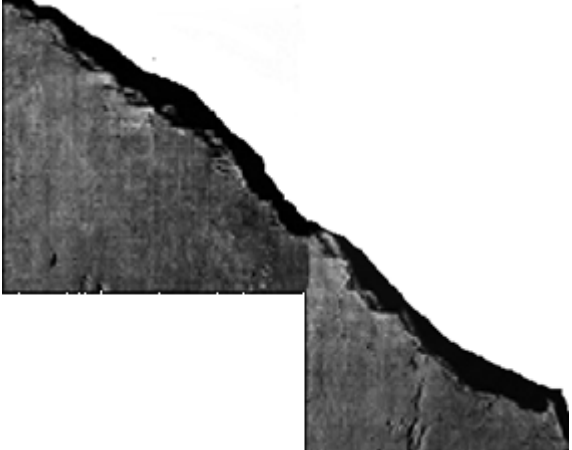
(cont.....)				
BA Rio Itapicuru Siribinha	11°45'40''	37°31'26''		Mangue em acresção
BA Rio Itapicuru	11°50'01''	37°33'35''		Mangue Inalterado
BA Rio Itariri	11°57'50''	37°37'57''		Estrada Cortando o Mangue
BA Inhambupe Baixo	12°05'04''	37°42'07''		Estrada Cortando o Mangue
BA Rio Subaúma Subaúma	12°13'49''	37°46'04''		Mangue Alterado. Área de Expansão Urbana
BA Porto de Sauípe	12°22'38''	37°53'20''		Mangue Inalterado
BA Porto de Sauípe	12°23'37''	37°53'01''		Mangue Aterado. Área de Expansão Urbana
BA Costa do Sauípe	12°24'16''	37°53'36''		Mangue Adulto e Mangue Jovem. Presença de Apicum
BA Acupé/Ilha Grande	12°39'37''	38°44'36''		Mangue em Acresção – Ocupação Urbana
BA Rio Jucuípe	12°42'38''	38°08'36''		Mangue em Acresção
BA Saubara	12°44'08	38°45'02''		Redução de Mangue por Carcinicultura
BA Rio Paraguaçu	12°47'11''	38°53'59''		Mangue Inalterado

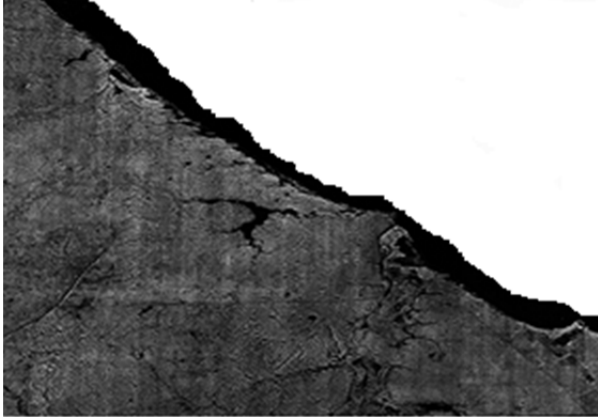
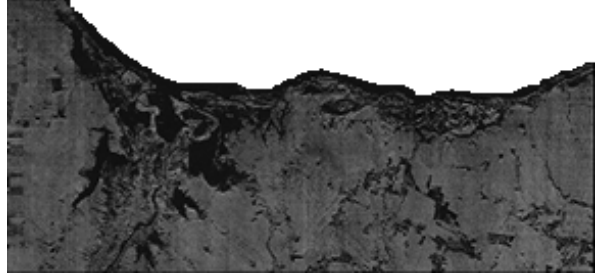
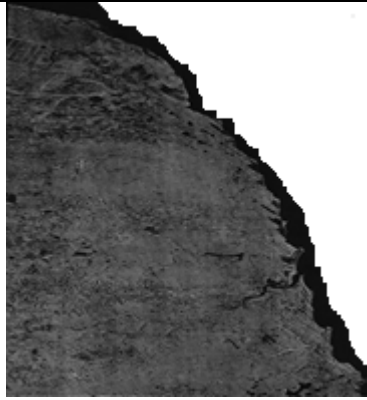
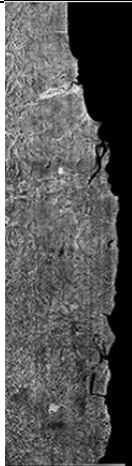
				(cont.....)
BA Baía de Todos os Santos	12°48'52''	38°28'52''		Mangue em acresção
BA Rio Paraguaçu Coqueiro	12°51'02''	38°51'59''		Mangue Inalterado
BA Rio Joanes Camaçari	12°51'44''	38°17'23''		Mangue Impactado
BA Itaparica	12°53'45''	38°40'48''		Mangue Impactado por Ação Urbana. Área aterrada
BA Rio Jacuruna Itaparica	13°01'07''	38°50'52''		Mangue Inalterado
BA Rio Jacuruna Itaparica	13°02'04''	38°48'37''	Sem Foto	Mangue Jovem
BA Jaguaripe	13°06'46''	38°53'38''		Mangue Inalterado
BA Rio Cairu Valença	13°21'23''	39°03'48''		Mangue Inalterado.
BA Rio Cairu Maricoabo	13°24'58''	39°04'32''		Mangue com Redução. Ação Antrópica. Produção de Mudanças
BA Rio Cairu	13°29'02''	39°02'44''		Mangue Inalterado
BA Rio Cairu	13°30'26''	39°03'12''		Mangue Cortado por 1 km de Estrada.
BA Rio Cairu Taperoá	13°32'14''	39°05'42''		Mangue Inalterado




(cont.....)				
BA Rio Cairu Ilha de Tinharé Cairu	13°34'41''	39°03'33''		Mangue Inalterado. Ponte Nilo Peçanha
BA Rio Cairu Itiúca	13°35'00''	39°03'05''		Mangue emAcreção
BA Rio Maraú Itubiara	13°44'05''	39°08'45''		Mangue com ação Antrópica. Crescimento Urbano
BA Rio Maraú Tiriri	13°55'45''	39°06'52''		Mangue em Acreção
BA Rio Maraú	14°06'01''	39°01'01''		Mangue em Acreção
BA Rio Maraú	14°07'31''	39°00'18''		Mangue em Acreção
BA Itacaré	14°16'29''	38°59'52''		Mangue Inalterado. Agradação
BA Rio Almada	14°35'00''	39°03'21''	Sem Foto	Mangue com ação Antrópica. Próximo a Ilhéus
BA Rio Almada Ilhéus	14°38'08''	39°04'09''		Mangue Inalterado. Estrada para Ilhéus
BA Rio Almada	14°45'14''	39°03'54''		Mangue Inalterado.Ponto sobre a ponte
BA Cururupé	14°52'57''	39°01'34''		Mangue Inalterado
BA Rio Acuípe Limite Una Ilhéus	15°05'01''	38°59'56''		Mangue Inalterado
BA Rio Doce Comandatuba	15°21'25''	38°59'16''		Mangue Inalterado




				(conclusão)
BA Canavieiras	15°26'06''	38°59'31''		Mangue Inalterado
BA Rio Patipe Canavieiras	15°40'35''	38°56'15''		Mangue em acresção
BA Rio Mugiquiçaba	16°04'37''	38°57'16''		Mangue Inalterado
BA Rio Santo Santo Antônio	16°11'17''	38°58'42''		Mangue em acresção
BA João de Tiba	16°16'24''	39°01'20''		Mangue Inalterado em acresção
BA Rio Inhaém	16°27'24''	39°03'59''		Mangue Inalterado
BA Rio Caraíva Caraíva	16°48'19''	39°09'02''		Mangue Inalterado
BA Rio Jucuruçu Prado	17°20'48''	39°13'34''		Mangue Inalterado
BA Rio Itanhém Alcobaça	17°32'08''	39°11'45''		Mangue em Redução. Crescimento Urbano
BA Rio Itanhém	17°32'05''	39°13'38''		Mangue Inalterado
BA Rio Peruípe Caravelas	17°44'32''	39°14'38''		Mangue Inalterado
BA Rio Peruípe	17°53'20''	39°22'19''		Mangue Inalterado
BA Rio Mucuri Mucuri	18°04'37''	39°32'56''		Mangue em acresção


**ANEXO B – IMAGENS RADAMBRASIL ORTORRETIFICADAS COM OS
RESPECTIVOS ERRO MÉDIO QUADRÁTICO.**

ÁREA	CENA/ESTADO	ERRO																																								
1	 MA	Accepted Points: 20 Total Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.96 X RMS: 0.64 Y RMS: 0.72 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0013</td><td>1.48</td><td>-0.62</td><td>1.35</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0014</td><td>1.48</td><td>0.06</td><td>-1.47</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0045</td><td>1.35</td><td>1.34</td><td>-0.16</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0081</td><td>1.29</td><td>-0.40</td><td>1.23</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0073</td><td>1.24</td><td>0.67</td><td>-1.05</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0068</td><td>1.10</td><td>1.05</td><td>0.32</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0003</td><td>1.08</td><td>-1.05</td><td>-0.26</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0013	1.48	-0.62	1.35	GCP	G0014	1.48	0.06	-1.47	GCP	G0045	1.35	1.34	-0.16	GCP	G0081	1.29	-0.40	1.23	GCP	G0073	1.24	0.67	-1.05	GCP	G0068	1.10	1.05	0.32	GCP	G0003	1.08	-1.05	-0.26	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0013	1.48	-0.62	1.35	GCP																																						
G0014	1.48	0.06	-1.47	GCP																																						
G0045	1.35	1.34	-0.16	GCP																																						
G0081	1.29	-0.40	1.23	GCP																																						
G0073	1.24	0.67	-1.05	GCP																																						
G0068	1.10	1.05	0.32	GCP																																						
G0003	1.08	-1.05	-0.26	GCP																																						
2	 PI – CE	Accepted Points: 21 Total Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.99 X RMS: 0.81 Y RMS: 0.57 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0440</td><td>1.63</td><td>1.31</td><td>0.97</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0408</td><td>1.57</td><td>1.13</td><td>1.08</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0326</td><td>1.26</td><td>1.25</td><td>0.17</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0461</td><td>1.25</td><td>-0.27</td><td>-1.22</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0146</td><td>1.23</td><td>0.75</td><td>-0.98</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0292</td><td>1.23</td><td>-1.19</td><td>-0.31</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0189</td><td>1.10</td><td>1.09</td><td>-0.07</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0440	1.63	1.31	0.97	GCP	G0408	1.57	1.13	1.08	GCP	G0326	1.26	1.25	0.17	GCP	G0461	1.25	-0.27	-1.22	GCP	G0146	1.23	0.75	-0.98	GCP	G0292	1.23	-1.19	-0.31	GCP	G0189	1.10	1.09	-0.07	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0440	1.63	1.31	0.97	GCP																																						
G0408	1.57	1.13	1.08	GCP																																						
G0326	1.26	1.25	0.17	GCP																																						
G0461	1.25	-0.27	-1.22	GCP																																						
G0146	1.23	0.75	-0.98	GCP																																						
G0292	1.23	-1.19	-0.31	GCP																																						
G0189	1.10	1.09	-0.07	GCP																																						
3	 CE	Accepted Points: 20 Total Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.98 X RMS: 0.72 Y RMS: 0.66 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0513</td><td>1.53</td><td>1.20</td><td>0.95</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0501</td><td>1.47</td><td>1.37</td><td>0.54</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0467</td><td>1.47</td><td>-0.83</td><td>-1.21</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0481</td><td>1.32</td><td>1.30</td><td>-0.24</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0466</td><td>1.30</td><td>-0.66</td><td>1.13</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0482</td><td>1.15</td><td>-0.99</td><td>0.60</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0514</td><td>1.15</td><td>0.79</td><td>-0.84</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0513	1.53	1.20	0.95	GCP	G0501	1.47	1.37	0.54	GCP	G0467	1.47	-0.83	-1.21	GCP	G0481	1.32	1.30	-0.24	GCP	G0466	1.30	-0.66	1.13	GCP	G0482	1.15	-0.99	0.60	GCP	G0514	1.15	0.79	-0.84	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0513	1.53	1.20	0.95	GCP																																						
G0501	1.47	1.37	0.54	GCP																																						
G0467	1.47	-0.83	-1.21	GCP																																						
G0481	1.32	1.30	-0.24	GCP																																						
G0466	1.30	-0.66	1.13	GCP																																						
G0482	1.15	-0.99	0.60	GCP																																						
G0514	1.15	0.79	-0.84	GCP																																						
4	 CE	Accepted Points: 20 Total Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.98 X RMS: 0.71 Y RMS: 0.67 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0591</td><td>1.30</td><td>-1.03</td><td>0.80</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0604</td><td>1.26</td><td>0.09</td><td>-1.25</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0661</td><td>1.24</td><td>0.46</td><td>-1.15</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0662</td><td>1.24</td><td>1.19</td><td>0.34</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0638</td><td>1.22</td><td>1.17</td><td>0.33</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0605</td><td>1.21</td><td>-0.97</td><td>0.72</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0610</td><td>1.17</td><td>0.20</td><td>1.15</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0591	1.30	-1.03	0.80	GCP	G0604	1.26	0.09	-1.25	GCP	G0661	1.24	0.46	-1.15	GCP	G0662	1.24	1.19	0.34	GCP	G0638	1.22	1.17	0.33	GCP	G0605	1.21	-0.97	0.72	GCP	G0610	1.17	0.20	1.15	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0591	1.30	-1.03	0.80	GCP																																						
G0604	1.26	0.09	-1.25	GCP																																						
G0661	1.24	0.46	-1.15	GCP																																						
G0662	1.24	1.19	0.34	GCP																																						
G0638	1.22	1.17	0.33	GCP																																						
G0605	1.21	-0.97	0.72	GCP																																						
G0610	1.17	0.20	1.15	GCP																																						

<p>5</p>	 <p>CE</p>	<p>Accepted Points: 20 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.95 X RMS: 0.74 Y RMS: 0.59</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0002</td><td>1.75</td><td>1.61</td><td>0.68</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0061</td><td>1.60</td><td>1.60</td><td>0.11</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0086</td><td>1.55</td><td>0.20</td><td>-1.54</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0062</td><td>1.21</td><td>-1.19</td><td>-0.22</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0054</td><td>1.21</td><td>-1.09</td><td>0.51</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0045</td><td>0.91</td><td>-0.22</td><td>0.89</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0084</td><td>0.85</td><td>-0.77</td><td>-0.36</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0002	1.75	1.61	0.68	GCP	G0061	1.60	1.60	0.11	GCP	G0086	1.55	0.20	-1.54	GCP	G0062	1.21	-1.19	-0.22	GCP	G0054	1.21	-1.09	0.51	GCP	G0045	0.91	-0.22	0.89	GCP	G0084	0.85	-0.77	-0.36	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0002	1.75	1.61	0.68	GCP																																						
G0061	1.60	1.60	0.11	GCP																																						
G0086	1.55	0.20	-1.54	GCP																																						
G0062	1.21	-1.19	-0.22	GCP																																						
G0054	1.21	-1.09	0.51	GCP																																						
G0045	0.91	-0.22	0.89	GCP																																						
G0084	0.85	-0.77	-0.36	GCP																																						
<p>6</p>	 <p>RN</p>	<p>Accepted Points: 20 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.99 X RMS: 0.75 Y RMS: 0.65</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0106</td><td>1.54</td><td>1.52</td><td>0.23</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0128</td><td>1.45</td><td>-1.42</td><td>0.32</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0125</td><td>1.26</td><td>0.61</td><td>-1.10</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0124</td><td>1.23</td><td>1.20</td><td>0.27</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0129</td><td>1.22</td><td>-0.56</td><td>1.08</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0059</td><td>1.21</td><td>-0.01</td><td>-1.21</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0050</td><td>1.11</td><td>-0.93</td><td>0.61</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0106	1.54	1.52	0.23	GCP	G0128	1.45	-1.42	0.32	GCP	G0125	1.26	0.61	-1.10	GCP	G0124	1.23	1.20	0.27	GCP	G0129	1.22	-0.56	1.08	GCP	G0059	1.21	-0.01	-1.21	GCP	G0050	1.11	-0.93	0.61	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0106	1.54	1.52	0.23	GCP																																						
G0128	1.45	-1.42	0.32	GCP																																						
G0125	1.26	0.61	-1.10	GCP																																						
G0124	1.23	1.20	0.27	GCP																																						
G0129	1.22	-0.56	1.08	GCP																																						
G0059	1.21	-0.01	-1.21	GCP																																						
G0050	1.11	-0.93	0.61	GCP																																						
<p>7</p>	 <p>RN</p>	<p>Accepted Points: 21 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.98 X RMS: 0.68 Y RMS: 0.70</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0010</td><td>1.52</td><td>-0.44</td><td>-1.46</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0037</td><td>1.49</td><td>1.31</td><td>-0.71</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0043</td><td>1.39</td><td>-1.22</td><td>0.67</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0026</td><td>1.24</td><td>0.84</td><td>-0.92</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0020</td><td>1.22</td><td>-1.01</td><td>0.68</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0034</td><td>1.21</td><td>0.74</td><td>0.96</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0019</td><td>1.21</td><td>1.20</td><td>-0.11</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0010	1.52	-0.44	-1.46	GCP	G0037	1.49	1.31	-0.71	GCP	G0043	1.39	-1.22	0.67	GCP	G0026	1.24	0.84	-0.92	GCP	G0020	1.22	-1.01	0.68	GCP	G0034	1.21	0.74	0.96	GCP	G0019	1.21	1.20	-0.11	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0010	1.52	-0.44	-1.46	GCP																																						
G0037	1.49	1.31	-0.71	GCP																																						
G0043	1.39	-1.22	0.67	GCP																																						
G0026	1.24	0.84	-0.92	GCP																																						
G0020	1.22	-1.01	0.68	GCP																																						
G0034	1.21	0.74	0.96	GCP																																						
G0019	1.21	1.20	-0.11	GCP																																						
<p>8</p>	 <p>PB - PE</p>	<p>Accepted Points: 20 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.98 X RMS: 0.75 Y RMS: 0.64</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0008</td><td>1.38</td><td>0.84</td><td>-1.09</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0010</td><td>1.37</td><td>-0.26</td><td>-1.35</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0028</td><td>1.33</td><td>-1.20</td><td>-0.57</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0043</td><td>1.26</td><td>-1.09</td><td>0.63</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0007</td><td>1.23</td><td>1.09</td><td>0.55</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0001</td><td>1.11</td><td>0.77</td><td>0.79</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0015</td><td>1.11</td><td>-1.06</td><td>-0.32</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0008	1.38	0.84	-1.09	GCP	G0010	1.37	-0.26	-1.35	GCP	G0028	1.33	-1.20	-0.57	GCP	G0043	1.26	-1.09	0.63	GCP	G0007	1.23	1.09	0.55	GCP	G0001	1.11	0.77	0.79	GCP	G0015	1.11	-1.06	-0.32	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0008	1.38	0.84	-1.09	GCP																																						
G0010	1.37	-0.26	-1.35	GCP																																						
G0028	1.33	-1.20	-0.57	GCP																																						
G0043	1.26	-1.09	0.63	GCP																																						
G0007	1.23	1.09	0.55	GCP																																						
G0001	1.11	0.77	0.79	GCP																																						
G0015	1.11	-1.06	-0.32	GCP																																						

<p>9</p>	 <p>PE - AL</p>	<p>Accepted Points: 20 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.97 X RMS: 0.76 Y RMS: 0.60</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0081</td><td>1.71</td><td>1.67</td><td>-0.37</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0031</td><td>1.53</td><td>1.04</td><td>1.12</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0024</td><td>1.20</td><td>-0.59</td><td>1.04</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0010</td><td>1.14</td><td>0.49</td><td>-1.03</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0017</td><td>1.11</td><td>-1.11</td><td>0.08</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0087</td><td>1.03</td><td>0.97</td><td>-0.34</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0082</td><td>1.02</td><td>-1.00</td><td>0.21</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0081	1.71	1.67	-0.37	GCP	G0031	1.53	1.04	1.12	GCP	G0024	1.20	-0.59	1.04	GCP	G0010	1.14	0.49	-1.03	GCP	G0017	1.11	-1.11	0.08	GCP	G0087	1.03	0.97	-0.34	GCP	G0082	1.02	-1.00	0.21	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0081	1.71	1.67	-0.37	GCP																																						
G0031	1.53	1.04	1.12	GCP																																						
G0024	1.20	-0.59	1.04	GCP																																						
G0010	1.14	0.49	-1.03	GCP																																						
G0017	1.11	-1.11	0.08	GCP																																						
G0087	1.03	0.97	-0.34	GCP																																						
G0082	1.02	-1.00	0.21	GCP																																						
<p>10</p>	 <p>AL</p>	<p>Accepted Points: 20 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.97 X RMS: 0.55 Y RMS: 0.81</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0090</td><td>1.31</td><td>1.02</td><td>-0.82</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0131</td><td>1.29</td><td>0.45</td><td>1.21</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0186</td><td>1.21</td><td>-0.05</td><td>-1.21</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0195</td><td>1.20</td><td>-0.29</td><td>-1.16</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0179</td><td>1.10</td><td>-0.65</td><td>0.89</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0173</td><td>1.07</td><td>0.63</td><td>0.86</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0091</td><td>1.05</td><td>-0.99</td><td>0.36</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0090	1.31	1.02	-0.82	GCP	G0131	1.29	0.45	1.21	GCP	G0186	1.21	-0.05	-1.21	GCP	G0195	1.20	-0.29	-1.16	GCP	G0179	1.10	-0.65	0.89	GCP	G0173	1.07	0.63	0.86	GCP	G0091	1.05	-0.99	0.36	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0090	1.31	1.02	-0.82	GCP																																						
G0131	1.29	0.45	1.21	GCP																																						
G0186	1.21	-0.05	-1.21	GCP																																						
G0195	1.20	-0.29	-1.16	GCP																																						
G0179	1.10	-0.65	0.89	GCP																																						
G0173	1.07	0.63	0.86	GCP																																						
G0091	1.05	-0.99	0.36	GCP																																						
<p>11</p>	 <p>SE</p>	<p>Accepted Points: 20 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.97 X RMS: 0.76 Y RMS: 0.61</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0032</td><td>1.36</td><td>0.39</td><td>-1.30</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0036</td><td>1.35</td><td>1.27</td><td>0.45</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0018</td><td>1.25</td><td>1.04</td><td>0.68</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0025</td><td>1.21</td><td>-1.02</td><td>0.65</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0013</td><td>1.10</td><td>-0.98</td><td>0.49</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0030</td><td>1.07</td><td>-0.89</td><td>-0.60</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0009</td><td>1.04</td><td>-0.82</td><td>0.63</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0032	1.36	0.39	-1.30	GCP	G0036	1.35	1.27	0.45	GCP	G0018	1.25	1.04	0.68	GCP	G0025	1.21	-1.02	0.65	GCP	G0013	1.10	-0.98	0.49	GCP	G0030	1.07	-0.89	-0.60	GCP	G0009	1.04	-0.82	0.63	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0032	1.36	0.39	-1.30	GCP																																						
G0036	1.35	1.27	0.45	GCP																																						
G0018	1.25	1.04	0.68	GCP																																						
G0025	1.21	-1.02	0.65	GCP																																						
G0013	1.10	-0.98	0.49	GCP																																						
G0030	1.07	-0.89	-0.60	GCP																																						
G0009	1.04	-0.82	0.63	GCP																																						

<p>12</p>	 <p>SE – BA</p>	<p>Accepted Points: 20 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.96 X RMS: 0.63 Y RMS: 0.73</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0032</td><td>1.52</td><td>0.83</td><td>-1.27</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0023</td><td>1.40</td><td>1.09</td><td>0.87</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0050</td><td>1.35</td><td>0.98</td><td>-0.93</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0030</td><td>1.32</td><td>-0.40</td><td>1.26</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0035</td><td>1.29</td><td>0.40</td><td>1.22</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0043</td><td>1.28</td><td>-0.41</td><td>-1.21</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0033</td><td>1.09</td><td>-0.98</td><td>0.49</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0032	1.52	0.83	-1.27	GCP	G0023	1.40	1.09	0.87	GCP	G0050	1.35	0.98	-0.93	GCP	G0030	1.32	-0.40	1.26	GCP	G0035	1.29	0.40	1.22	GCP	G0043	1.28	-0.41	-1.21	GCP	G0033	1.09	-0.98	0.49	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0032	1.52	0.83	-1.27	GCP																																						
G0023	1.40	1.09	0.87	GCP																																						
G0050	1.35	0.98	-0.93	GCP																																						
G0030	1.32	-0.40	1.26	GCP																																						
G0035	1.29	0.40	1.22	GCP																																						
G0043	1.28	-0.41	-1.21	GCP																																						
G0033	1.09	-0.98	0.49	GCP																																						
<p>13</p>	 <p>BA</p>	<p>Accepted Points: 20 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.86 X RMS: 0.74 Y RMS: 0.43</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0026</td><td>1.40</td><td>1.40</td><td>-0.04</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0014</td><td>1.26</td><td>-0.86</td><td>0.92</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0016</td><td>1.26</td><td>1.16</td><td>-0.50</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0017</td><td>1.24</td><td>-1.14</td><td>-0.48</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0033</td><td>1.04</td><td>-1.00</td><td>-0.29</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0085</td><td>0.98</td><td>-0.67</td><td>-0.71</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0061</td><td>0.87</td><td>0.83</td><td>-0.26</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0026	1.40	1.40	-0.04	GCP	G0014	1.26	-0.86	0.92	GCP	G0016	1.26	1.16	-0.50	GCP	G0017	1.24	-1.14	-0.48	GCP	G0033	1.04	-1.00	-0.29	GCP	G0085	0.98	-0.67	-0.71	GCP	G0061	0.87	0.83	-0.26	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0026	1.40	1.40	-0.04	GCP																																						
G0014	1.26	-0.86	0.92	GCP																																						
G0016	1.26	1.16	-0.50	GCP																																						
G0017	1.24	-1.14	-0.48	GCP																																						
G0033	1.04	-1.00	-0.29	GCP																																						
G0085	0.98	-0.67	-0.71	GCP																																						
G0061	0.87	0.83	-0.26	GCP																																						
<p>14</p>	 <p>BA</p>	<p>Accepted Points: 20 Total</p> <p>Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.89 X RMS: 0.49 Y RMS: 0.75</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Point ID</th> <th>Residual</th> <th>Res X</th> <th>Res Y</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G0029</td><td>1.28</td><td>0.70</td><td>-1.07</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0040</td><td>1.18</td><td>-0.32</td><td>1.14</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0061</td><td>1.16</td><td>0.01</td><td>-1.16</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0087</td><td>1.16</td><td>0.78</td><td>-0.86</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0058</td><td>1.07</td><td>0.29</td><td>1.03</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0105</td><td>1.05</td><td>-0.91</td><td>0.53</td><td>GCP</td></tr> <tr><td>G0103</td><td>1.05</td><td>0.59</td><td>0.87</td><td>GCP</td></tr> </tbody> </table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0029	1.28	0.70	-1.07	GCP	G0040	1.18	-0.32	1.14	GCP	G0061	1.16	0.01	-1.16	GCP	G0087	1.16	0.78	-0.86	GCP	G0058	1.07	0.29	1.03	GCP	G0105	1.05	-0.91	0.53	GCP	G0103	1.05	0.59	0.87	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0029	1.28	0.70	-1.07	GCP																																						
G0040	1.18	-0.32	1.14	GCP																																						
G0061	1.16	0.01	-1.16	GCP																																						
G0087	1.16	0.78	-0.86	GCP																																						
G0058	1.07	0.29	1.03	GCP																																						
G0105	1.05	-0.91	0.53	GCP																																						
G0103	1.05	0.59	0.87	GCP																																						

15	 <p data-bbox="619 752 671 786">BA</p>	<p data-bbox="999 237 1182 264">Accepted Points: 20 Total</p> <p data-bbox="999 271 1374 320">Residual Units: <input type="radio"/> Ground <input checked="" type="radio"/> Pixels RMS: 0.95 X RMS: 0.87 Y RMS: 0.38</p> <table border="1" data-bbox="999 327 1422 551"><thead><tr><th>Point ID</th><th>Residual</th><th>Res X</th><th>Res Y</th><th>Type</th></tr></thead><tbody><tr><td>G0039</td><td>1.70</td><td>1.69</td><td>-0.20</td><td>GCP</td></tr><tr><td>G0009</td><td>1.42</td><td>1.27</td><td>-0.63</td><td>GCP</td></tr><tr><td>G0008</td><td>1.29</td><td>1.23</td><td>-0.38</td><td>GCP</td></tr><tr><td>G0007</td><td>1.26</td><td>1.24</td><td>0.21</td><td>GCP</td></tr><tr><td>G0019</td><td>1.16</td><td>-1.15</td><td>-0.21</td><td>GCP</td></tr><tr><td>G0023</td><td>1.16</td><td>-0.96</td><td>0.65</td><td>GCP</td></tr><tr><td>G0034</td><td>1.11</td><td>-1.11</td><td>0.09</td><td>GCP</td></tr></tbody></table>	Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	G0039	1.70	1.69	-0.20	GCP	G0009	1.42	1.27	-0.63	GCP	G0008	1.29	1.23	-0.38	GCP	G0007	1.26	1.24	0.21	GCP	G0019	1.16	-1.15	-0.21	GCP	G0023	1.16	-0.96	0.65	GCP	G0034	1.11	-1.11	0.09	GCP
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type																																						
G0039	1.70	1.69	-0.20	GCP																																						
G0009	1.42	1.27	-0.63	GCP																																						
G0008	1.29	1.23	-0.38	GCP																																						
G0007	1.26	1.24	0.21	GCP																																						
G0019	1.16	-1.15	-0.21	GCP																																						
G0023	1.16	-0.96	0.65	GCP																																						
G0034	1.11	-1.11	0.09	GCP																																						

ANEXO C – CÁLCULO DAS ÁREAS DE FLORESTA DE MANGUE PARA OS ANOS DE 1975 E 2008 PARA CADA ESTUÁRIO DO NORDESTE DO BRASIL.

(continua)														
Estado	Local	Área de Mangue 1975 (km ²)	Área de Mangue 1975 %	Área de Mangue 2008 (km ²)	Área de Mangue 2008 %	Área inalterada (km ²)	Área inalterada %	Área perdida (km ²)	Área perdida %	Área acrescida (km ²)	Área acrescida %	Área líquida NC (km ²)	LS %	RS %
Maranhão	Rio Preguiça - MA	29.80	1.93	25.60	1.73	10.90	36.58	18.90	63.42	14.70	49.33	-4.20	36.58	- 14.09
	Rio Novo - MA	39.35	2.55	39.39	2.66	14.23	36.16	25.12	63.84	25.16	63.94	0.04	36.16	0.10
	Baía de Tutóia - MA	401.55	25.99	392.95	26.55	243.48	60.64	158.07	39.36	149.47	37.22	-8.60	60.64	-2.14
Piauí	Rio Parnaíba - MA	3.76	0.24	3.18	0.21	1.42	37.77	2.34	62.23	1.76	46.81	-0.58	37.77	- 15.43
	Luis Correia - MA	18.52	1.20	10.41	0.70	8.82	47.62	9.70	52.38	1.59	8.59	-8.11	47.62	- 43.79
	Barra Grande - MA	7.23	0.47	10.57	0.71	1.85	25.59	5.38	74.41	8.72	120.61	3.79	25.59	46.20
	Rio Timonha - CE	32.42	2.10	49.20	3.32	23.30	71.87	9.12	28.13	25.90	79.89	16.78	71.87	51.76
	Rio Tapuio - CE	5.66	0.37	5.75	0.39	2.35	41.52	3.31	58.48	3.40	60.07	0.09	41.52	1.59
	Rio Coreáú - CE	32.31	2.09	35.15	2.37	19.96	61.78	12.35	38.22	15.19	47.01	2.84	61.78	8.79

(cont...)

	Mangue Seco - CE	4.17	0.27	3.53	0.24	1.27	30.46	2.90	69.54	2.26	54.20	-0.64	30.46	- 15.35
	Rio Aranaú - CE	1.10	0.07	0.80	0.05	0.19	17.27	0.91	82.73	0.61	55.45	-0.30	17.27	- 27.27
	Rio Acaraú - CE	18.85	1.22	11.05	0.75	0.07	0.37	18.78	99.63	10.98	58.25	-7.80	0.37	- 41.38
	Enseada dos Patos - CE	5.10	0.33	3.06	0.21	0.42	8.24	4.68	91.76	2.64	51.76	-2.04	8.24	- 40.00
Ceará	Aracati Açú - CE	3.06	0.20	3.72	0.25	0.48	15.69	2.58	84.31	3.24	105.88	0.66	15.69	21.57
	Rio Mundaú - CE	6.13	0.40	3.12	0.21	0.81	13.21	5.32	86.79	2.31	37.68	-3.01	13.21	- 49.10
	Rio Curu - CE	1.04	0.07	0.65	0.04	0.13	12.50	0.91	87.50	0.52	50.00	-0.39	12.50	- 37.50
	Rio Ceará - CE	4.75	0.31	4.79	0.32	0.95	20.00	3.80	80.00	3.84	80.84	0.04	20.00	0.84
	Rio Cocó - CE	1.62	0.10	1.23	0.08	0.13	8.02	1.49	91.98	1.10	67.90	-0.39	8.02	- 24.07
	Rio Pacoti - CE	3.17	0.21	3.59	0.24	0.88	27.76	2.29	72.24	2.71	85.49	0.42	27.76	13.25
	Rio Piranji - CE	2.35	0.15	2.38	0.16	0.68	28.94	1.67	71.06	1.70	72.34	0.03	28.94	1.28

(cont...)

	Rio Jaguaribe - CE	8.18	0.53	8.03	0.54	2.32	28.36	5.86	71.64	5.71	69.80	-0.15	28.36	-1.83
	Rio da Barra Grande - CE	2.04	0.13	1.38	0.09	0.23	11.27	1.81	88.73	1.15	56.37	-0.66	11.27	- 32.35
	Macau - RN	34.86	2.26	25.56	1.73	9.06	25.99	25.80	74.01	16.50	47.33	-9.30	25.99	- 26.68
	Guamaré - RN	20.84	1.35	18.97	1.28	2.43	11.66	18.41	88.34	16.54	79.37	-1.87	11.66	-8.97
Rio Grande do Norte	Cearamirim - RN	2.46	0.16	2.19	0.15	0.88	35.77	1.58	64.23	1.31	53.25	-0.27	35.77	- 10.98
	Rio Potengi - RN	14.61	0.95	17.83	1.20	7.52	51.47	7.09	48.53	10.31	70.57	3.22	51.47	22.04
	Lagoa de Guaraíras - RN	6.32	0.41	15.85	1.07	2.37	37.50	3.95	62.50	13.48	213.29	9.53	37.50	150.7 9
	Rio Curimataú - RN	33.60	2.17	19.83	1.34	7.17	21.34	26.43	78.66	12.66	37.68	-13.77	21.34	- 40.98
	Rio Camaratuba - PB	2.46	0.16	1.73	0.12	0.04	1.63	2.42	98.37	1.69	68.70	-0.73	1.63	- 29.67
	Barra de Mamanguape - PB	35.17	2.28	17.20	1.16	8.50	24.17	26.67	75.83	8.70	24.74	-17.97	24.17	- 51.09

(cont...)

Paraíba	Cabedelo - PB	28.86	1.87	38.94	2.63	10.76	37.28	18.10	62.72	28.18	97.64	10.08	37.28	34.93
	Rio Gramame - PB	3.46	0.22	3.83	0.26	2.39	69.08	1.07	30.92	1.44	41.62	0.37	69.08	10.69
	Rio Abiaí - PB	2.55	0.17	4.82	0.33	1.46	57.25	1.09	42.75	3.36	131.76	2.27	57.25	89.02
	Rio Goiana - PE	25.14	1.63	25.31	1.71	13.90	55.29	11.24	44.71	11.41	45.39	0.17	55.29	0.68
	Ilha de Itamaracá - PE	34.31	2.22	35.36	2.39	14.32	41.74	19.99	58.26	21.04	61.32	1.05	41.74	3.06
	Rio Timbó - PE	4.87	0.32	5.30	0.36	1.03	21.15	3.84	78.85	4.27	87.68	0.43	21.15	8.83
	Rio Paratibe - PE	1.99	0.13	0.73	0.05	0.25	12.56	1.74	87.44	0.48	24.12	-1.26	12.56	- 63.32
Pernambuco	Parque dos Manguezais - PE	2.74	0.18	2.31	0.16	0.95	34.67	1.79	65.33	1.36	49.64	-0.43	34.67	- 15.69
	Rio Pirapanema - PE	4.88	0.32	5.62	0.38	1.49	30.53	3.39	69.47	4.13	84.63	0.74	30.53	15.16
	Porto de Suape - PE	5.64	0.37	7.08	0.48	2.44	43.26	3.20	56.74	4.64	82.27	1.44	43.26	25.53
	Barra de Serinhaém - PE	5.94	0.38	6.03	0.41	0.70	11.78	5.24	88.22	5.33	89.73	0.09	11.78	1.52

(cont...)

	Rio Formoso - PE	13.07	0.85	14.70	0.99	6.49	49.66	6.58	50.34	8.21	62.82	1.63	49.66	12.47
	Rio Maragogi - AL	2.27	0.15	2.08	0.14	0.81	35.68	1.46	64.32	1.27	55.95	-0.19	35.68	-8.37
	Rio Manguaba - AL	4.15	0.27	1.12	0.08	0.37	8.92	3.78	91.08	0.75	18.07	-3.03	8.92	- 73.01
	Rio Tatuamonha - AL	2.06	0.13	2.05	0.14	0.58	28.16	1.48	71.84	1.47	71.36	-0.01	28.16	-0.49
	Barra do Camaragipe - AL	3.06	0.20	1.66	0.11	0.00	0.00	3.06	100.00	1.66	54.25	-1.40	0.00	- 45.75
Alagoas	Barra de Santo Antônio - AL	2.44	0.16	2.20	0.15	0.24	9.84	2.20	90.16	1.96	80.33	-0.24	9.84	-9.84
	Rio Meirim - AL	0.91	0.06	0.57	0.04	0.09	9.89	0.82	90.11	0.48	52.75	-0.34	9.89	- 37.36
	Lagoa do Mundaú - AL	34.09	2.21	31.84	2.15	13.35	39.16	20.74	60.84	18.49	54.24	-2.25	39.16	-6.60
	Barra de São Miguel - AL	1.27	0.08	1.19	0.08	0.54	42.52	0.73	57.48	0.65	51.18	-0.08	42.52	-6.30
	Jequiá da Barra - AL	1.81	0.12	1.57	0.11	0.54	29.83	1.27	70.17	1.03	56.91	-0.24	29.83	- 13.26

(cont...)

	Pontal do Coruripe - AL	11.40	0.74	16.14	1.09	8.07	70.79	3.33	29.21	8.07	70.79	4.74	70.79	41.58
Sergipe	Rio Japaratuba - SE	3.81	0.25	1.53	0.10	0.29	7.61	3.52	92.39	1.24	32.55	-2.28	7.61	- 59.84
	Rio Sergipe - SE	45.63	2.95	43.64	2.95	14.52	31.82	31.11	68.18	29.12	63.82	-1.99	31.82	-4.36
	Rio Vaza Barris - SE	44.71	2.89	47.99	3.24	20.13	45.02	24.58	54.98	27.86	62.31	3.28	45.02	7.34
	Rio Piauí - SE	63.36	4.10	63.78	4.31	16.39	25.87	46.97	74.13	47.39	74.79	0.42	25.87	0.66
	Rio Itapicuru - BA	1.35	0.09	1.76	0.12	0.41	30.37	0.94	69.63	1.35	100.00	0.41	30.37	30.37
	Rio Itariri - BA	0.14	0.01	0.13	0.01	0.00	0.00	0.14	100.00	0.13	92.86	-0.01	0.00	-7.14
	Rio Inhambupe - BA	2.66	0.17	0.22	0.01	0.06	2.26	2.60	97.74	0.16	6.02	-2.44	2.26	- 91.73
	Rio Subaúma - BA	1.24	0.08	0.20	0.01	0.00	0.00	1.24	100.00	0.20	16.13	-1.04	0.00	- 83.87
	Costa do Sauípe - BA	7.58	0.49	4.89	0.33	1.05	13.85	6.53	86.15	3.84	50.66	-2.69	13.85	- 35.49
	Acupé - BA	7.96	0.52	12.04	0.81	2.98	37.44	4.98	62.56	9.06	113.82	4.08	37.44	51.26

(cont...)

	Rio Jucuípe - BA	19.34	1.25	30.29	2.05	3.27	16.91	16.07	83.09	27.02	139.71	10.95	16.91	56.62
	Saubara - BA	7.59	0.49	6.61	0.45	1.33	17.52	6.26	82.48	5.28	69.57	-0.98	17.52	- 12.91
	Rio Paraguaçu - BA	27.87	1.80	17.83	1.20	4.12	14.78	23.75	85.22	13.71	49.19	-10.04	14.78	- 36.02
	Baía de Todos os Santos - BA	26.25	1.70	28.58	1.93	3.52	13.41	22.73	86.59	25.06	95.47	2.33	13.41	8.88
	Rio Joanes - BA	1.17	0.08	2.64	0.18	0.15	12.82	1.02	87.18	2.49	212.82	1.47	12.82	125.6 4
	Itaparica - BA	1.01	0.07	1.76	0.12	0.22	21.78	0.79	78.22	1.54	152.48	0.75	21.78	74.26
	Rio Jacuruna - BA	12.98	0.84	6.93	0.47	1.29	9.94	11.69	90.06	5.64	43.45	-6.05	9.94	- 46.61
	Rio Jaguaripe - BA	10.57	0.68	10.69	0.72	1.26	11.92	9.31	88.08	9.43	89.21	0.12	11.92	1.14
	Rio Cairu - BA	47.35	3.06	39.50	2.67	4.83	10.20	42.52	89.80	34.67	73.22	-7.85	10.20	- 16.58
Bahia	Rio Maraú - BA	83.27	5.39	56.97	3.85	9.87	11.85	73.40	88.15	47.10	56.56	-26.30	11.85	- 31.58
	Itacaré - BA	3.37	0.22	3.80	0.26	1.46	43.32	1.91	56.68	2.34	69.44	0.43	43.32	12.76
	Rio Almada - BA	8.09	0.52	8.18	0.55	1.92	23.73	6.17	76.27	6.26	77.38	0.09	23.73	1.11

(cont...)

Cururupé - BA	0.00	0.00	0.44	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.44	0.00	0.00
Rio Acuípe - BA	1.48	0.10	0.68	0.05	0.02	1.35	1.46	98.65	0.66	44.59	-0.80	1.35	- 54.05
Rio Doce e Canavieiras - BA	70.59	4.57	69.84	4.72	26.51	37.55	44.08	62.45	43.33	61.38	-0.75	37.55	-1.06
Rio Mugiquiçaba - BA	1.00	0.06	0.33	0.02	0.18	18.00	0.82	82.00	0.15	15.00	-0.67	18.00	- 67.00
Santo Antônio - BA	1.91	0.12	0.81	0.05	0.50	26.18	1.41	73.82	0.31	16.23	-1.10	26.18	- 57.59
João de Tiba - BA	1.05	0.07	1.58	0.11	0.28	26.67	0.77	73.33	1.30	123.81	0.53	26.67	50.48
Rio Inhaém - BA	4.80	0.31	1.99	0.13	0.54	11.25	4.26	88.75	1.45	30.21	-2.81	11.25	- 58.54
Rio Caraíva - BA	1.59	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	100.00	0.00	0.00	-1.59	0.00	- 100.0 0
Rio Jucuruçu - BA	2.67	0.17	4.35	0.29	1.14	42.70	1.53	57.30	3.21	120.22	1.68	42.70	62.92
Rio Itanhém - BA	4.03	0.26	4.26	0.29	0.99	24.57	3.04	75.43	3.27	81.14	0.23	24.57	5.71

(conclusão)

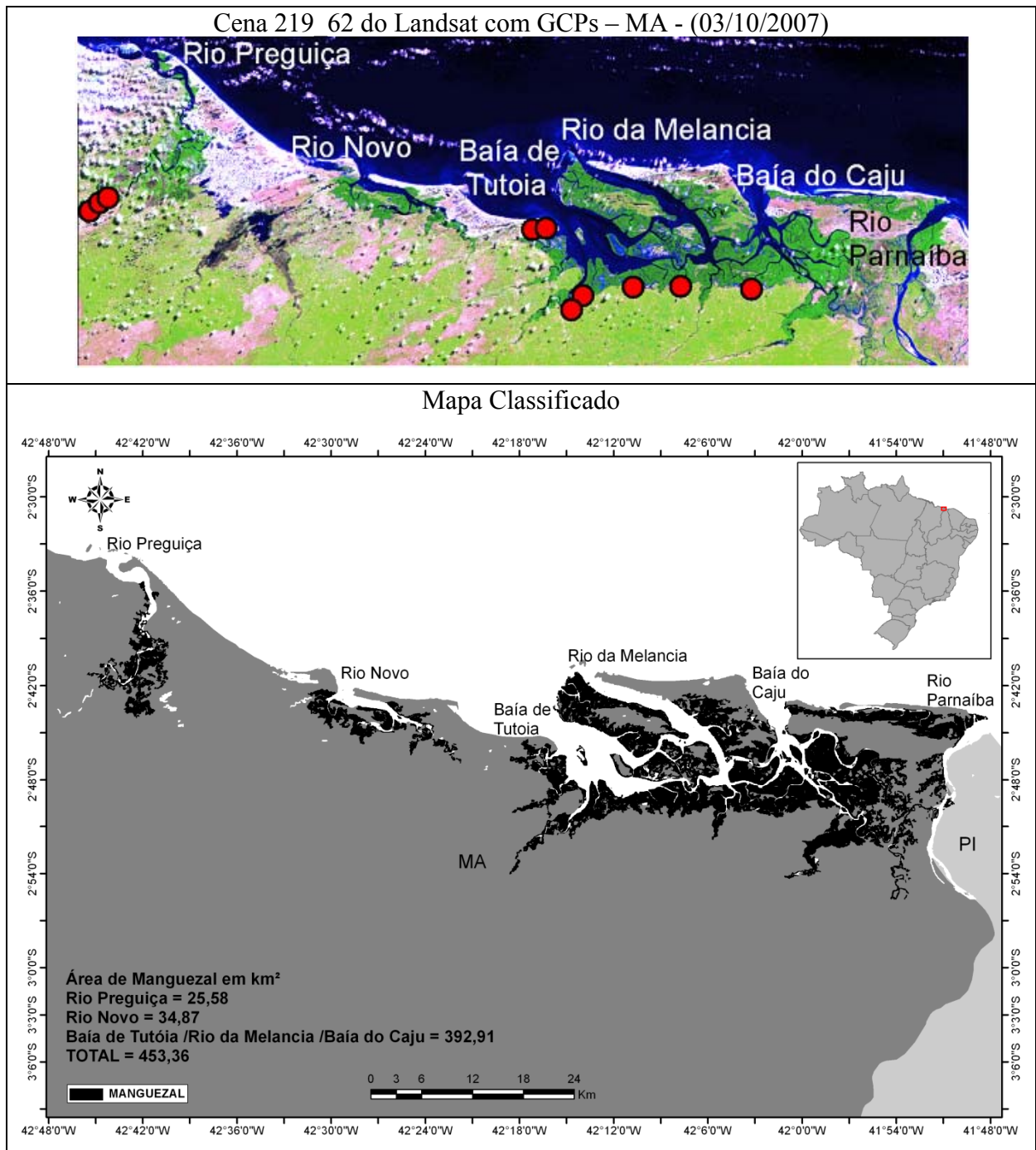
	Rio Peruípe - BA	45.84	2.97	52.82	3.57	17.79	38.81	28.05	61.19	35.03	76.42	6.98	38.81	15.23
	Rio Mucuri - BA	3.44	0.22	3.91	0.26	1.90	55.23	1.54	44.77	2.01	58.43	0.47	55.23	13.66
Região Noredeste	MA, PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA	1545.09	100.00	1480.11	100.00	592.53	38.35	952.56	61.65	887.58	57.45	-64.53	38.35	-4.21

**ANEXO D – ÁREAS DE FLORESTA DE MANGUE MAPEADAS NO NORDESTE
DO BRASIL PARA O ANO DE 2008.**

Área 1 – Órbita-Ponto 219-62 do Landsat-5

Localização: do rio Preguiças (MA) até o rio Parnaíba (PI)

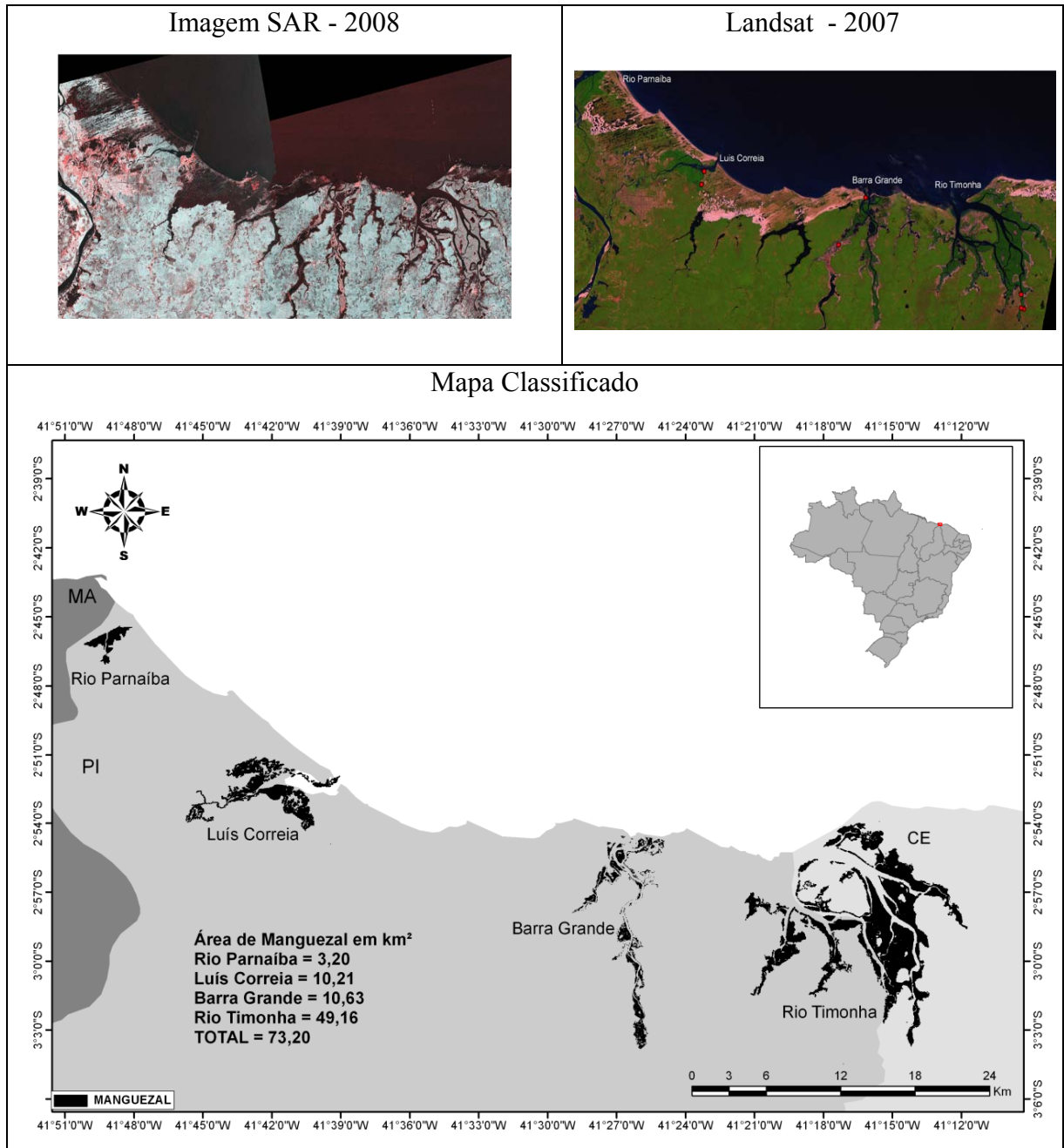
Produto: Landsat-5 2007 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 2 – Órbita-Ponto 219-62 do Landsat-5

Localização: do rio Parnaíba (PI) até o rio Timonha (CE)

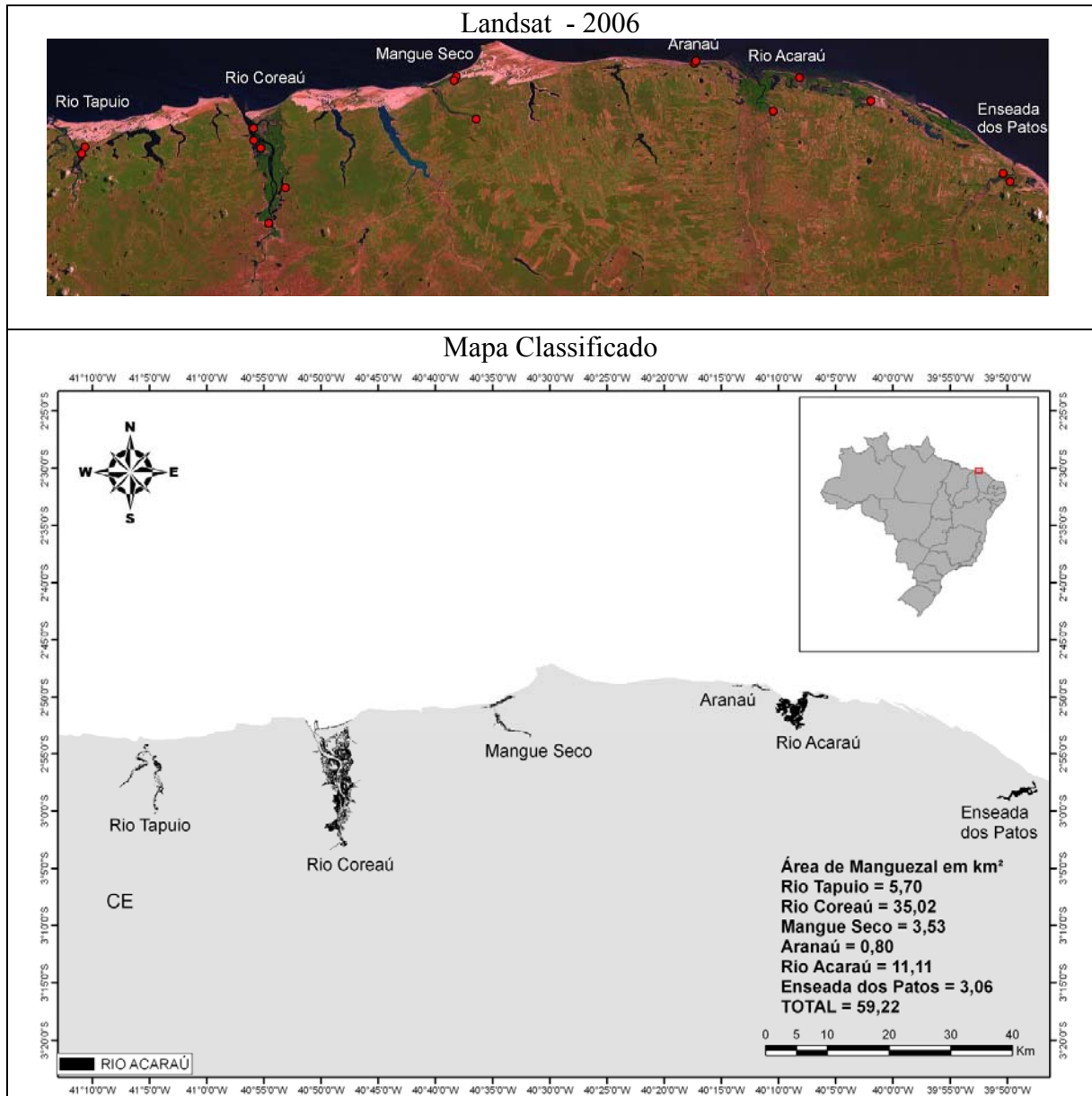
Produto: Alos PalSAR 2008, Landsat-5 2007 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 3 – Órbita-Ponto 218-62 do Landsat-5

Localização: Rio Tapuio até Enseada dos Patos (CE)

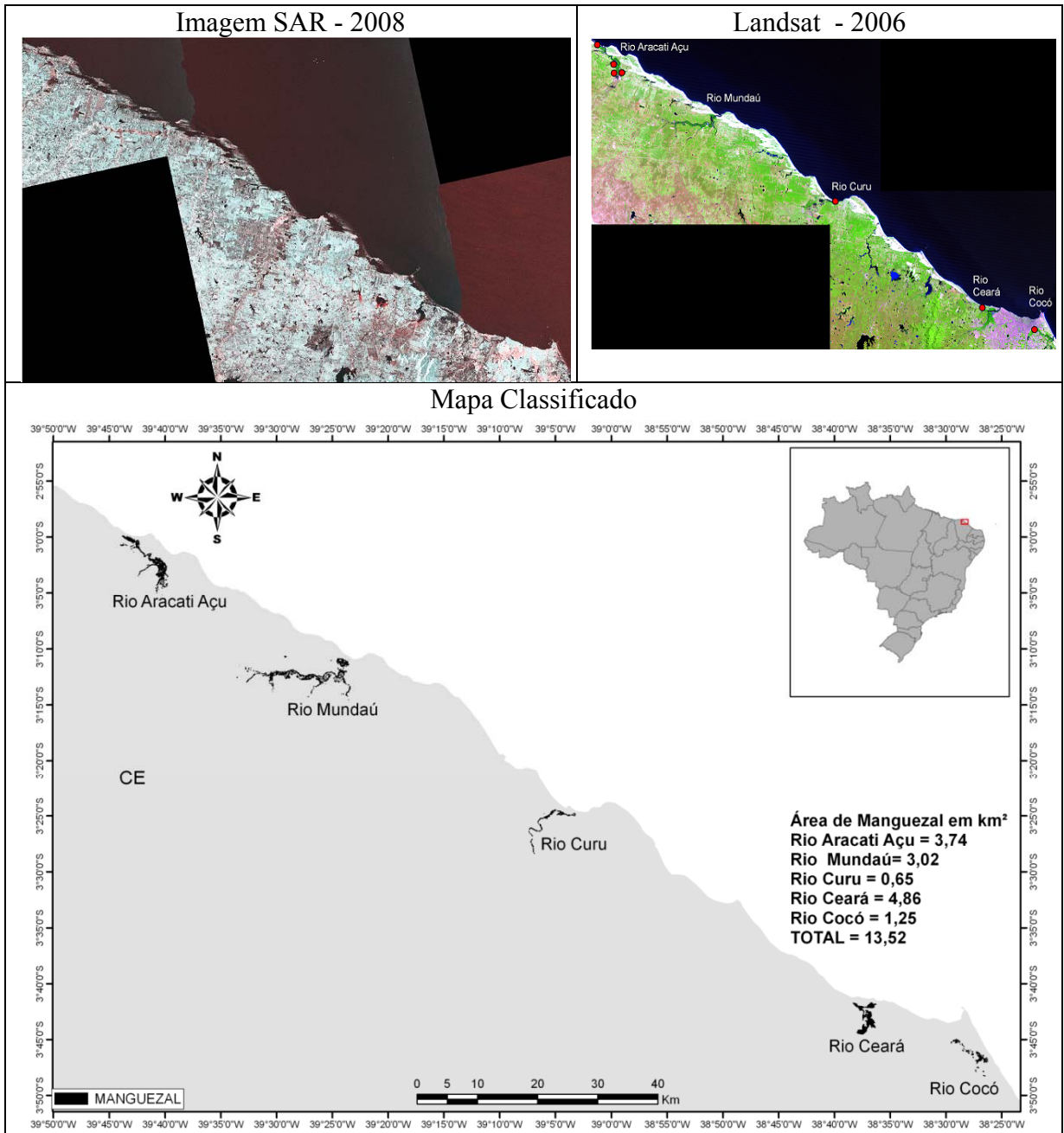
Produto: Landsat-5 2006 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 4 – Órbita-Ponto 217-62 do Landsat-5

Localização: Rio Aracati Açú até Rio Cocó (CE)

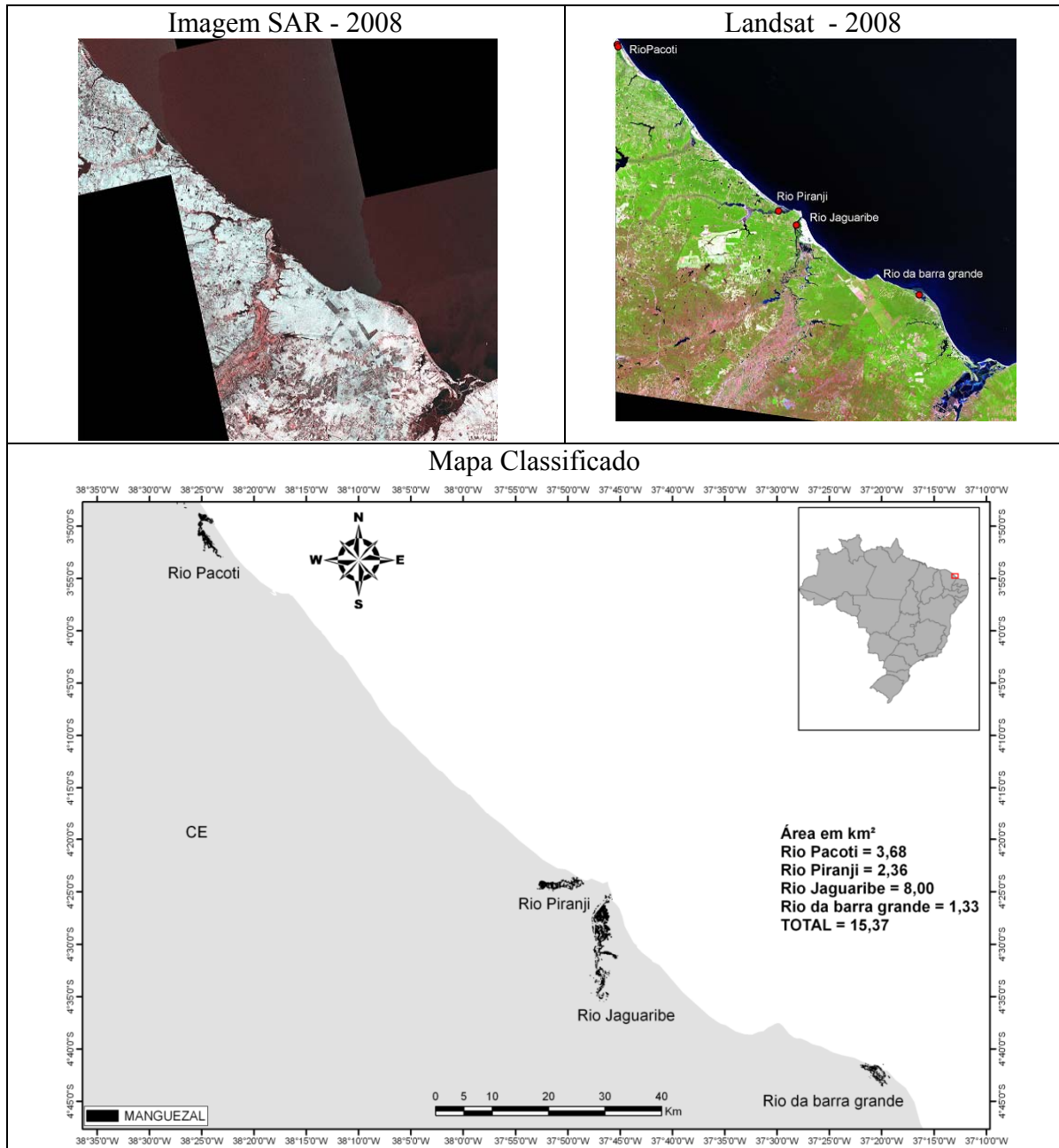
Produto: Alos PalSAR 2008, Landsat-5 2006 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 5 – Órbita-Ponto 216-63 do Landsat-5

Localização: Rio Pacoti até Rio da barra grande (CE)

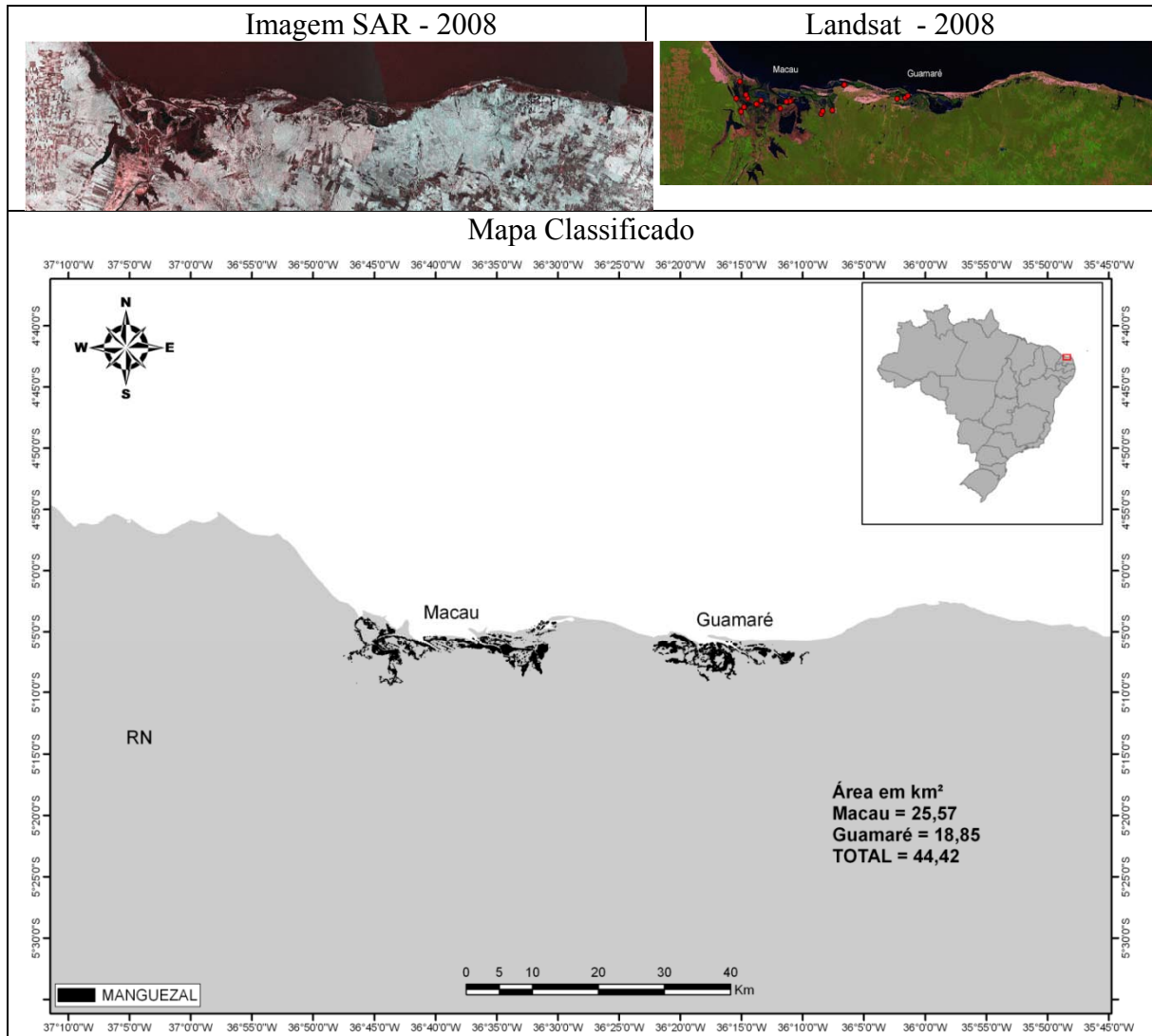
Produto: Alos PalSAR 2008, Landsat-5 2008 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 6 – Órbita-Ponto 215-64 do Landsat-5

Localização: Macau até Guamaré (RN)

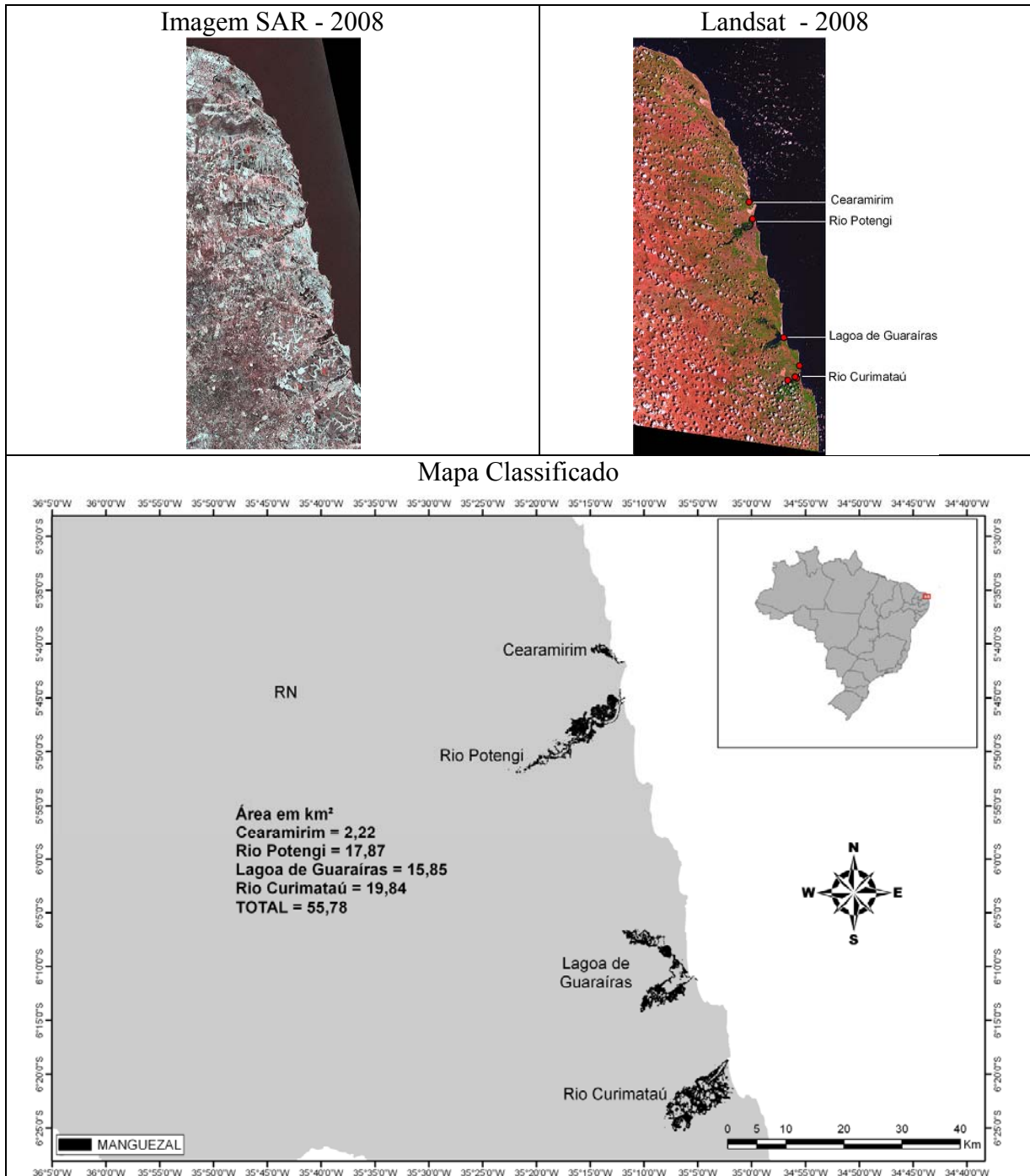
Produto: Alos PalSAR 2008, Landsat-5 2008 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 7 – Órbita-Ponto 214-64 do Landsat-5

Localização: Cearamirim até Rio Curimataú (RN)

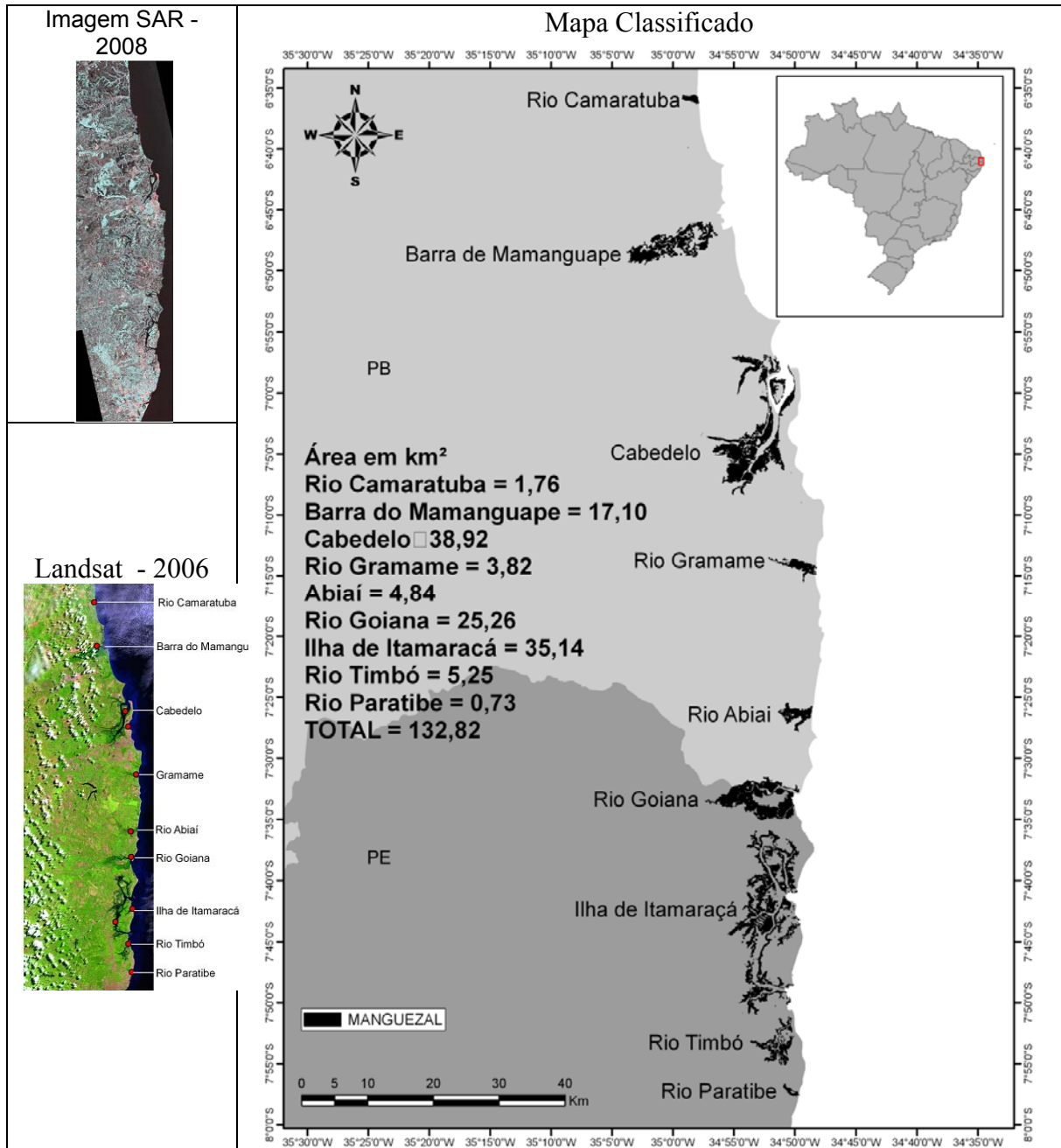
Produto: Alos PalSAR 2008, Landsat-5 2008 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 8 – Órbita-Ponto 214-65 do Landsat-5

Localização: rios Camaratuba (PB) até Rio Paratibe (PE)

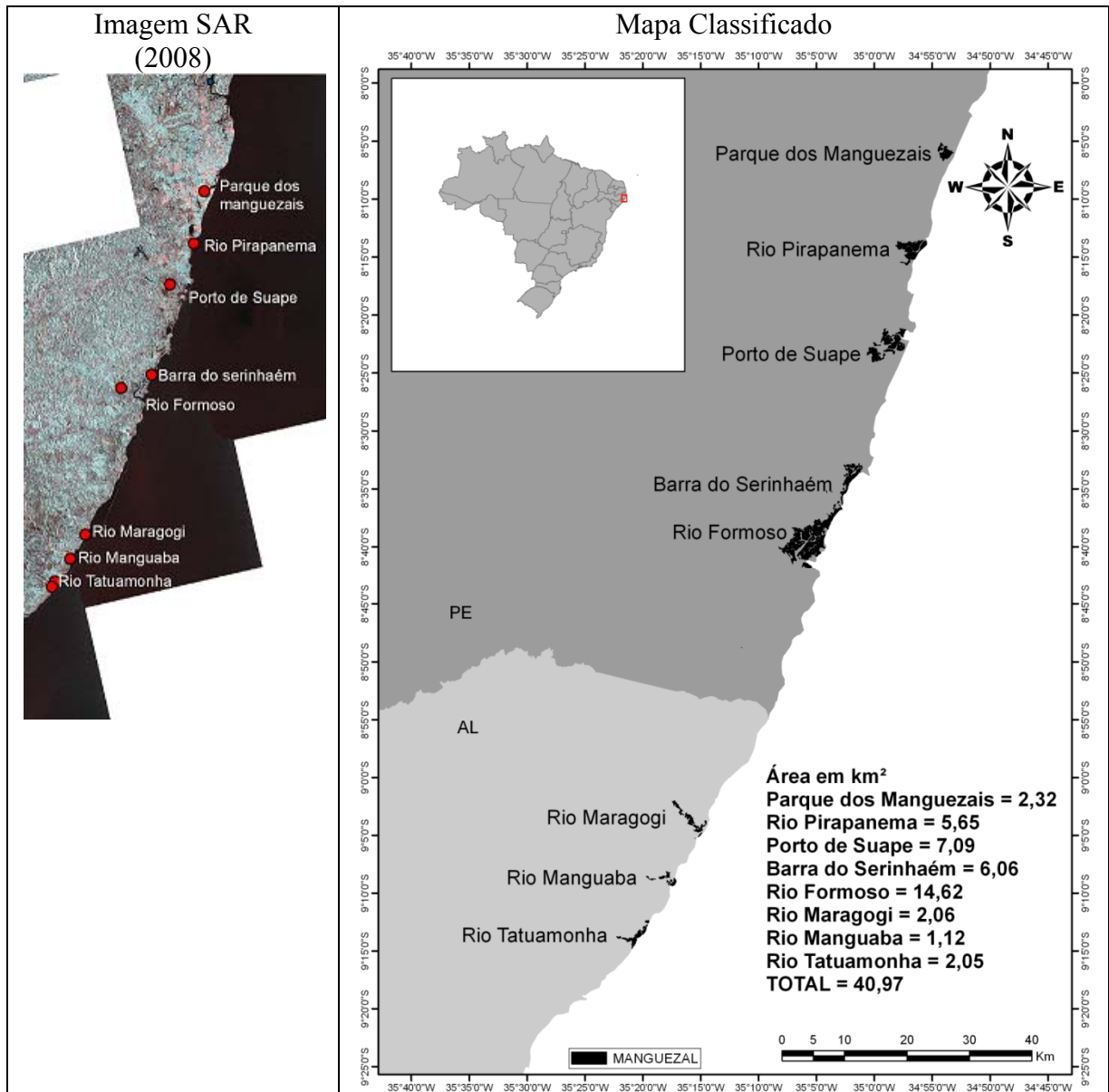
Produto: Alos PalSAR 2008, Landsat-5 2006 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 9 – Órbita-Ponto 214-66 do Landsat-5

Localização: Parque dos manguezais (PE) até Rio Tatuamonha (AL)

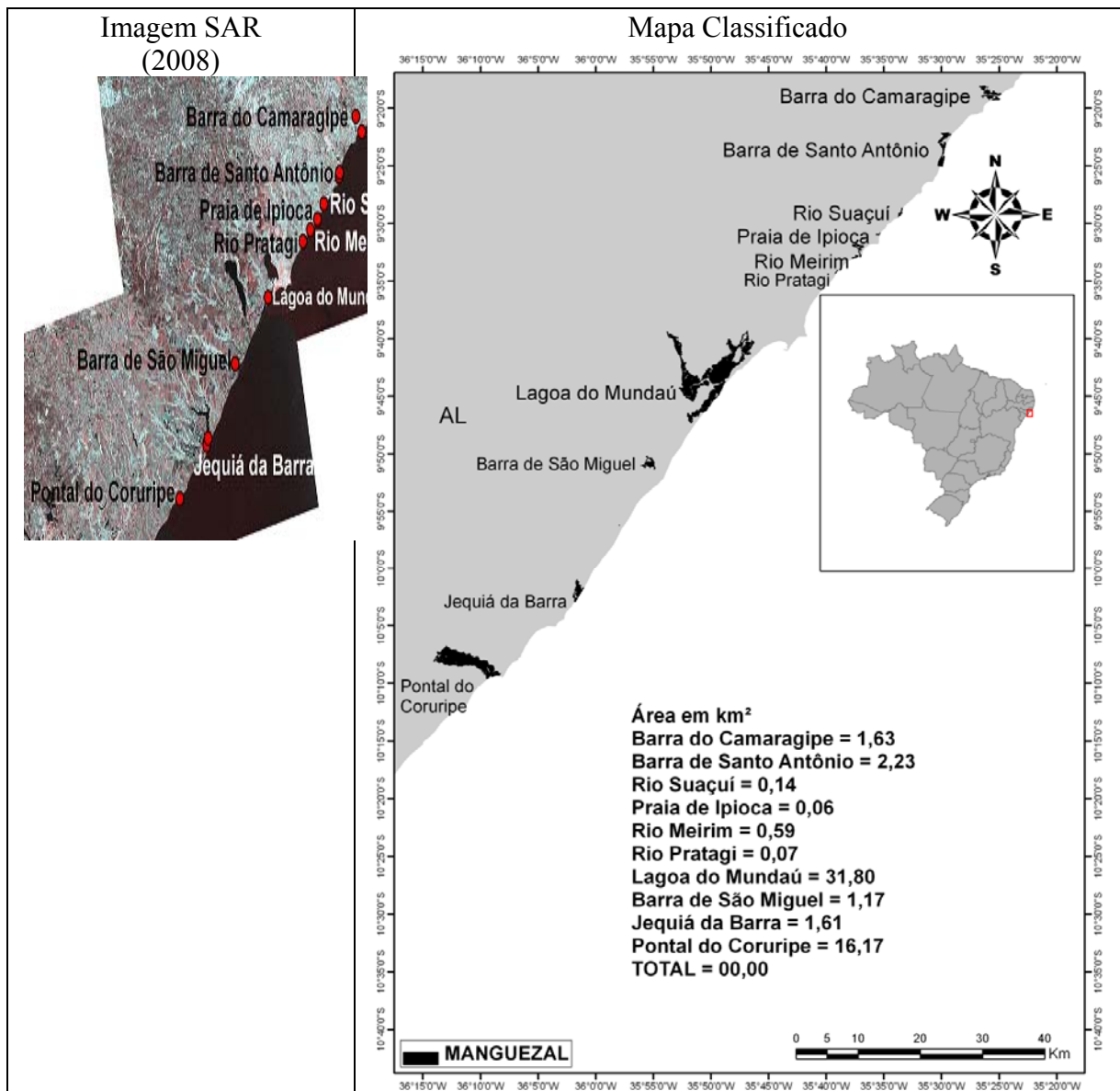
Produto: Alos PalSAR 2008 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 10 – Órbita-Ponto 214-67 do Landsat-5

Localização: Barra do Camaragipe até Pontal do Coruripe (AL)

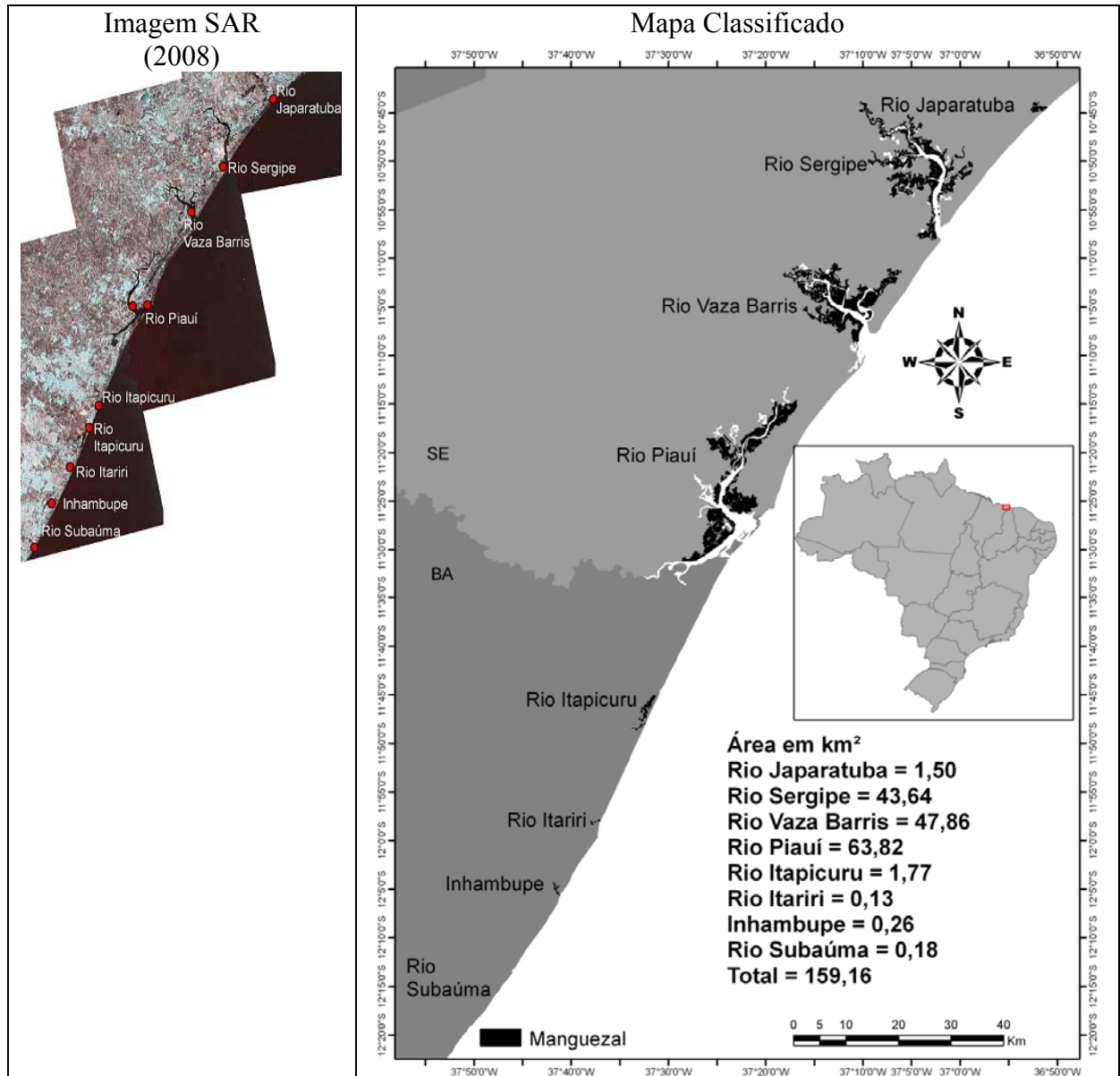
Produto: Alos PalSAR 2008 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 11 – Órbita-Ponto 215-68 do Landsat-5

Localização: Rio Japarutuba (SE) até Rio Subaúma (BA)

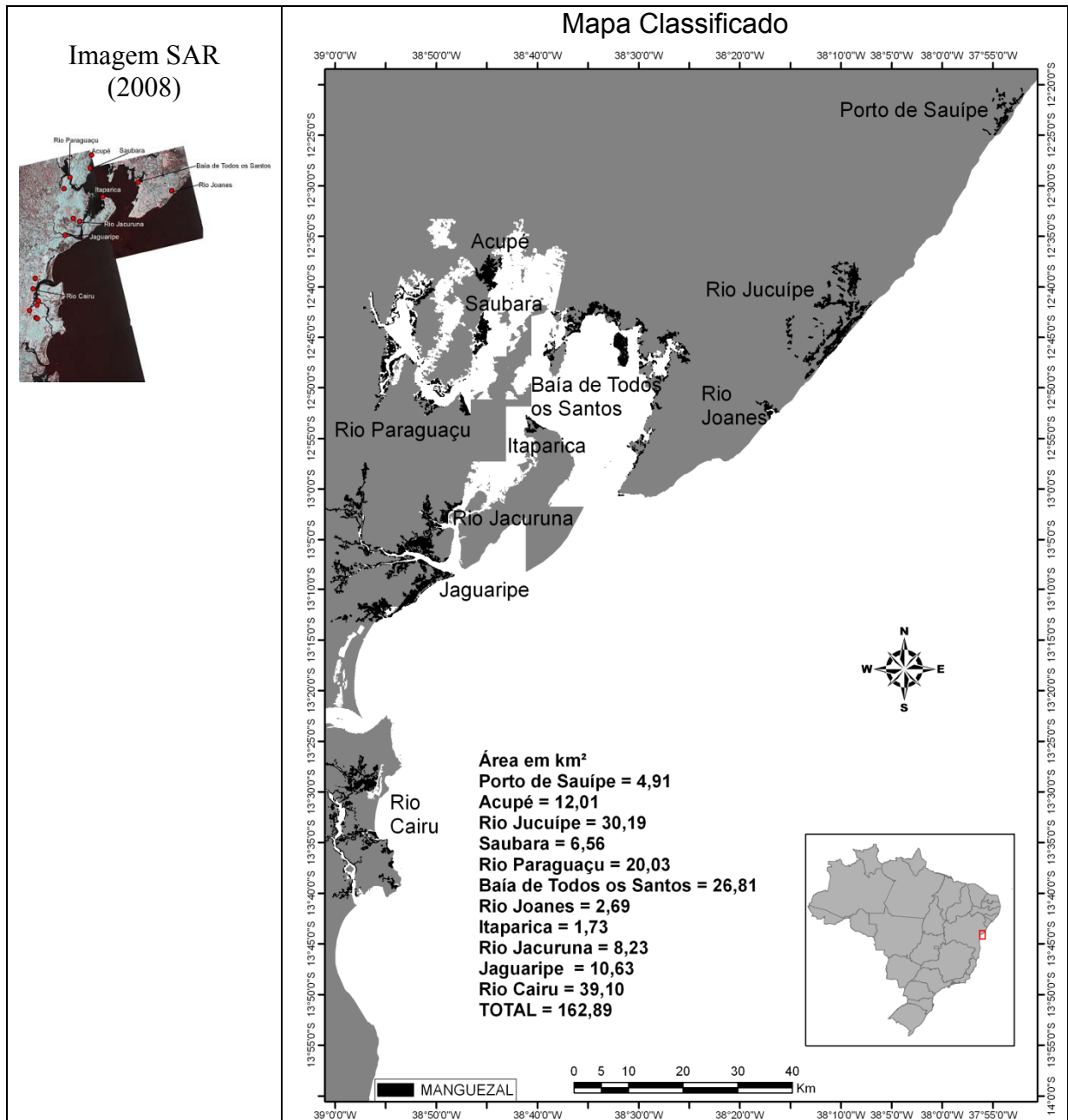
Produto: Alos PalSAR 2008 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 12 – Órbita-Ponto 215-69 do Landsat-5

Localização: Porto de Sauípe até Rio Cairu (BA)

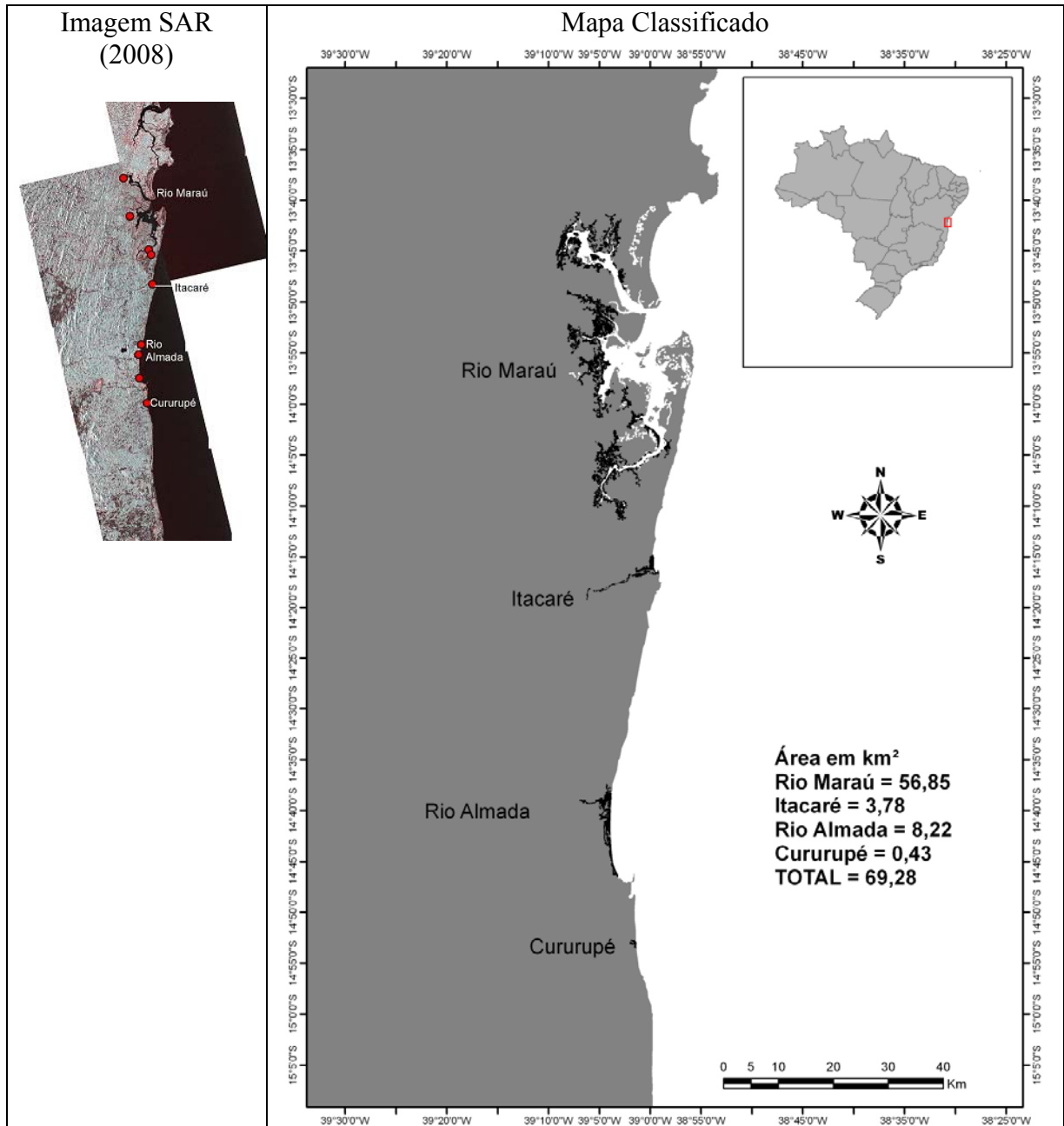
Produto: Alos PalSAR 2008 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 13 – Órbita-Ponto 215-70 do Landsat-5

Localização: Rio Maraú até Cururupé (BA)

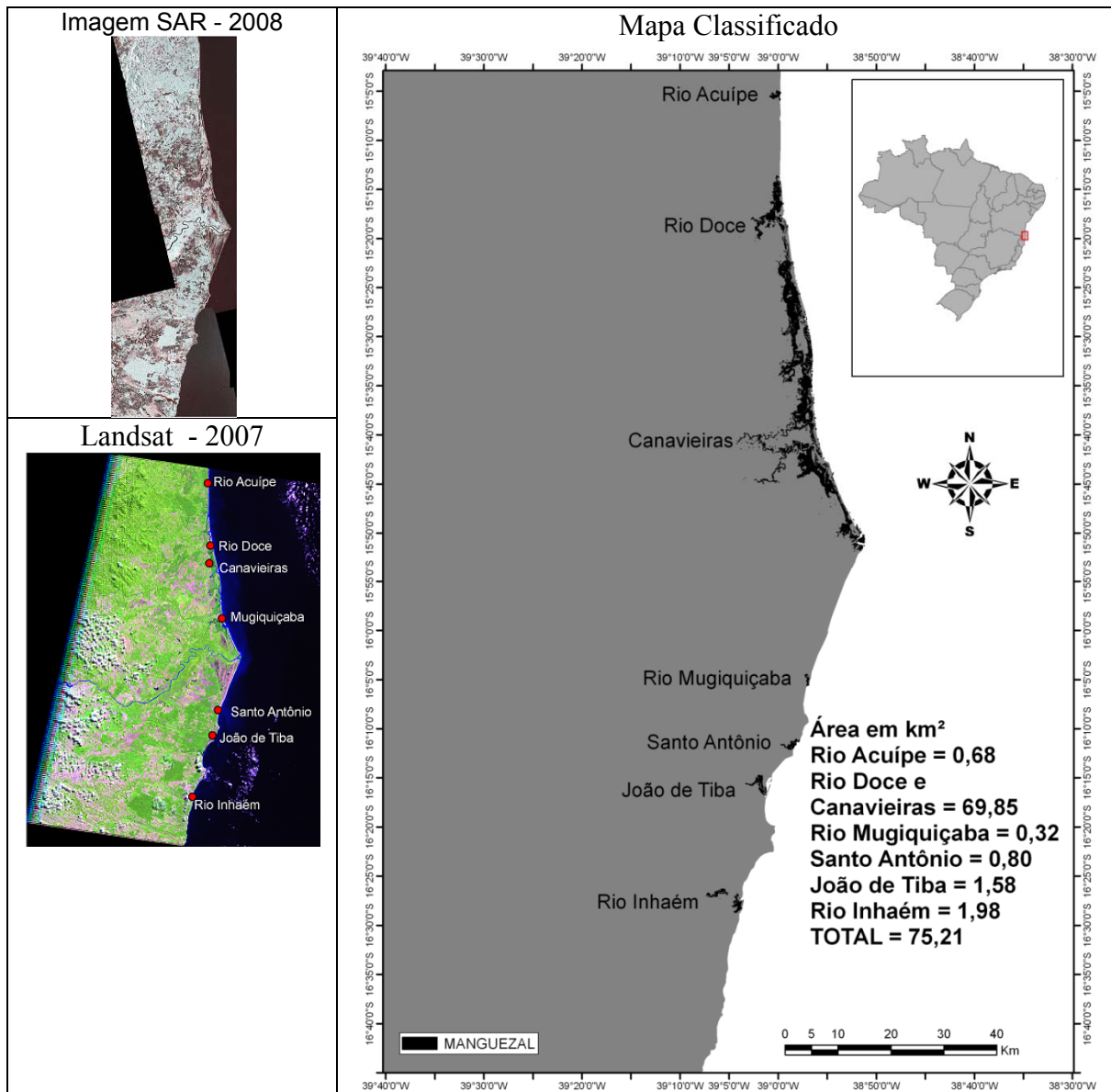
Produto: Alos PalSAR 2008 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 14 – Órbita-Ponto 215-71 do Landsat-5

Localização: Rio Acuípe até Rio Inhaém (BA)

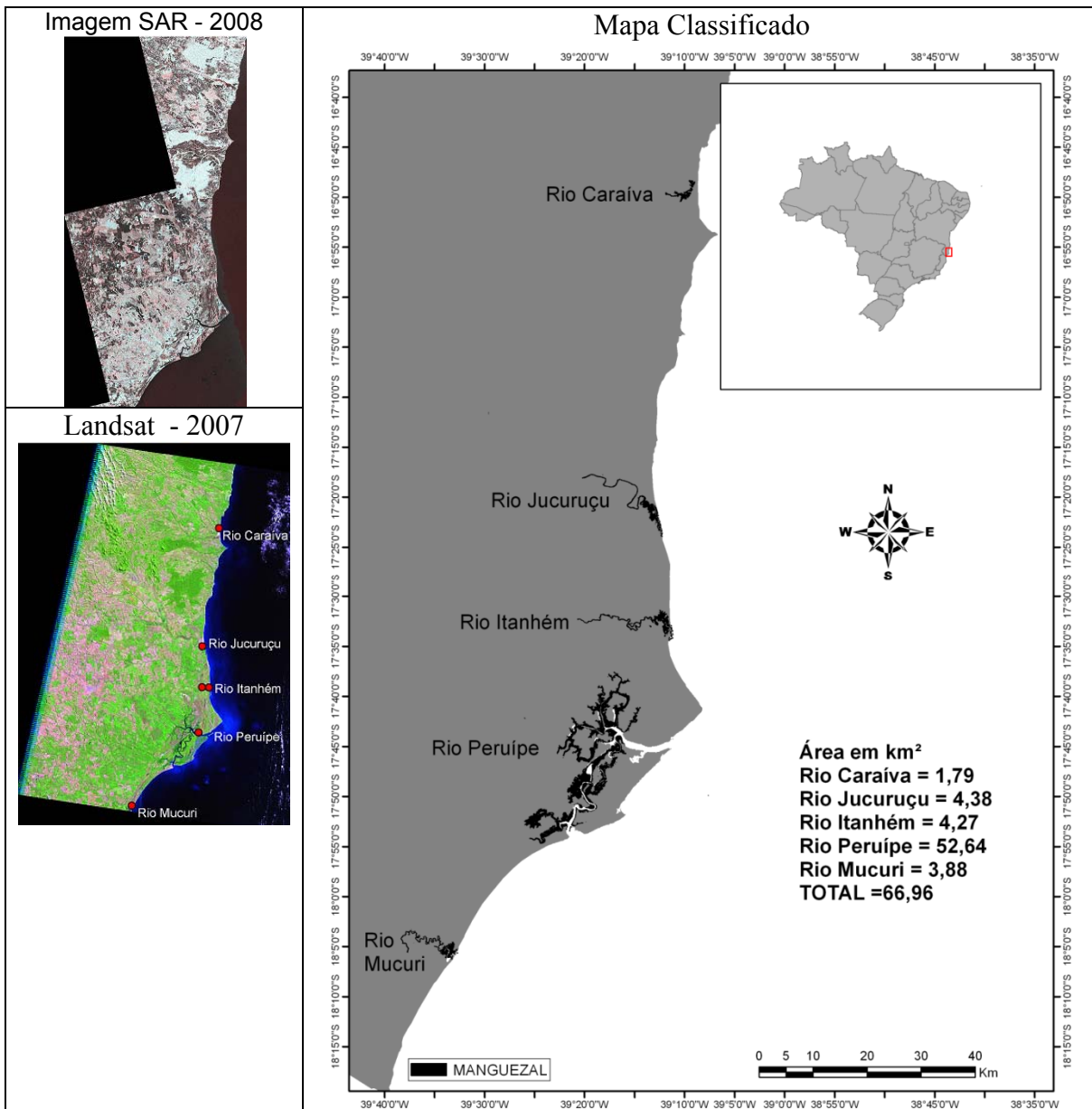
Produto: Alos PalSAR 2008, Landsat-5 2007 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado



Área 15 – Órbita-Ponto 215-72 do Landsat-5

Localização: Rio Caraíva até Rio Mucuri (BA)

Produto: Alos PalSAR 2008, Landsat-5 2007 com GCPs (pontos vermelhos) e mapa classificado

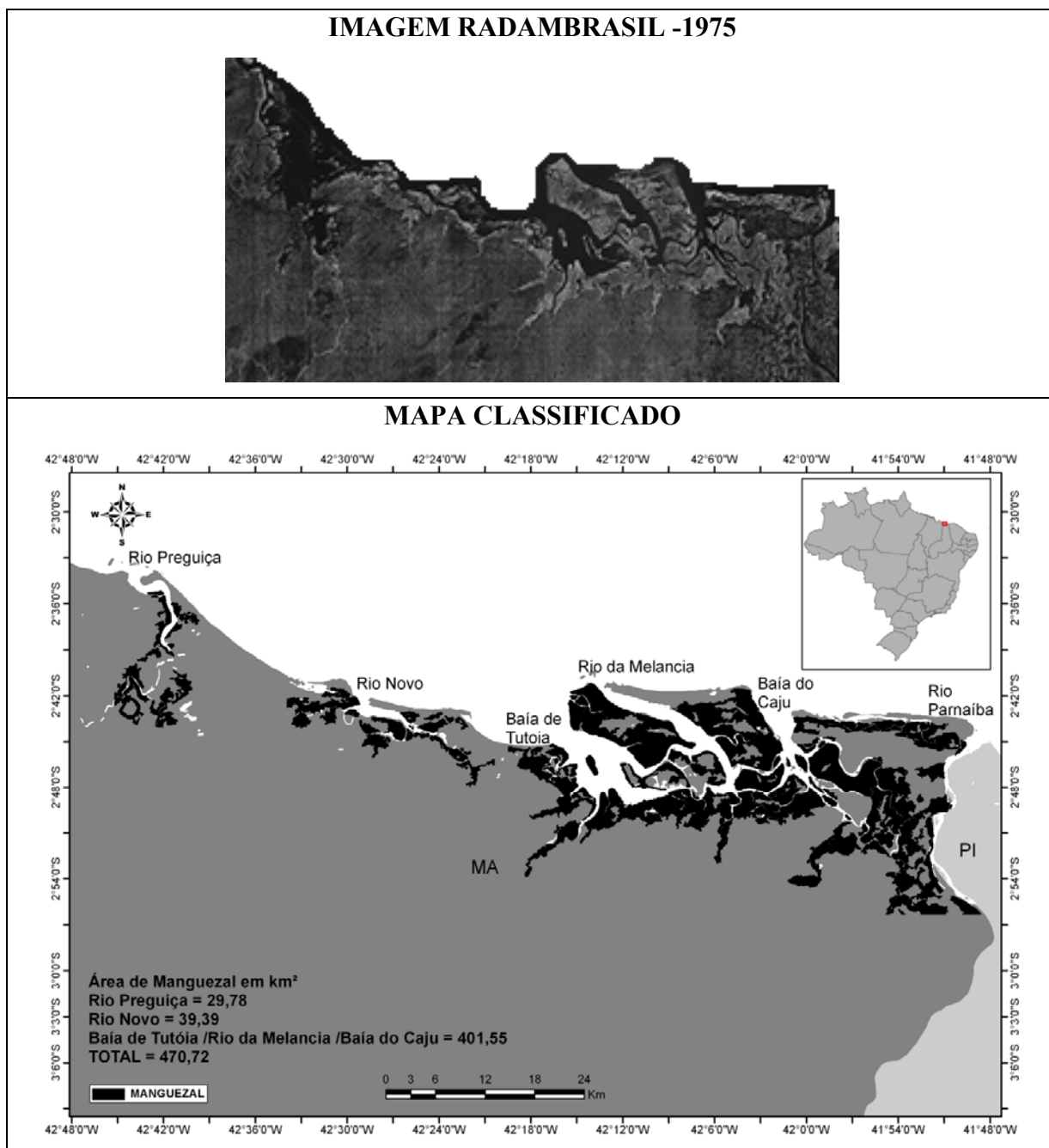


ANEXO E – ÁREAS DE FLORESTA DE MANGUE MAPEADAS NO NORDESTE DO BRASIL PARA O ANO DE 1975.

Área 1 – Órbita-Ponto 219-62 do Landsat-5

Localização: do rio Preguiças (MA) até o rio Parnaíba (PI)

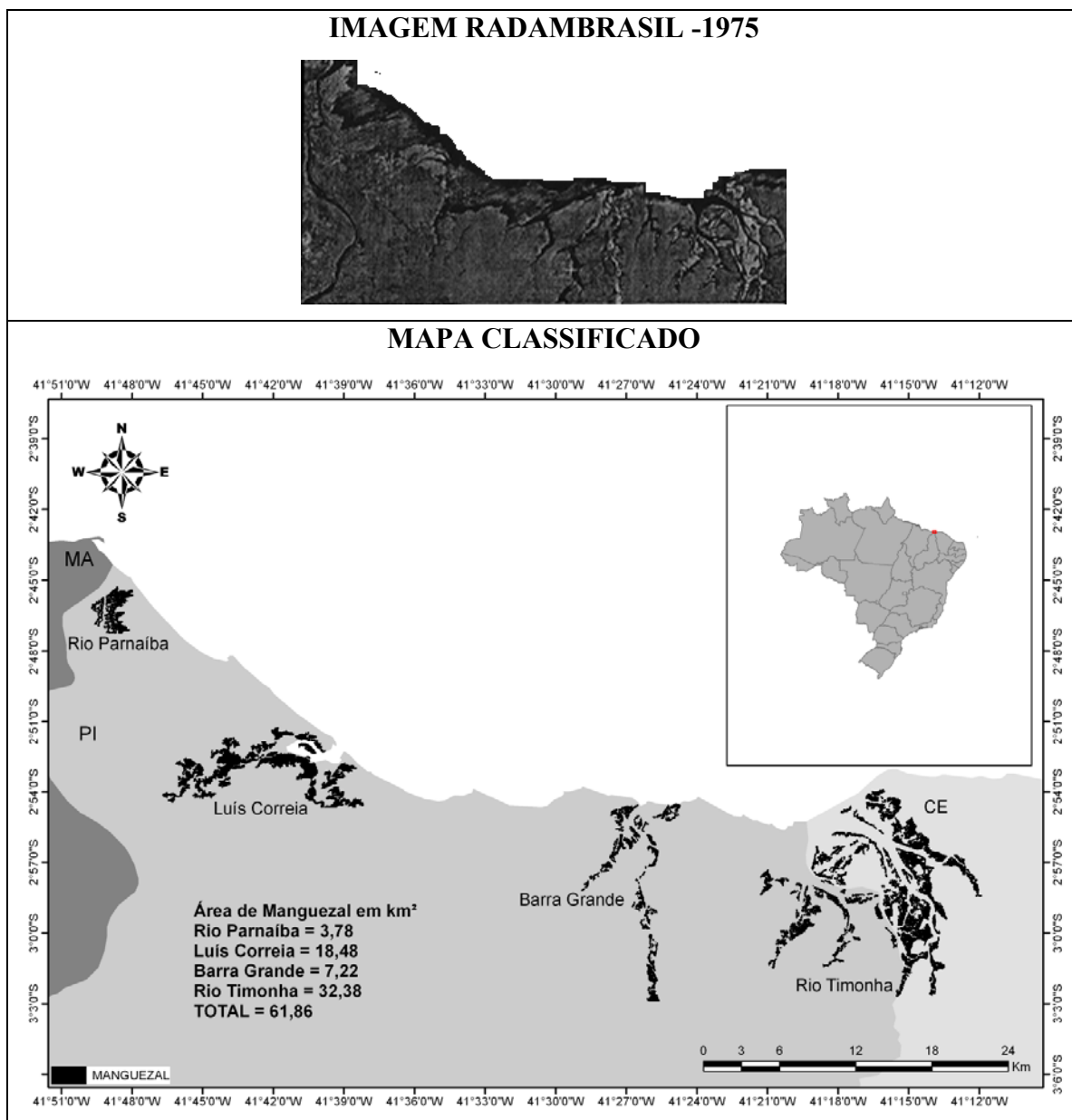
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 2 – Órbita-Ponto 219-62 do Landsat-5

Localização: do rio Parnaíba (PI) até o rio Timonha (CE)

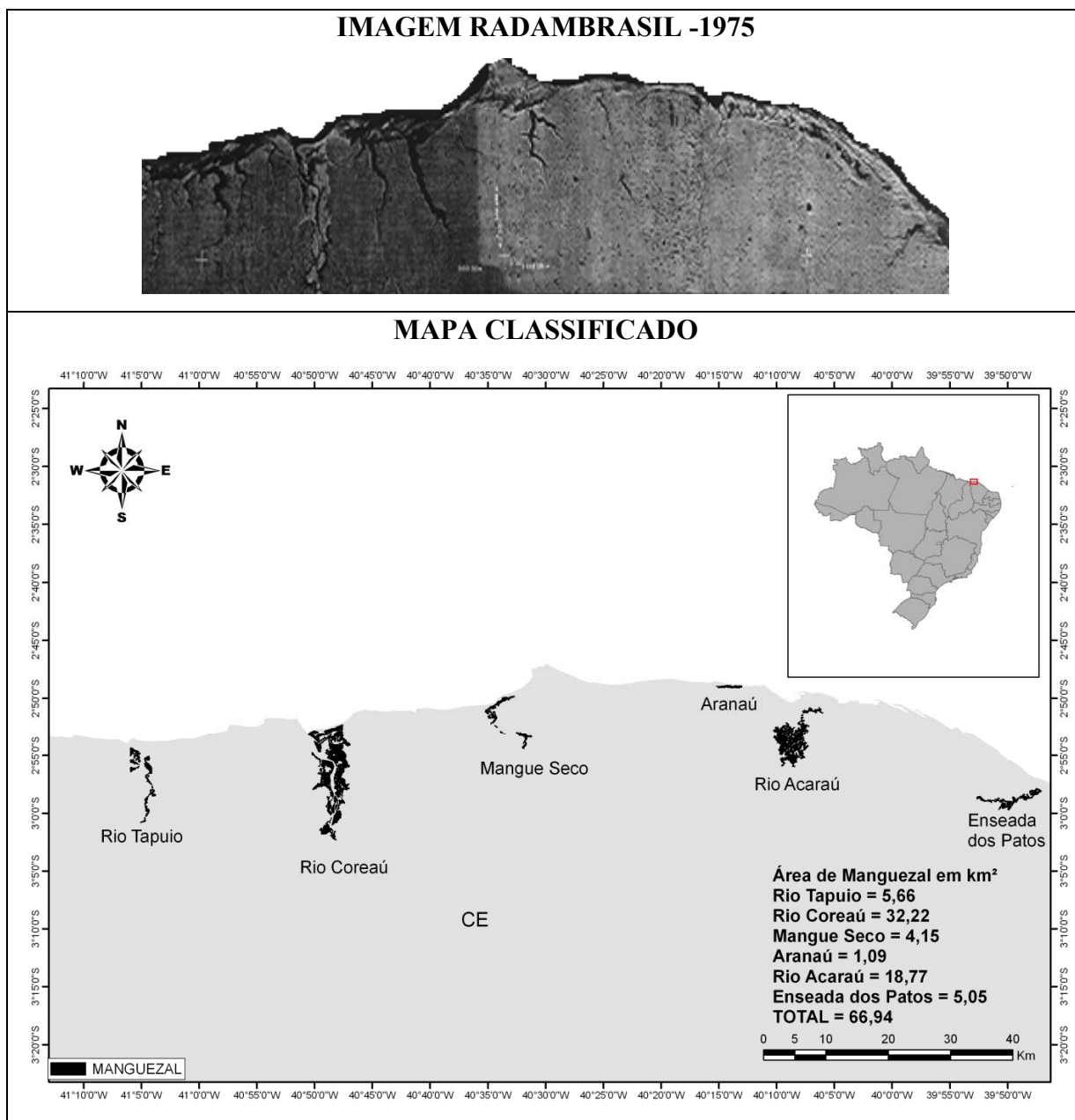
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 3 – Órbita-Ponto 218-62 do Landsat-5

Localização: do rio Tapuio até Enseada dos Patos (CE)

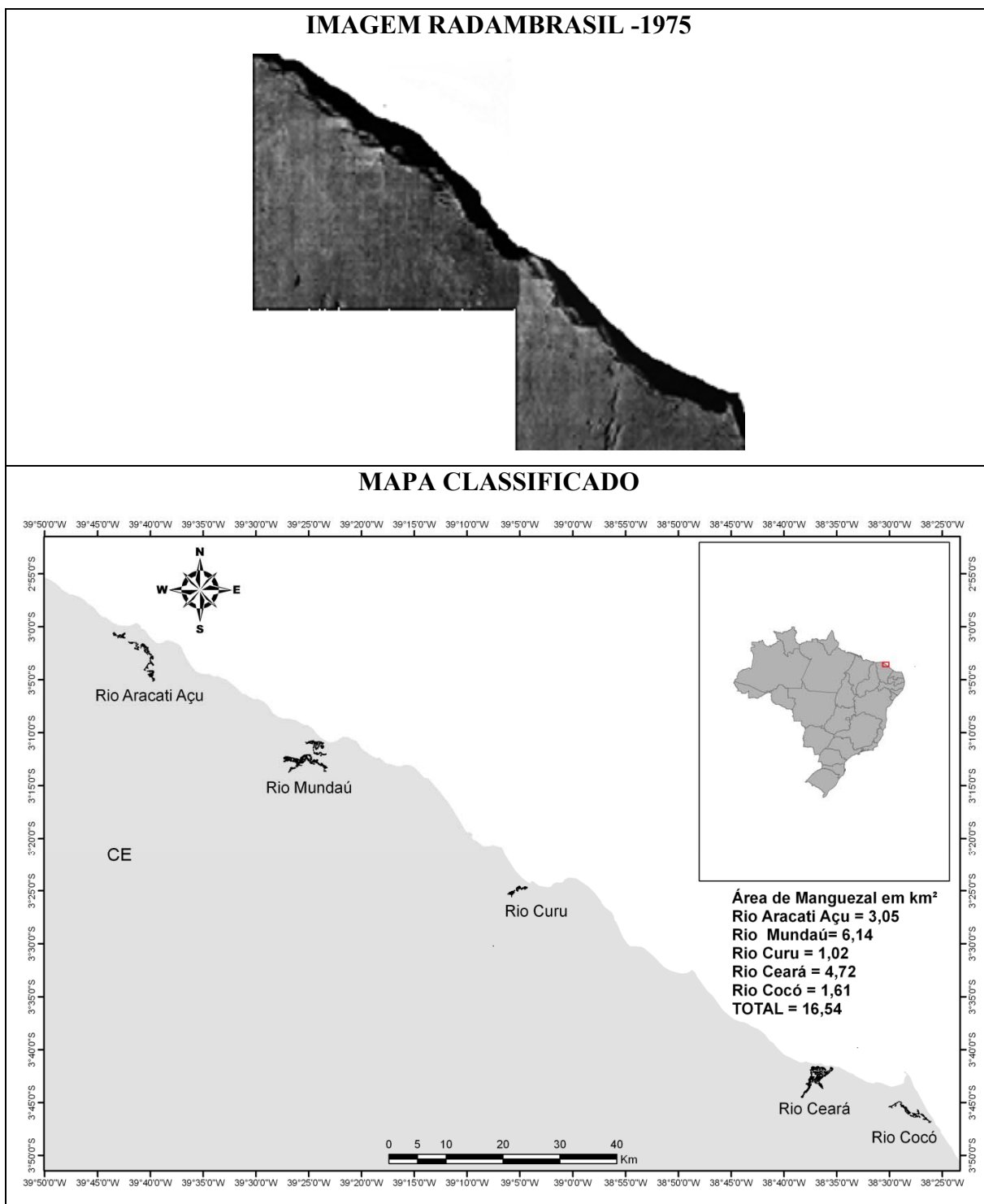
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 4 – Órbita-Ponto 217-62 do Landsat-5

Localização: do rio Aracati Açú até Rio Cocó (CE)

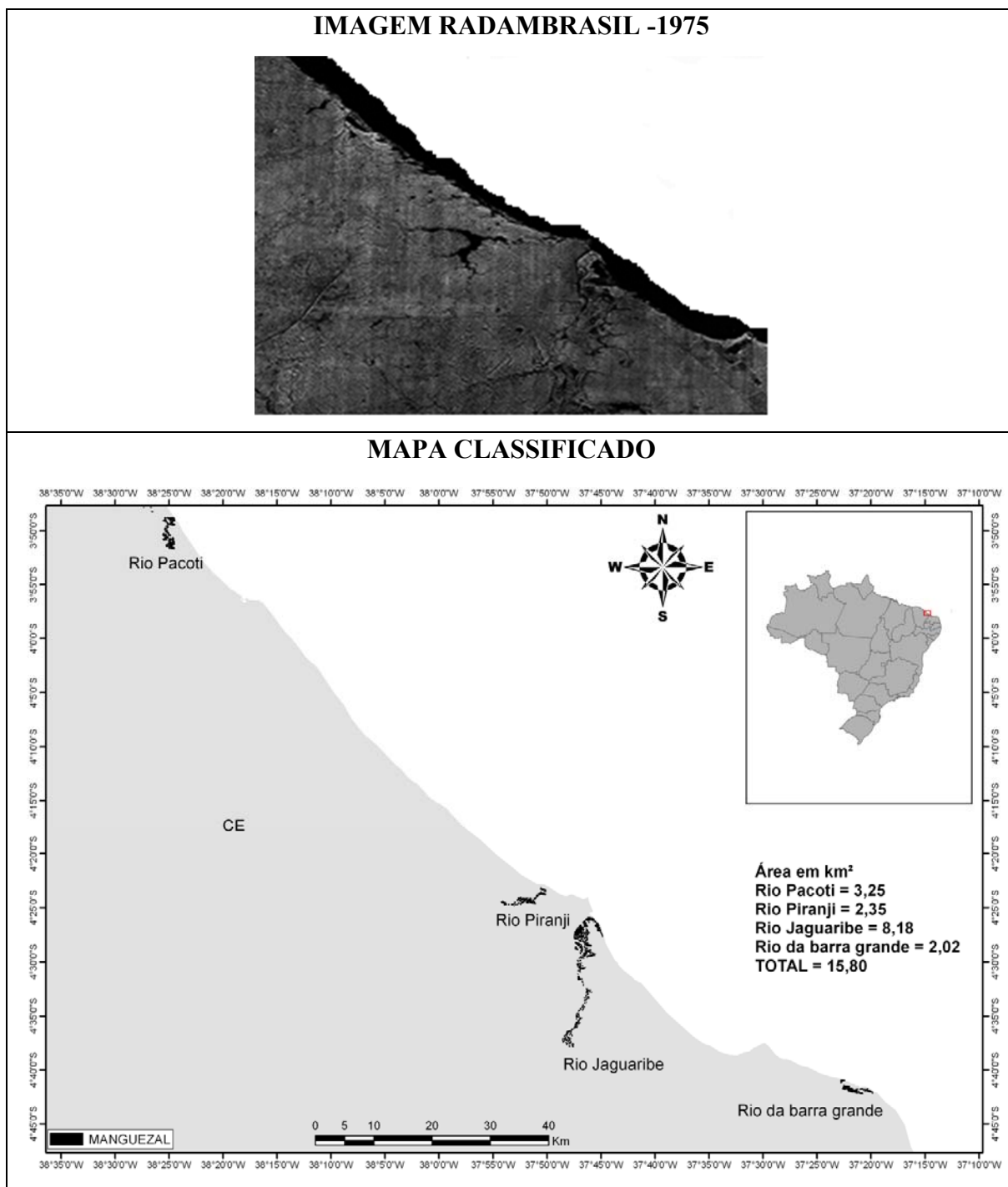
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 5 – Órbita-Ponto 216-63 do Landsat-5

Localização: do rio Pacoti até Rio da barra grande (CE)

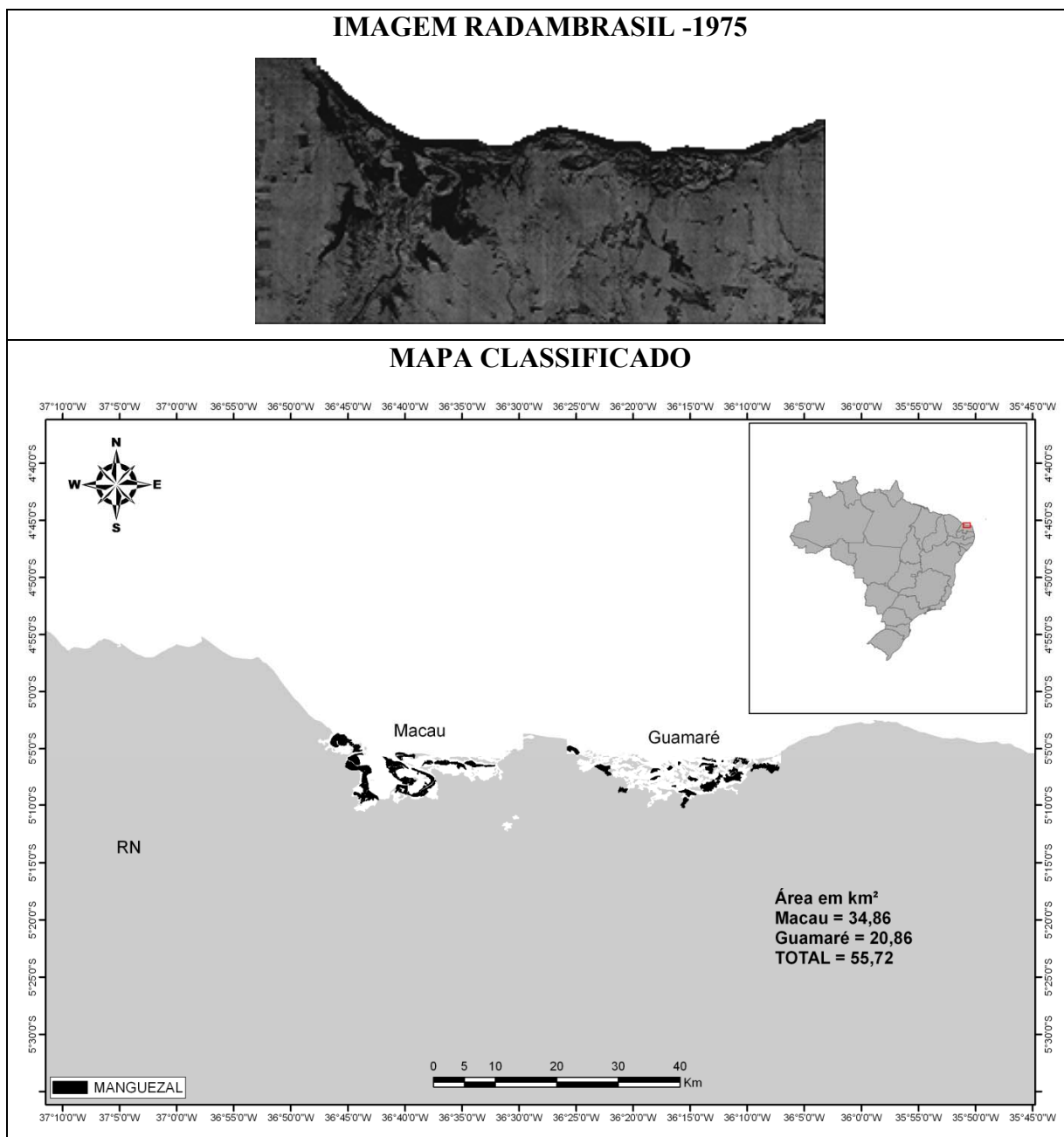
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 6 – Órbita-Ponto 215-64 do Landsat-5

Localização: Macau até Guimarães (RN)

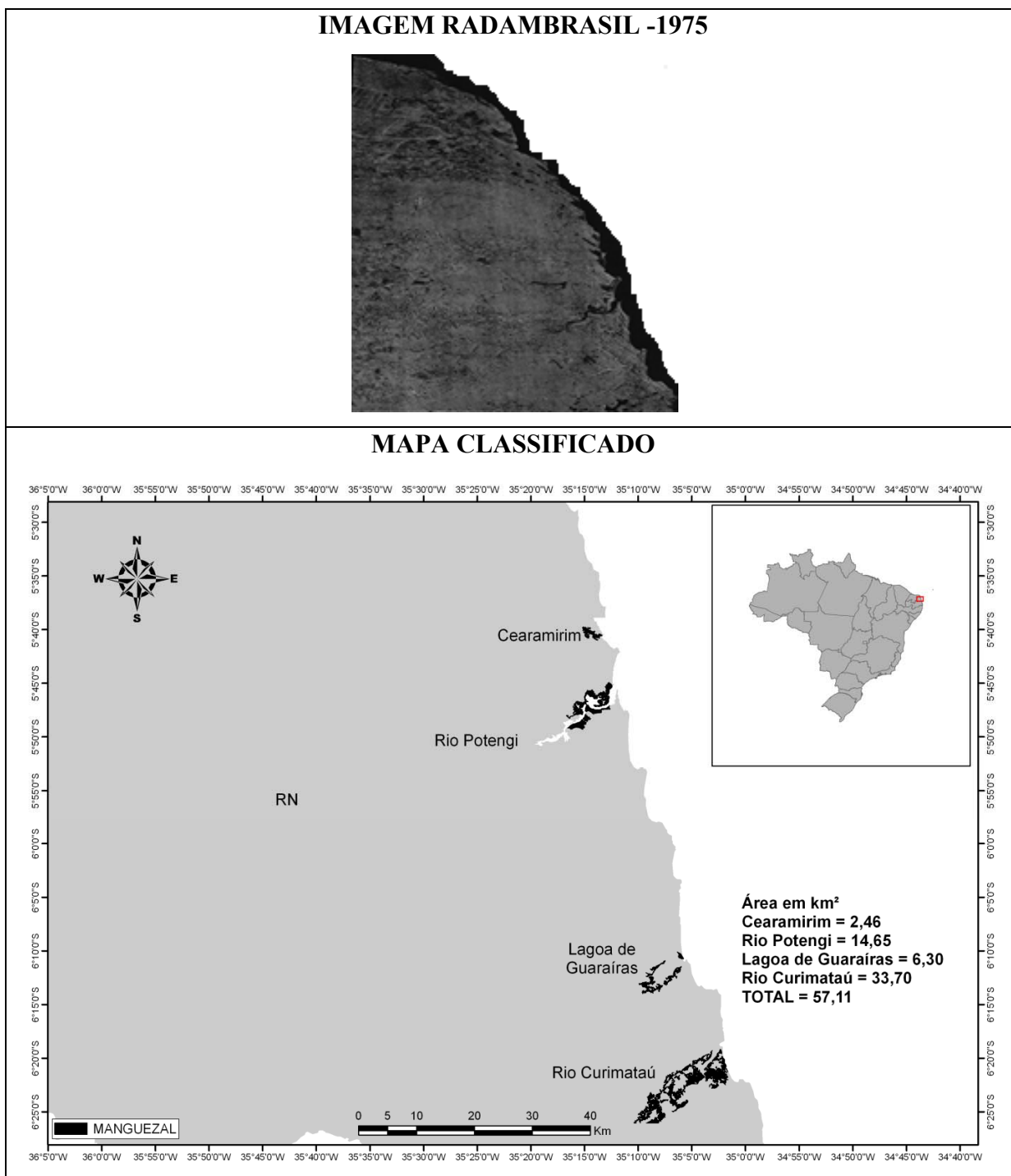
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 7 – Órbita-Ponto 214-64 do Landsat-5

Localização: Cearamirim até Rio Curimataú (RN)

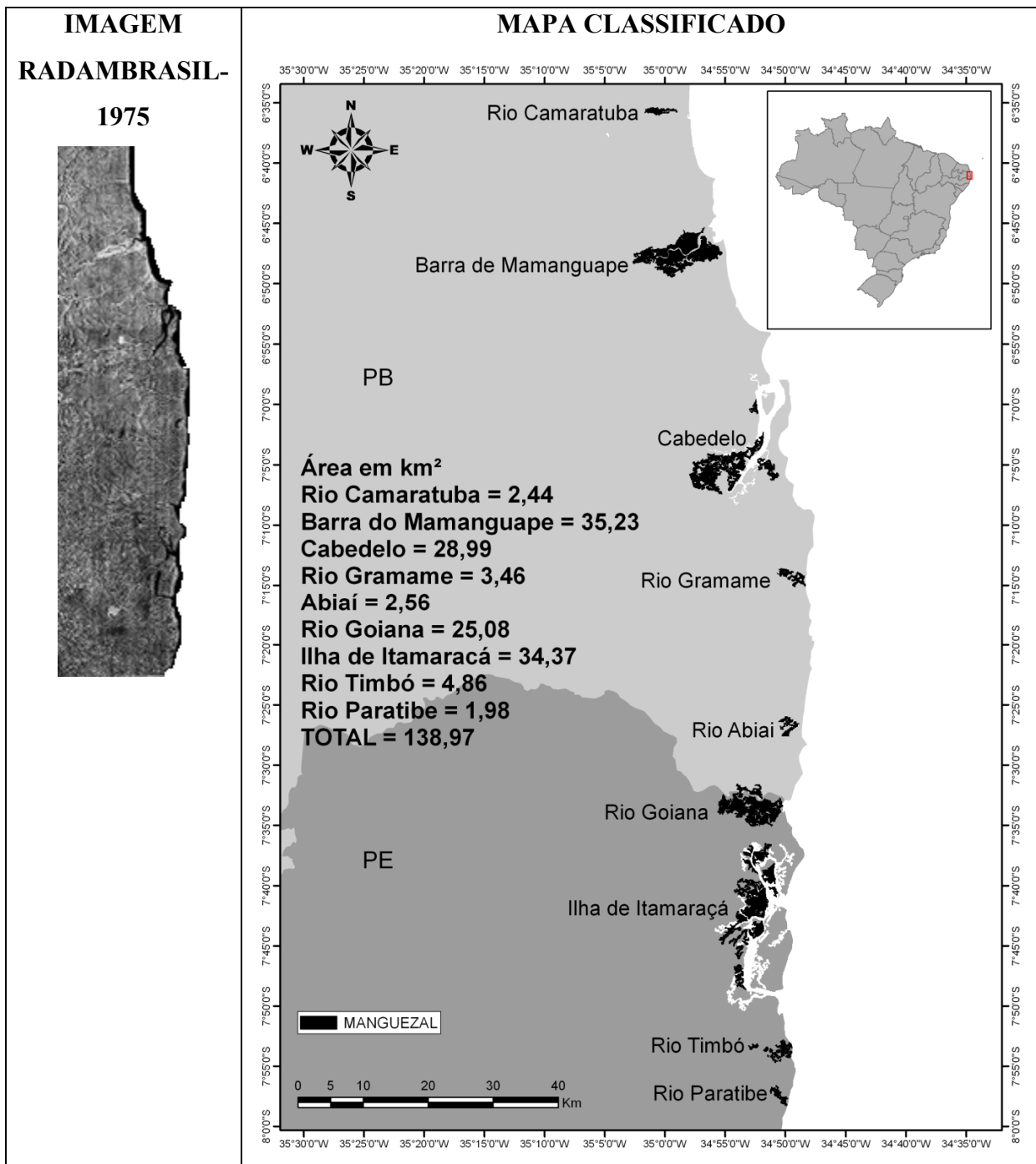
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 8 – Órbita-Ponto 214-65 do Landsat-5

Localização: rios Camaratuba (PB) até Rio Paratibe (PE)

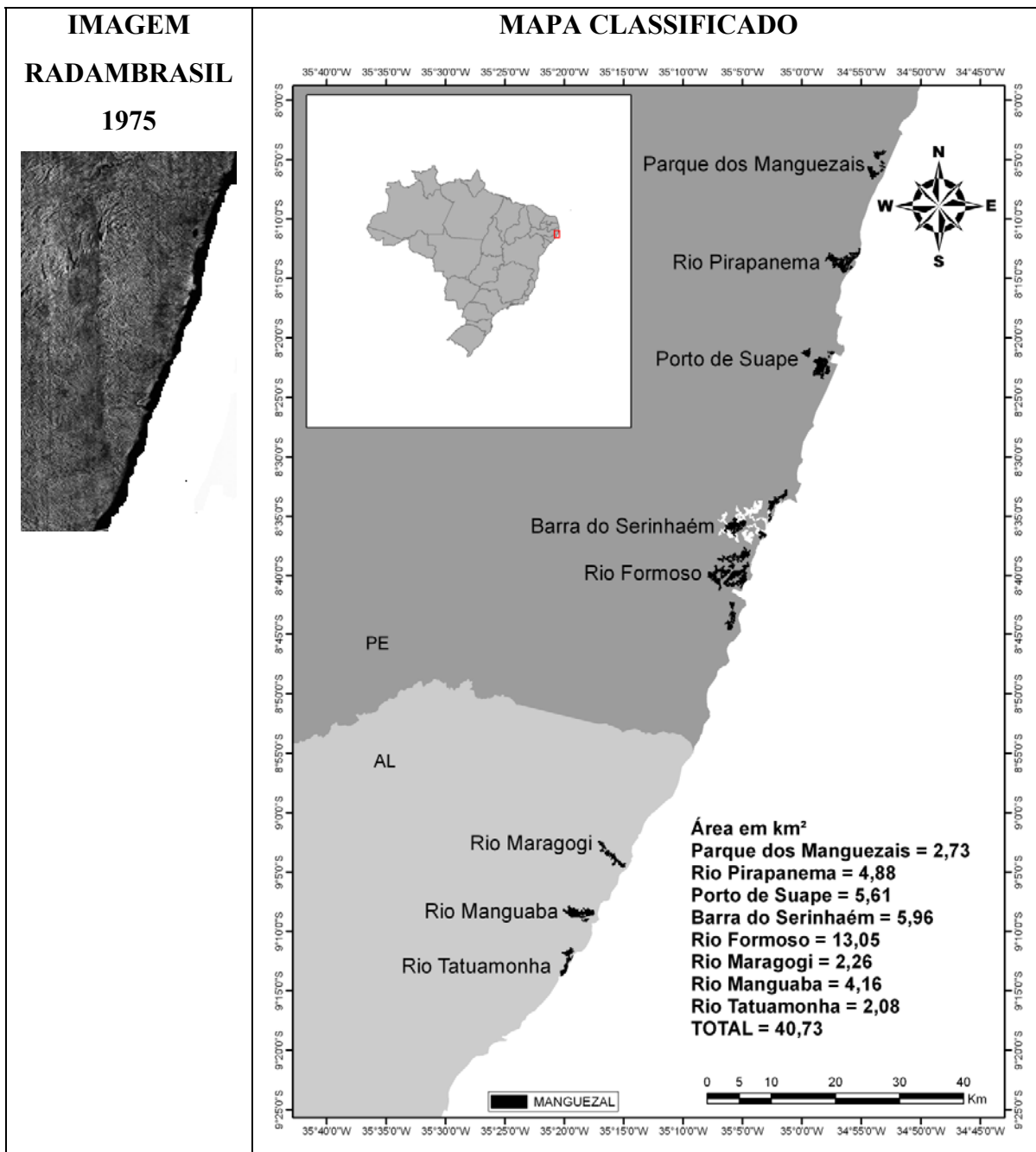
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 9 – Órbita-Ponto 214-66 do Landsat-5

Localização: Parque dos manguezais (PE) até Rio Tatuamonha (AL)

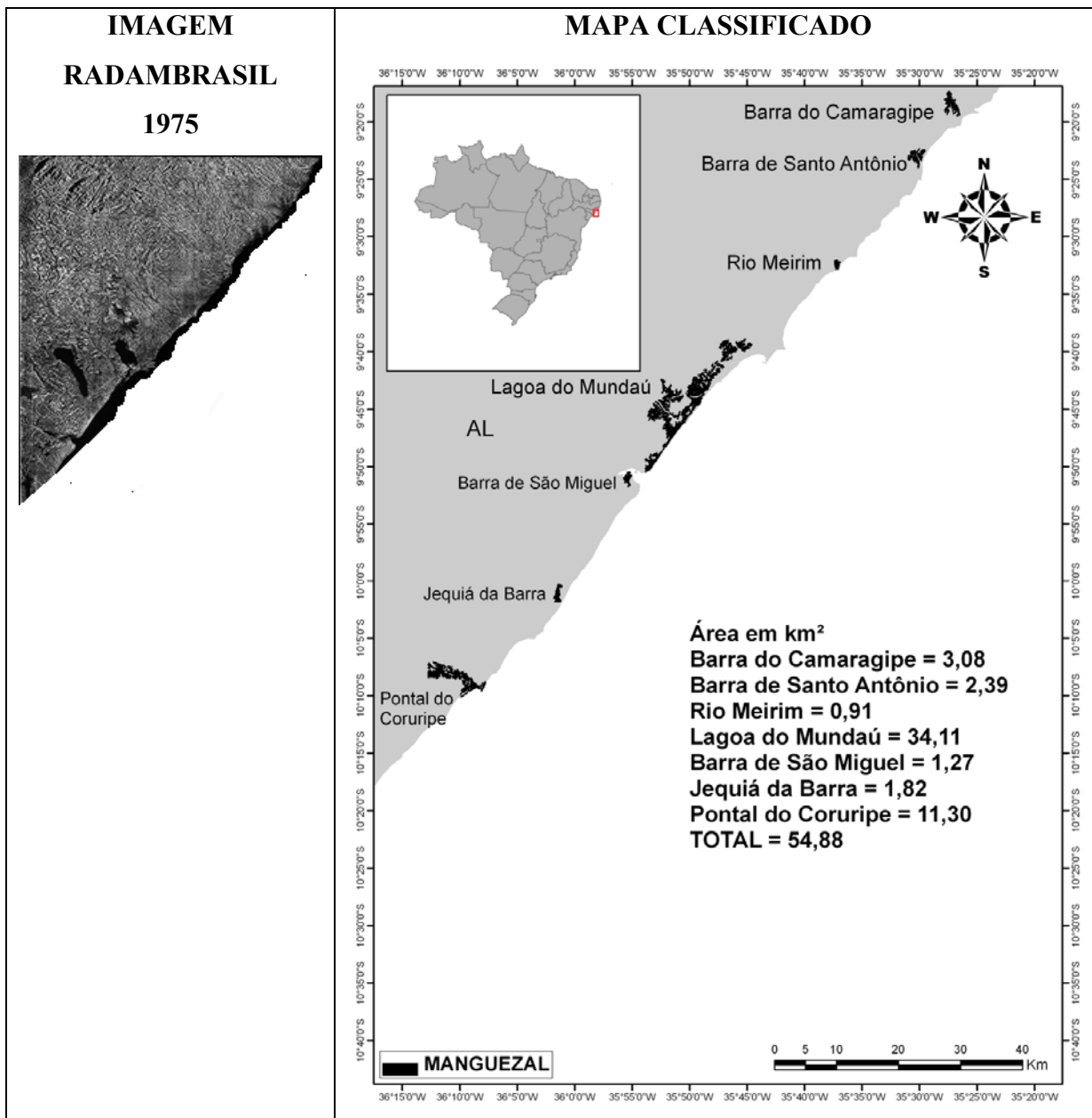
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 10 – Órbita-Ponto 214-67 do Landsat-5

Localização: Barra do Camaragipe até Pontal do Coruripe (AL)

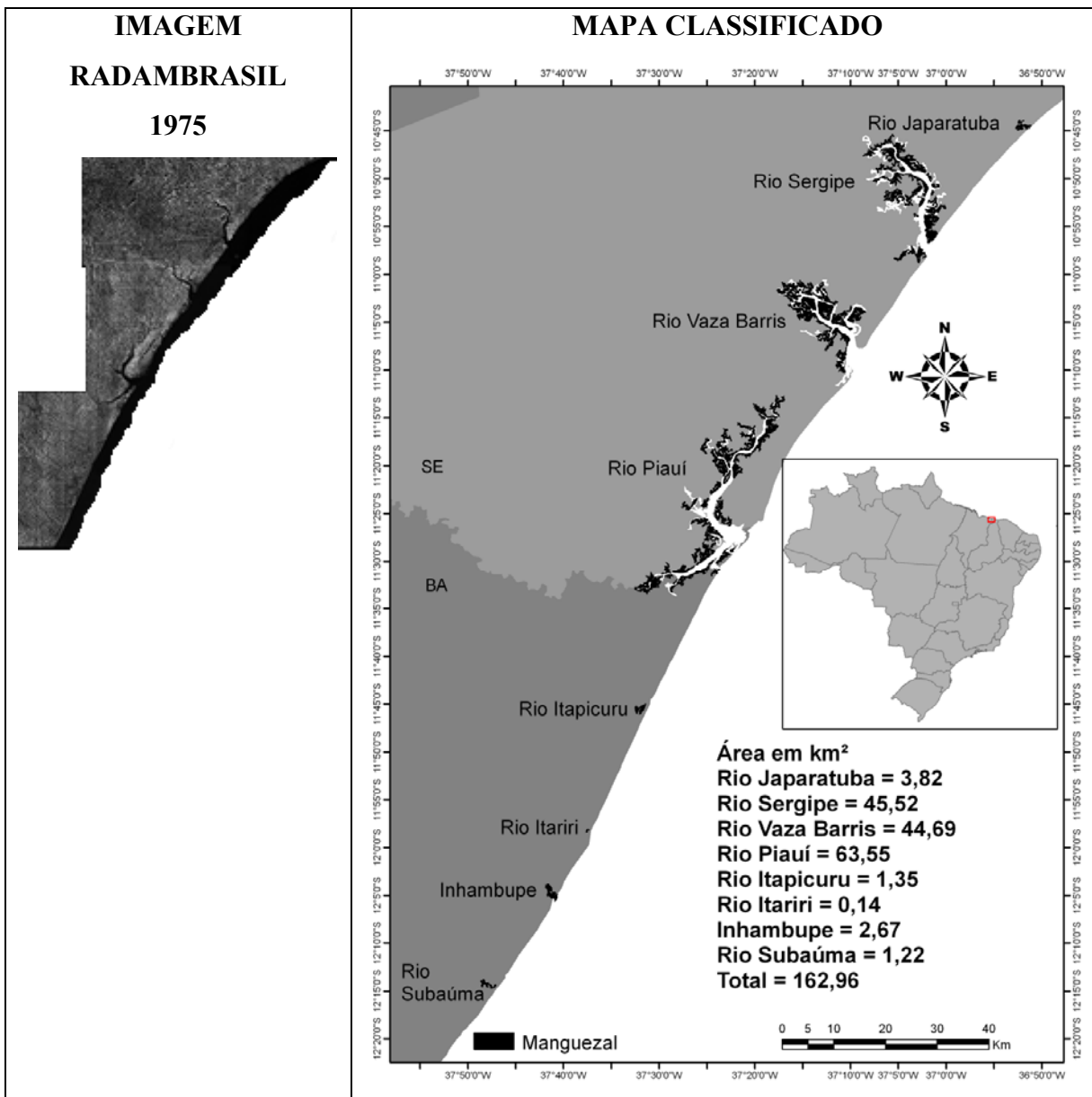
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 11 – Órbita-Ponto 215-68 do Landsat-5

Localização: Rio Japarutuba (SE) até Rio Subaúma (BA)

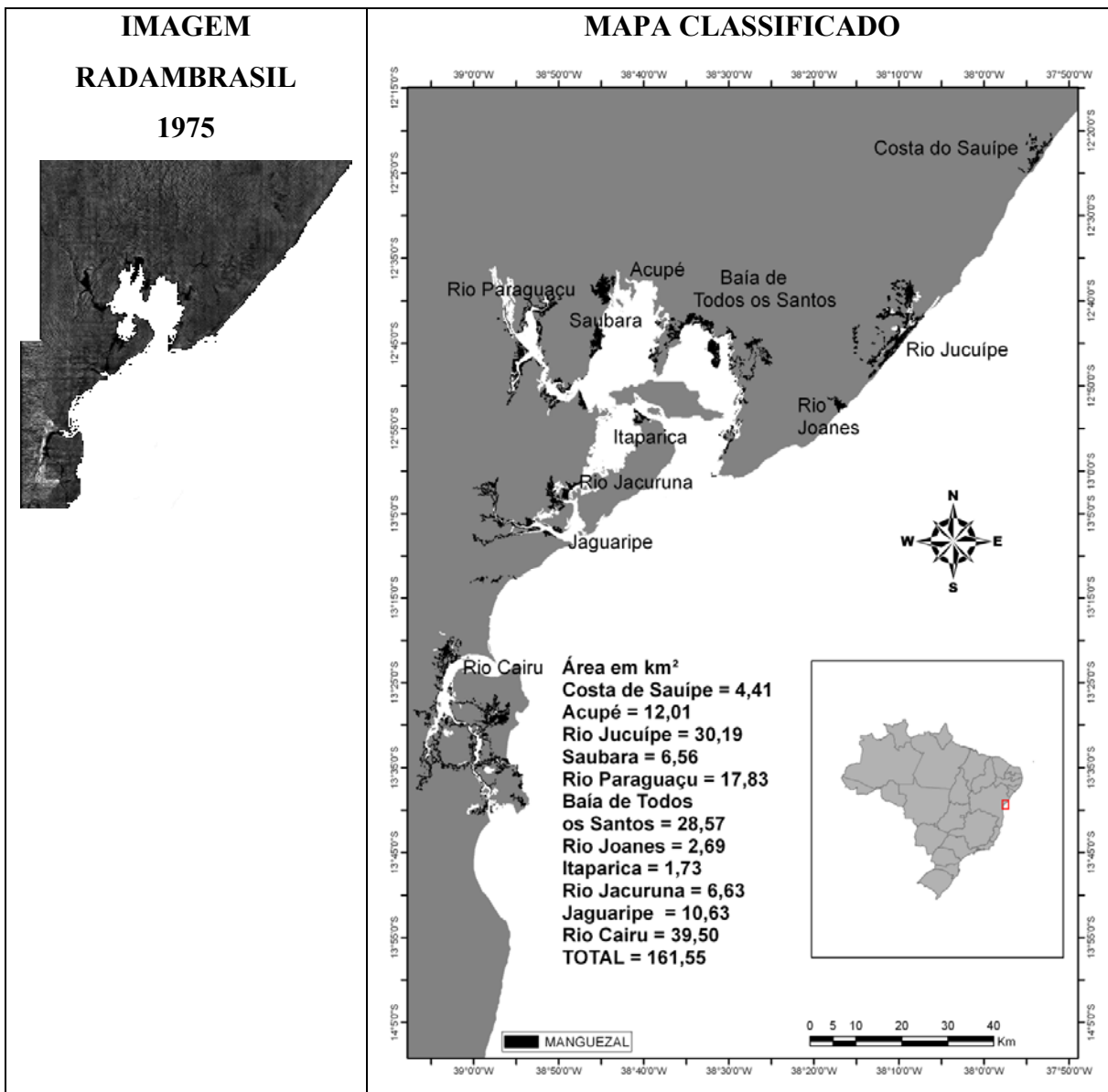
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 12 – Órbita-Ponto 215-69 do Landsat-5

Localização: Costa do Sauípe até Rio Cairu (BA)

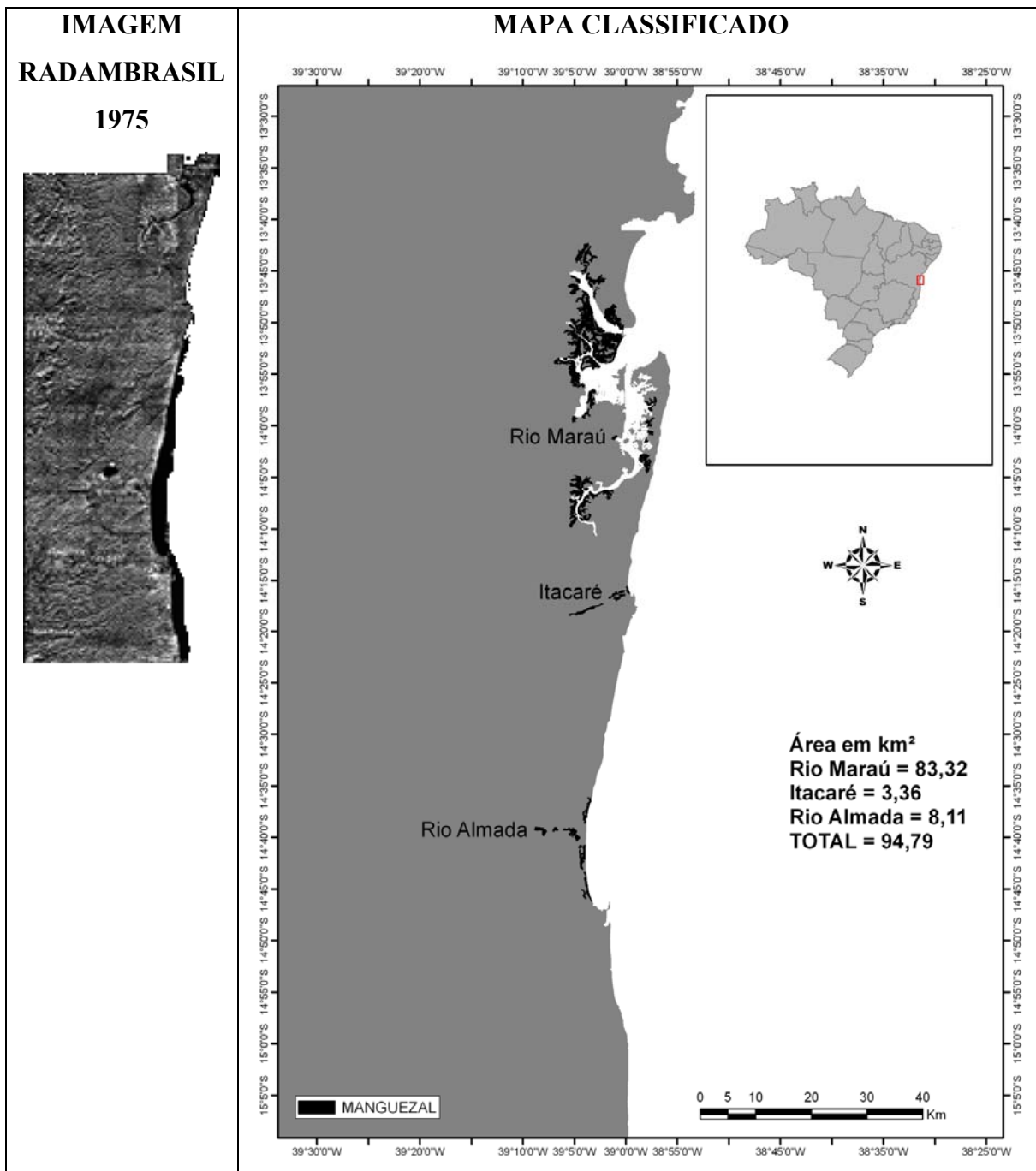
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 13 – Órbita-Ponto 215-70 do Landsat-5

Localização: Rio Marauá até Rio Almada (BA)

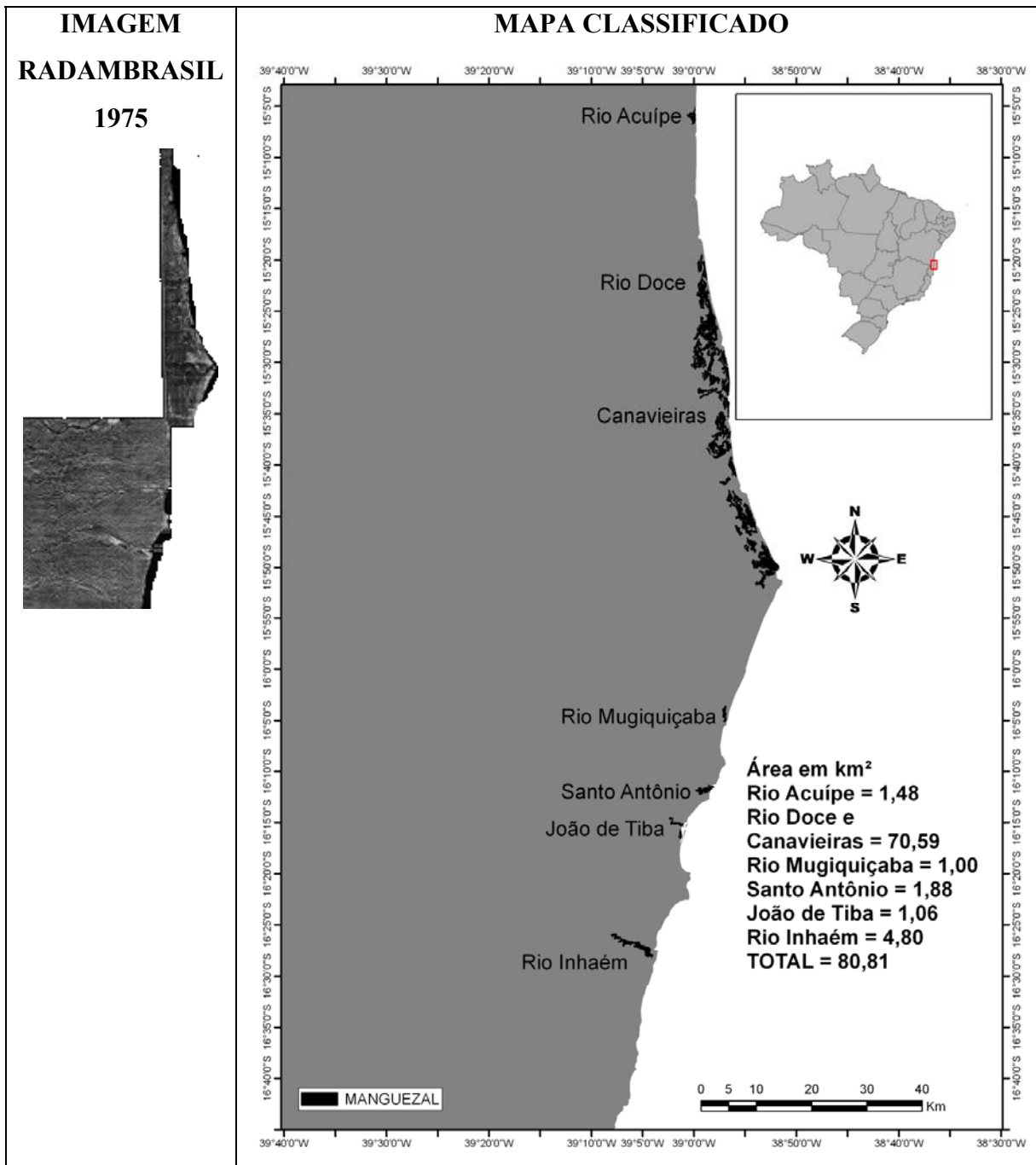
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 14 – Órbita-Ponto 215-71 do Landsat-5

Localização: Rio Acuípe até Rio Inhaém (BA)

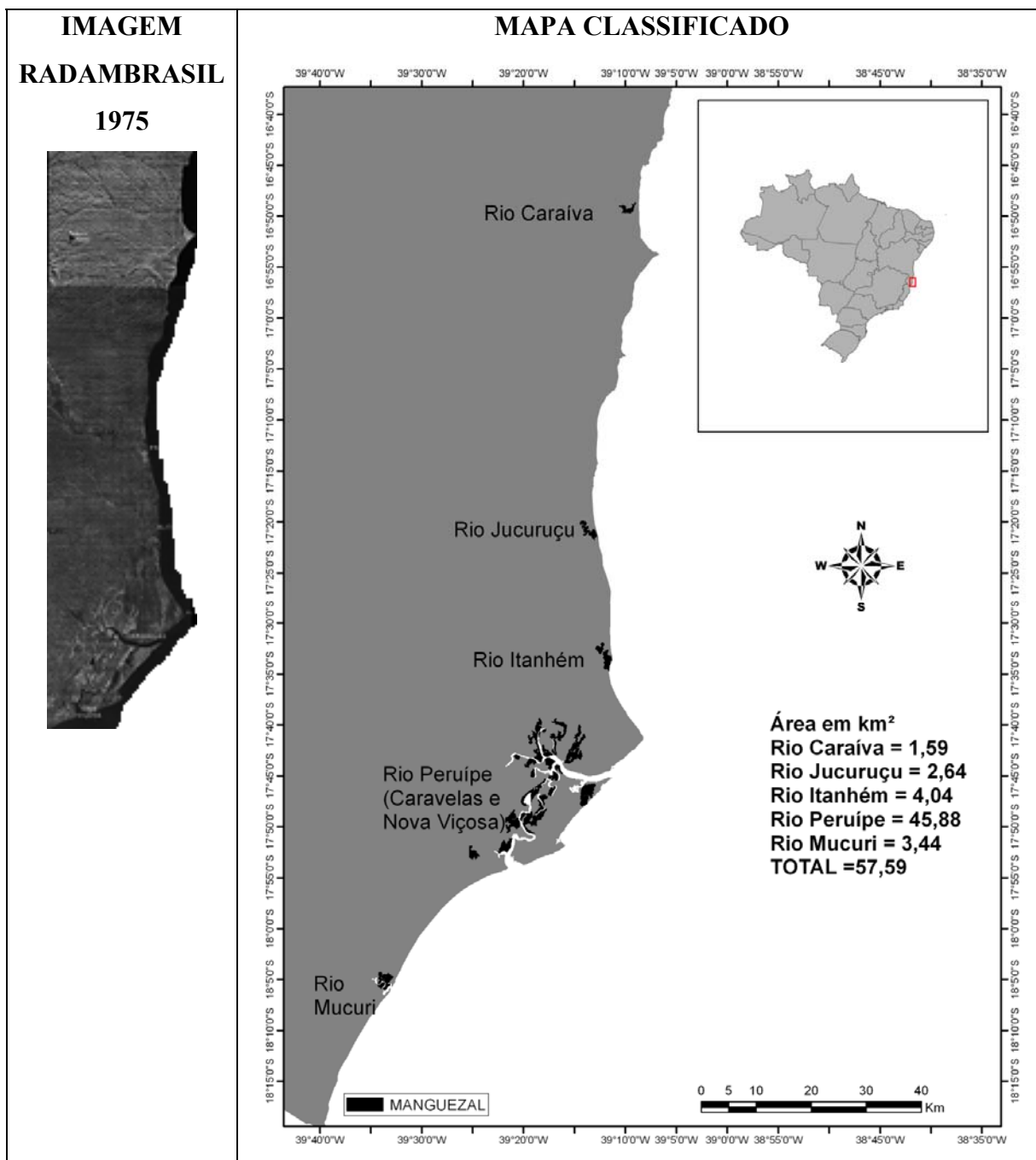
Produto: GEMS-1000 e mapa classificado



Área 15 – Órbita-Ponto 215-72 do Landsat-5

Localização: Rio Caraíba até Rio Mucuri (BA)

Produto: GEMS-1000 e mapa classificado

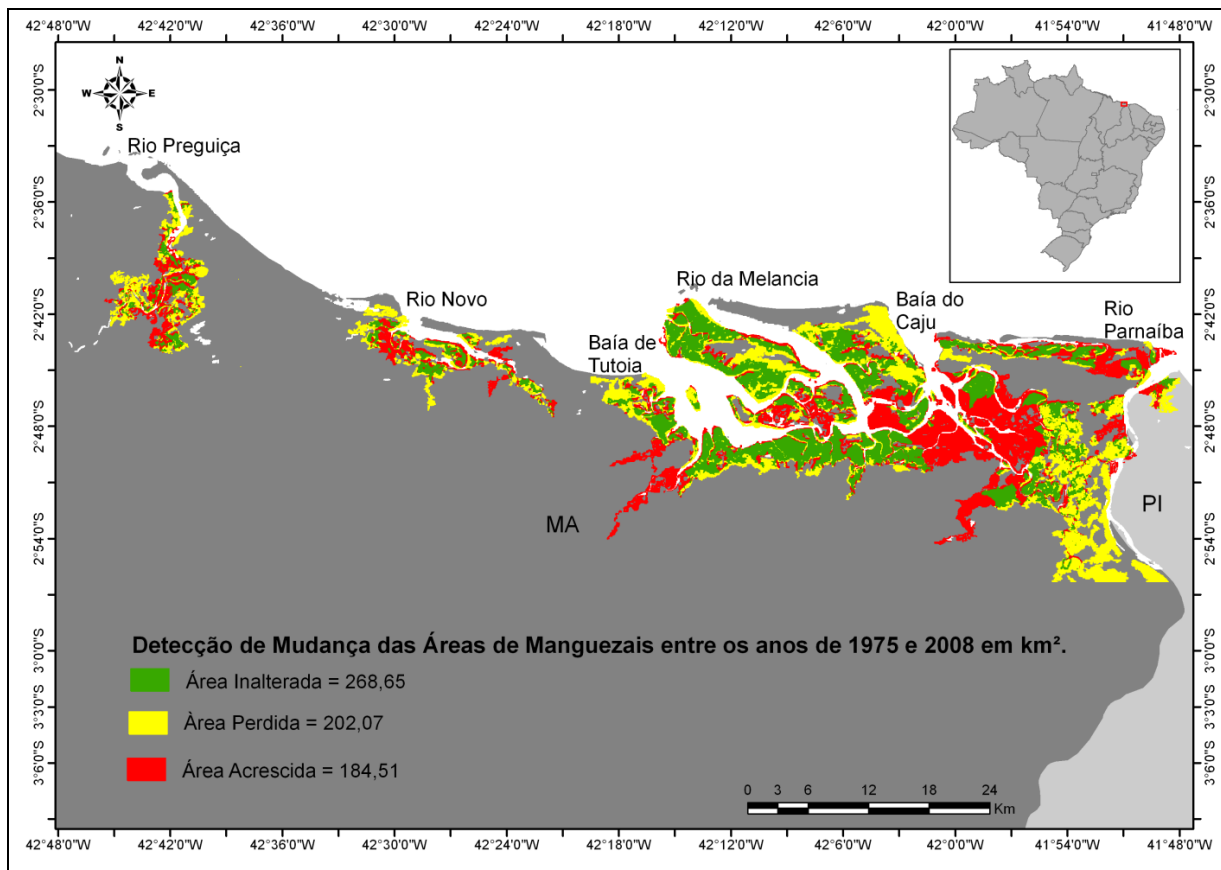


ANEXO F – MAPAS DE DETECÇÃO DE MUDANÇA PARA CADA UMA DAS 15 ÁREAS QUE CONSTITUEM A REGIÃO ESTUDADA.

Área 1 – Órbita-Ponto 219-62 do Landsat-5

Localização: do rio Preguiças (MA) até o rio Parnaíba (PI)

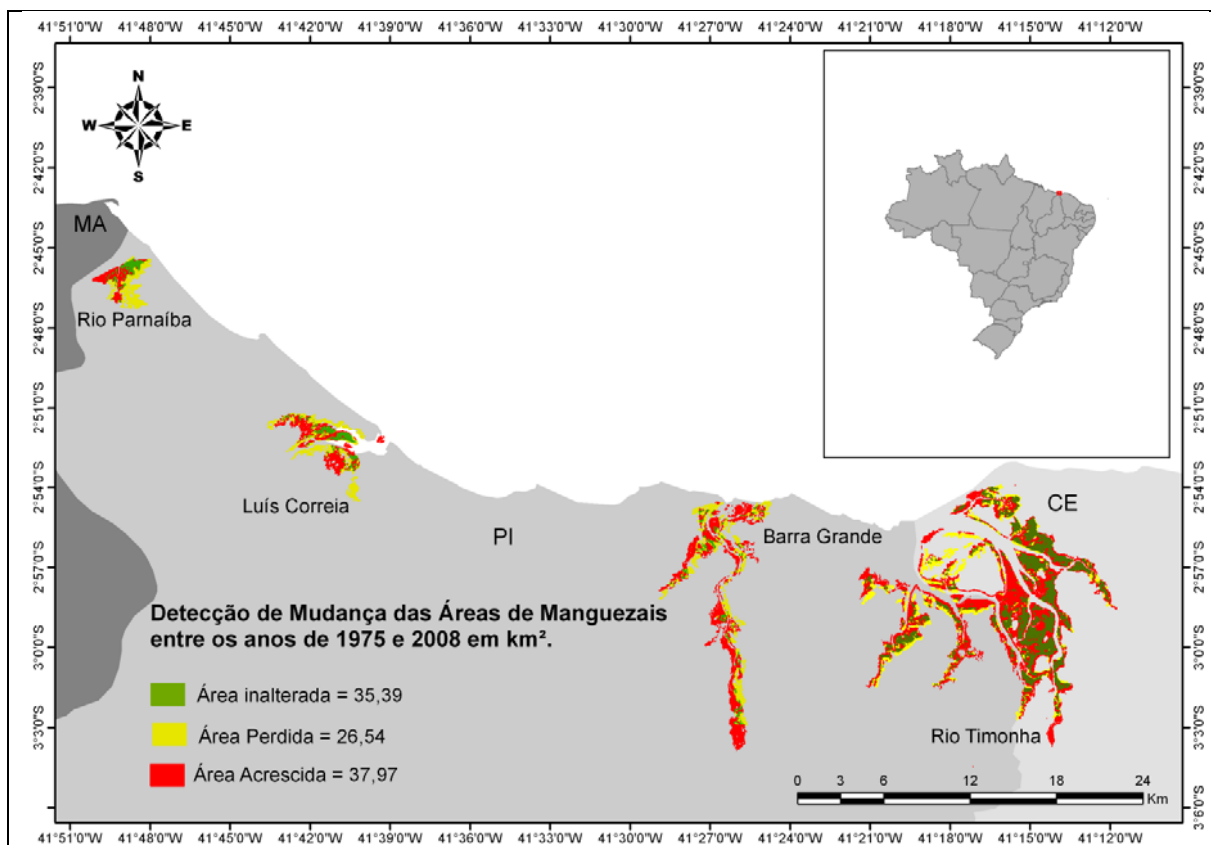
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 2 – Órbita-Ponto 219-62 do Landsat-5

Localização: do rio Parnaíba (PI) até o rio Timonha (CE)

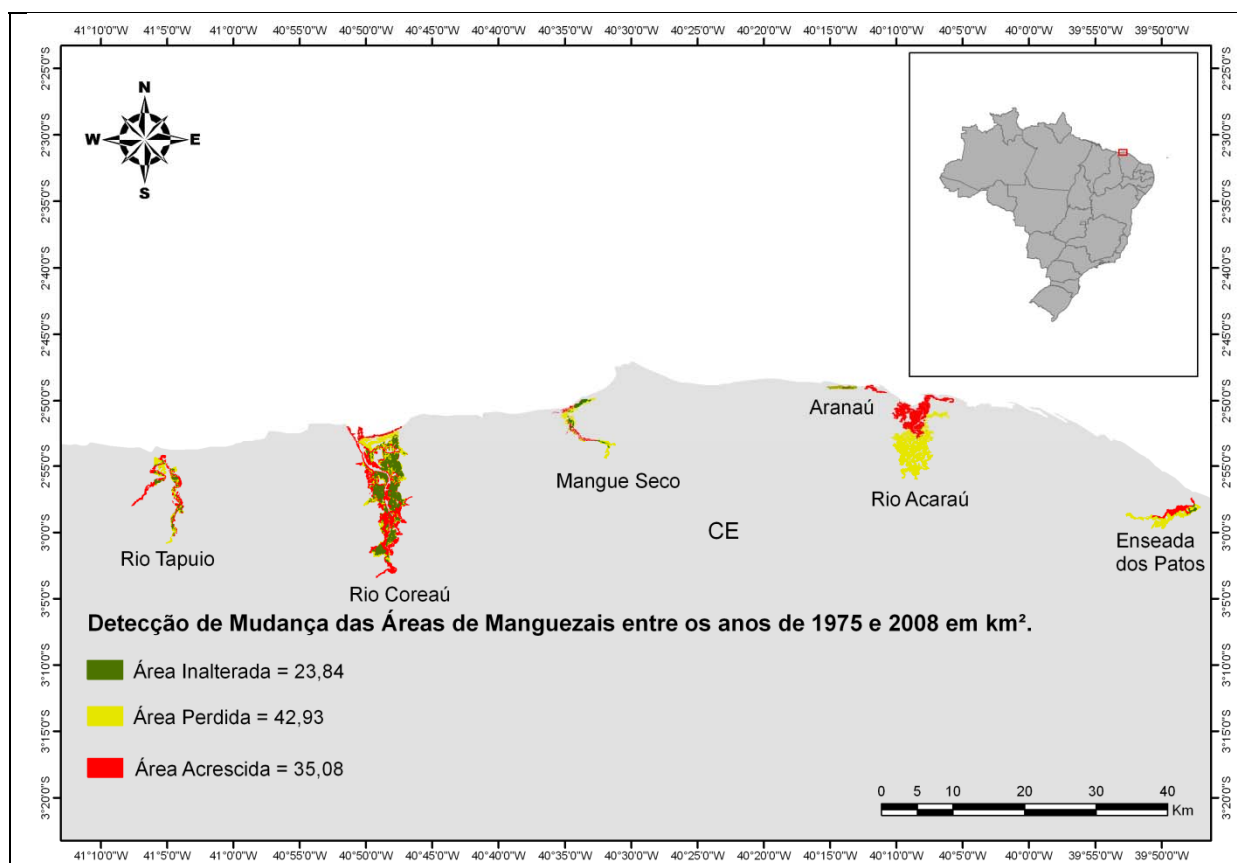
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 3 – Órbita-Ponto 218-62 do Landsat-5

Localização: Rio Tapuio até Enseada dos Patos (CE)

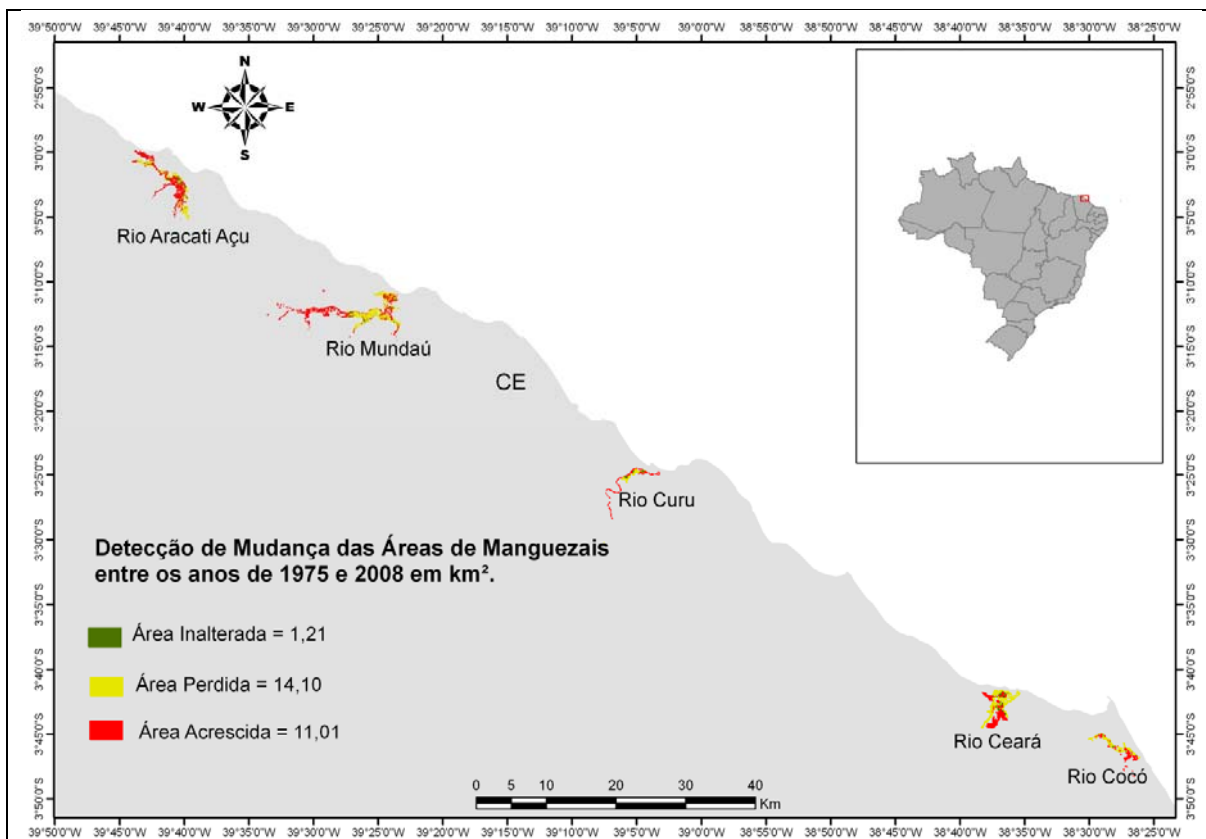
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 4 – Órbita-Ponto 217-62 do Landsat-5

Localização: Rio Aracati Açú até Rio Cocó (CE)

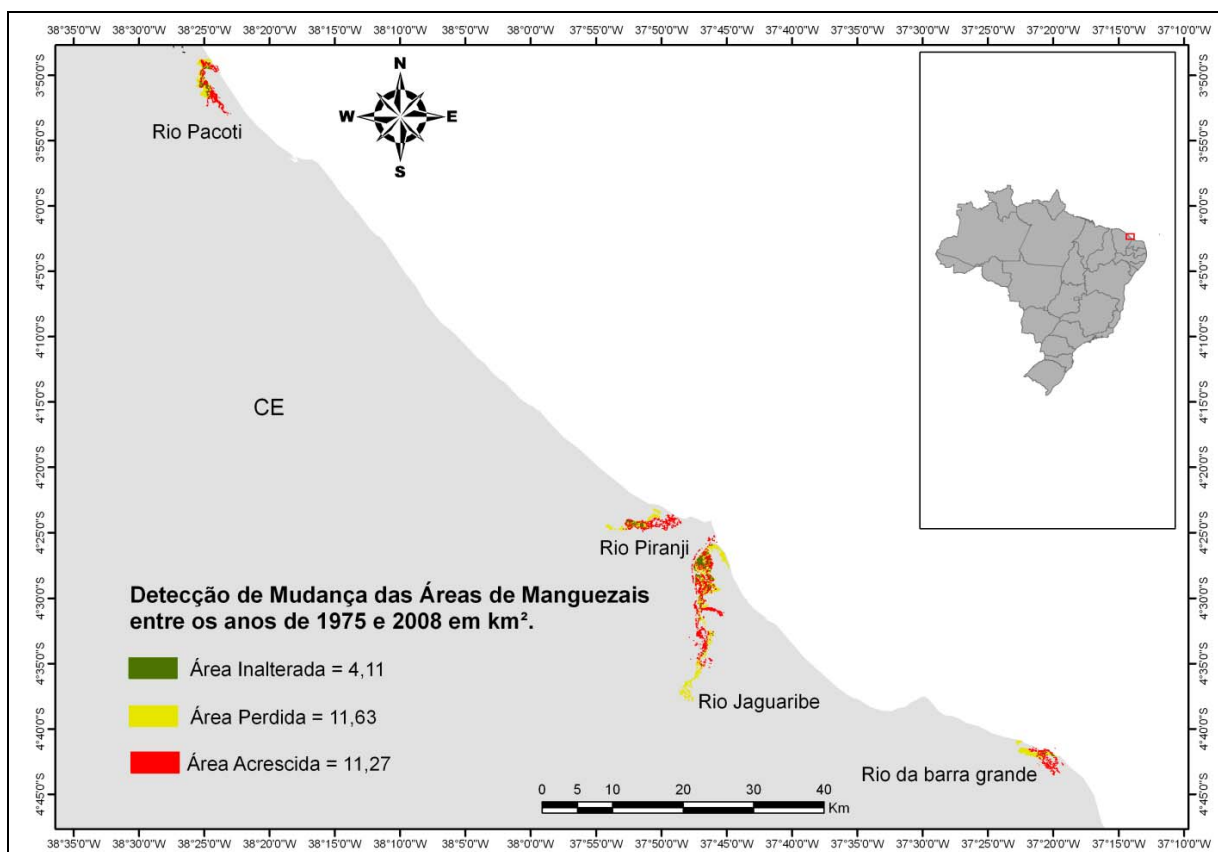
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 5 – Órbita-Ponto 216-63 do Landsat-5

Localização: Rio Pacoti até Rio da barra grande (CE)

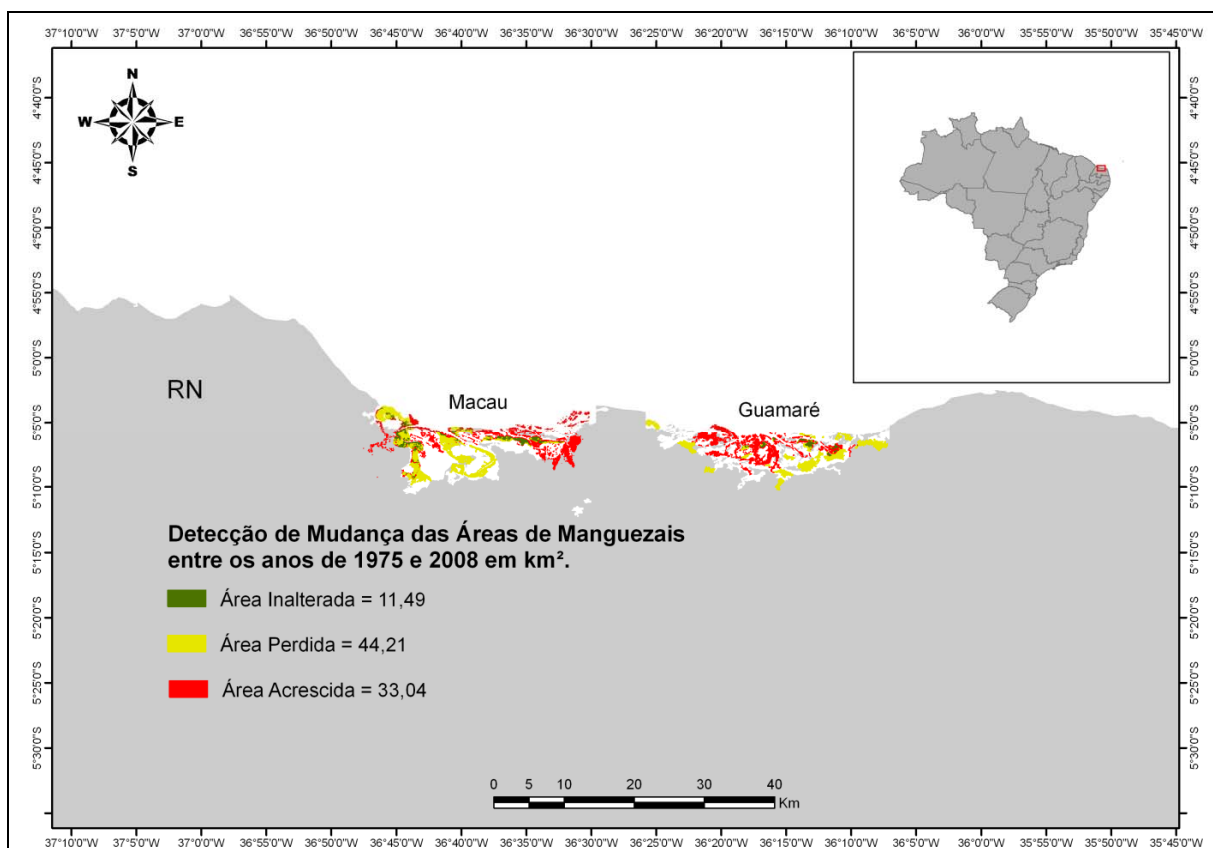
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 6 – Órbita-Ponto 215-64 do Landsat-5

Localização: Macau até Guimarães (RN)

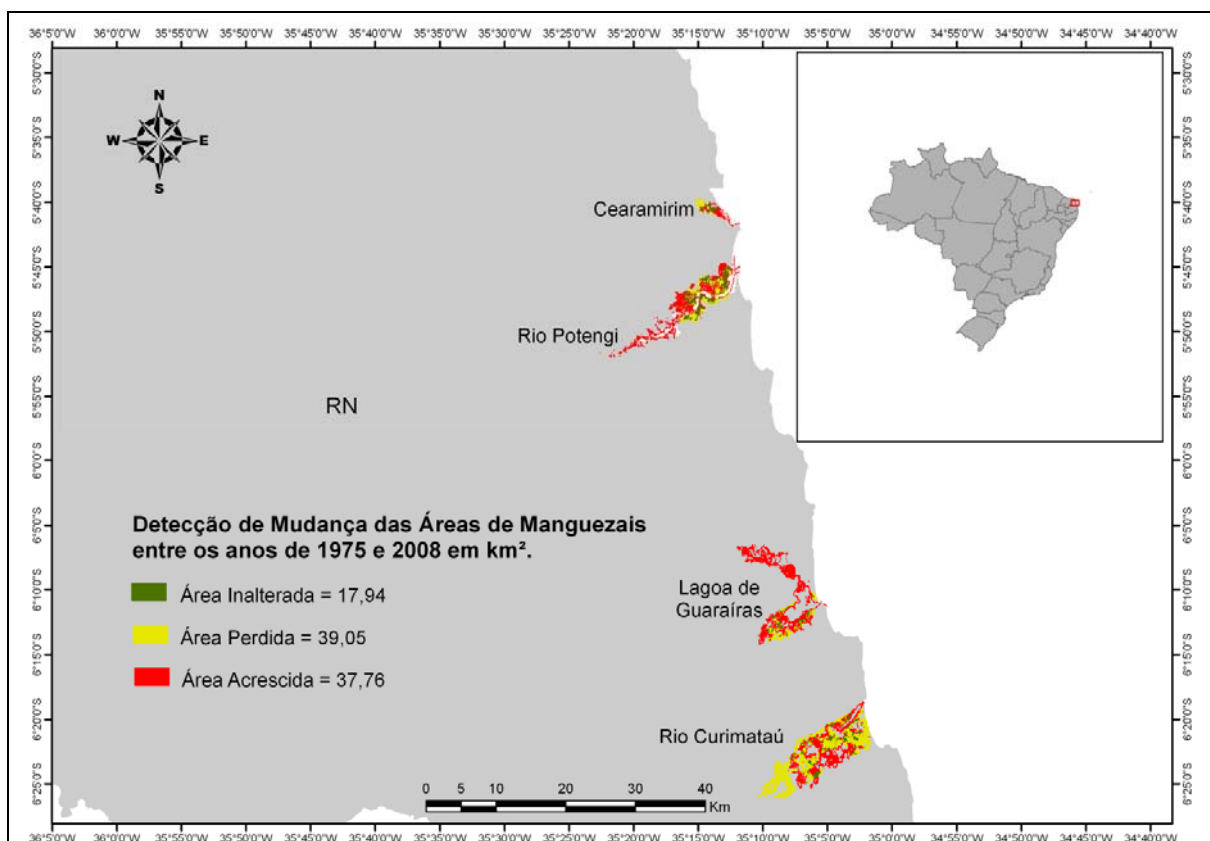
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 7 – Órbita-Ponto 214-64 do Landsat-5

Localização: Cearamirim até Rio Curimataú (RN)

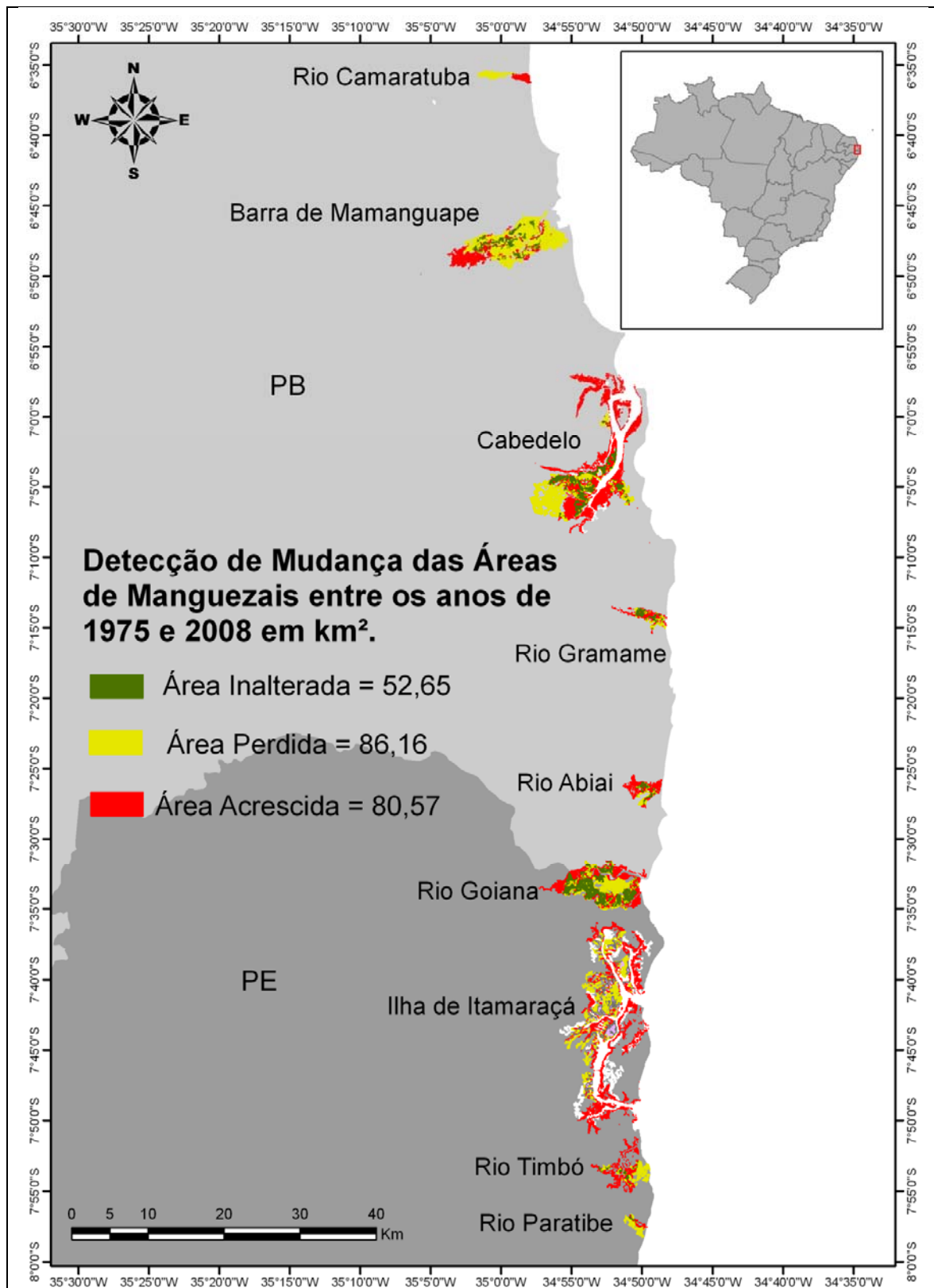
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 8 – Órbita-Ponto 214-65 do Landsat-5

Localização: rios Camaratuba (PB) até Rio Paratibe (PE)

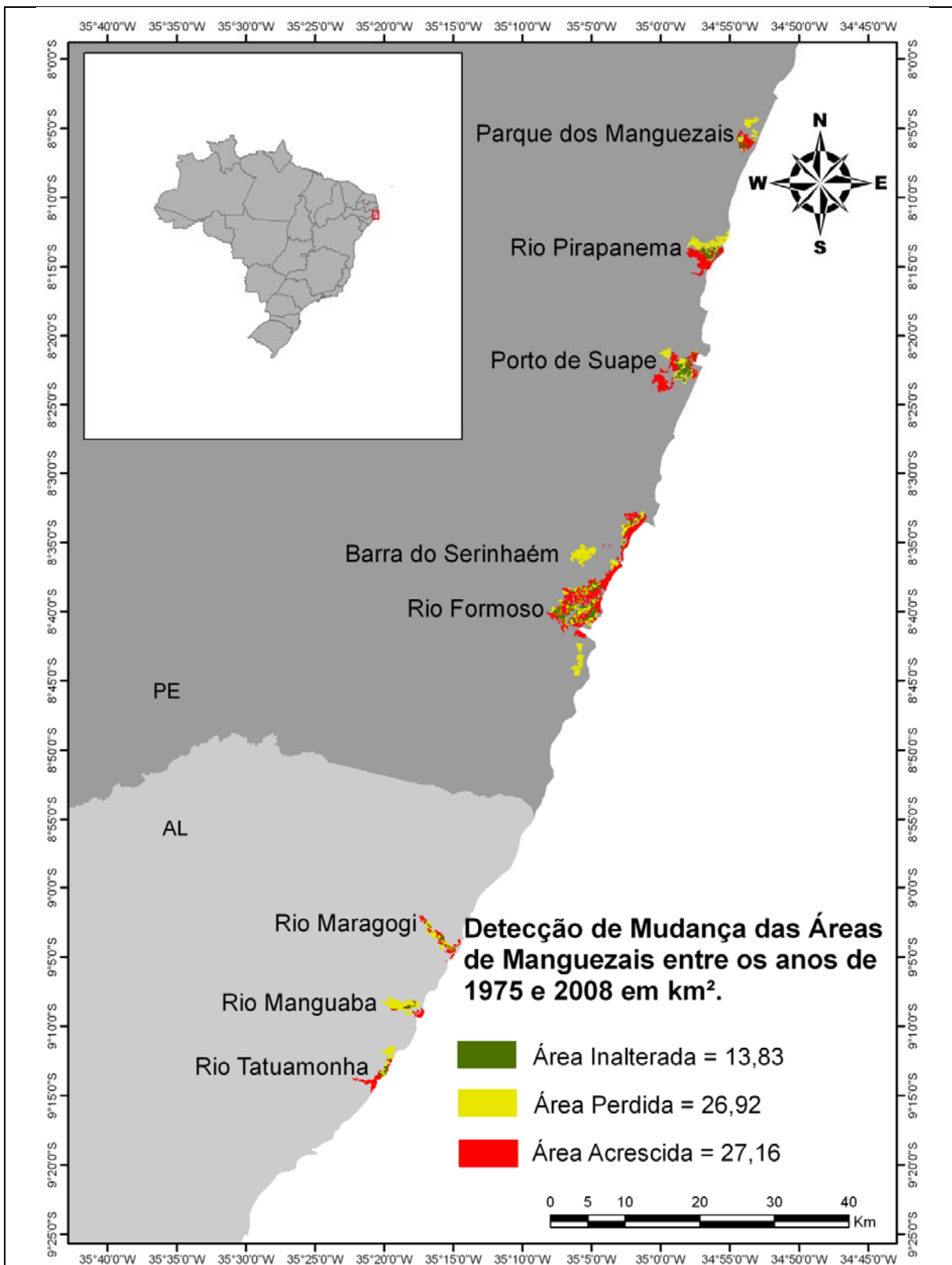
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 9 – Órbita-Ponto 214-66 do Landsat-5

Localização: Parque dos manguezais (PE) até Rio Tatuamonha (AL)

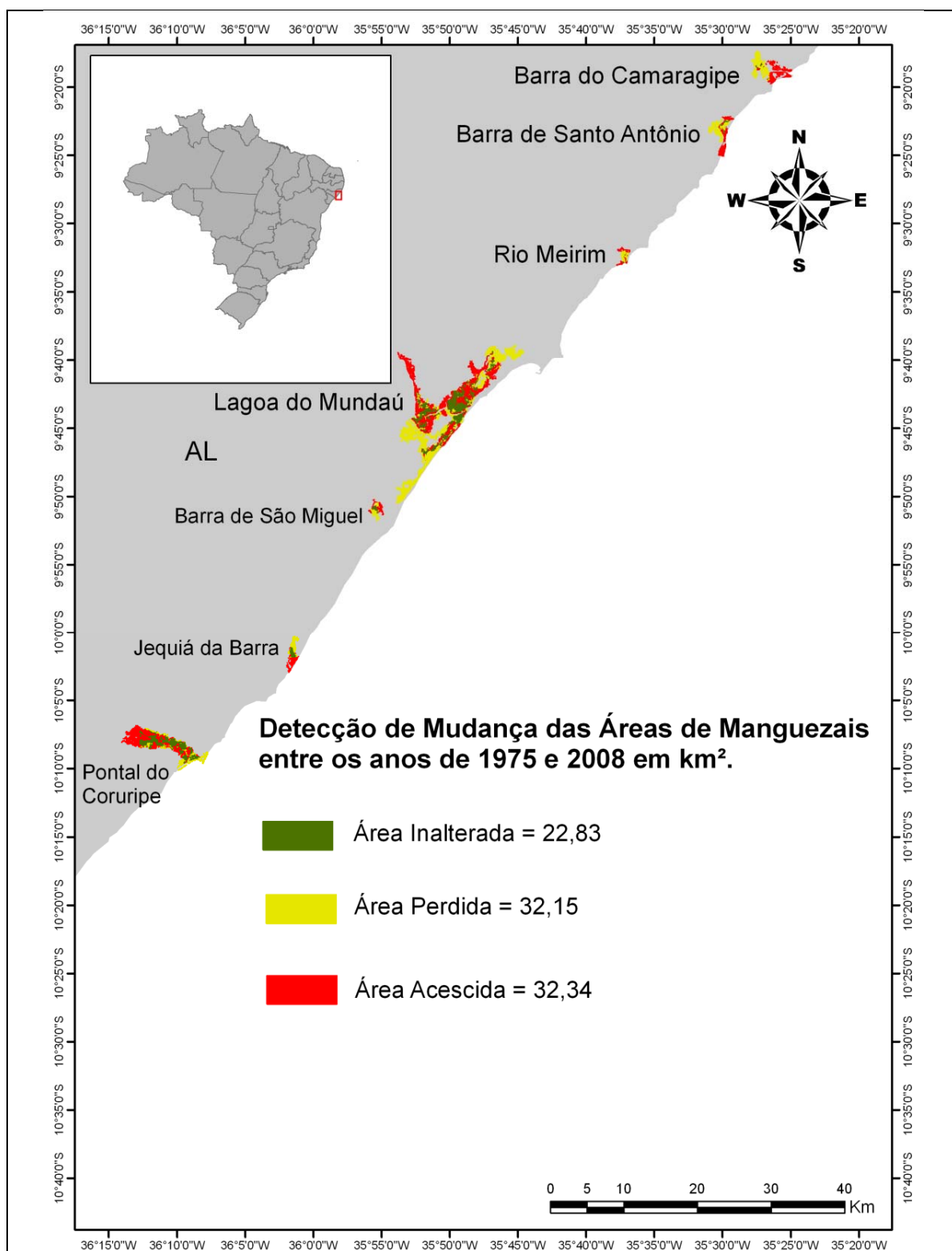
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 10 – Órbita-Ponto 214-67 do Landsat-5

Localização: Barra do Camaragipe até Pontal do Coruripe (AL)

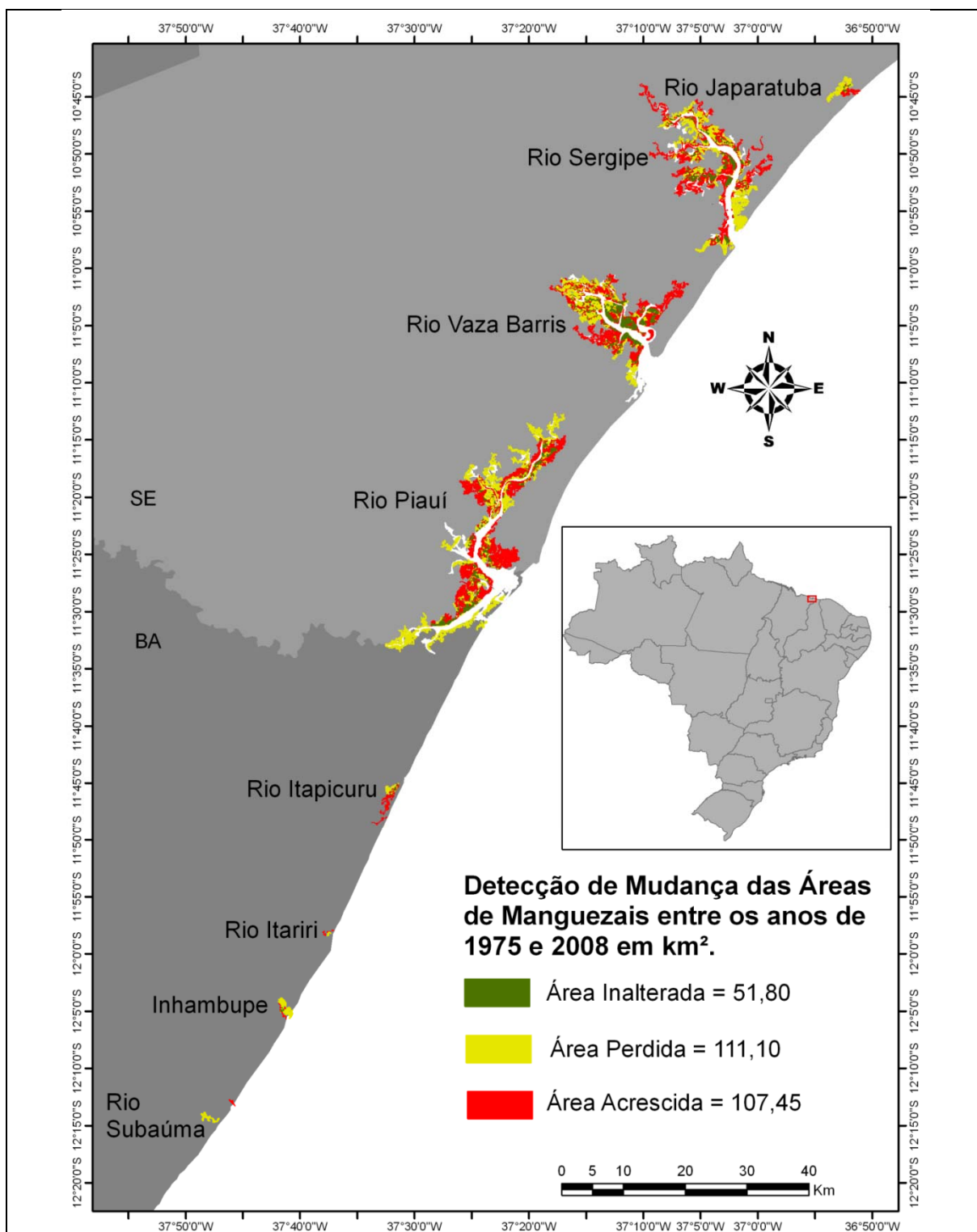
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 11 – Órbita-Ponto 215-68 do Landsat-5

Localização: Rio Japarutuba (SE) até Rio Subaúma (BA)

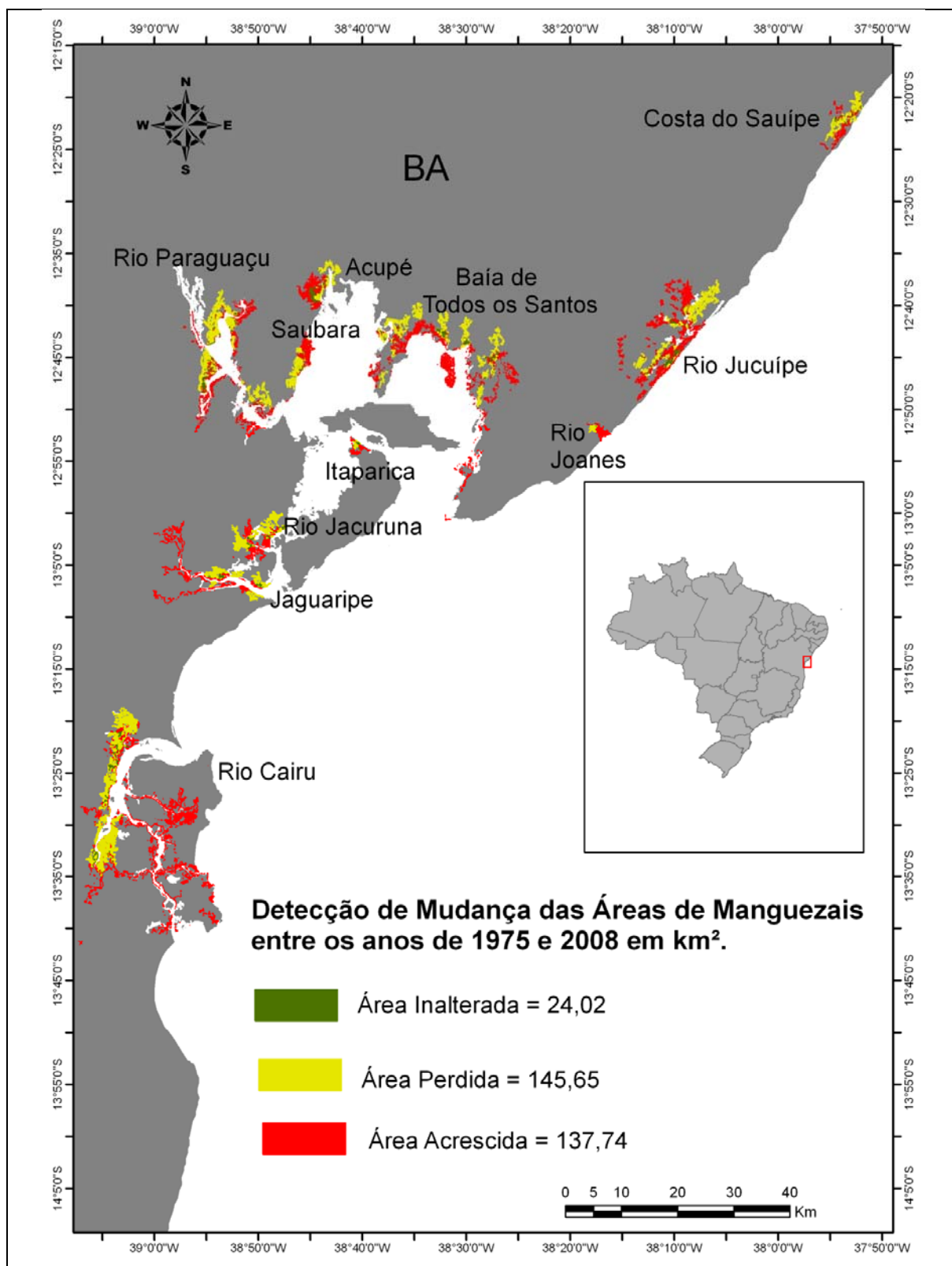
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 12 – Órbita-Ponto 215-69 do Landsat-5

Localização: Costa do Sauípe até Rio Cairu (BA)

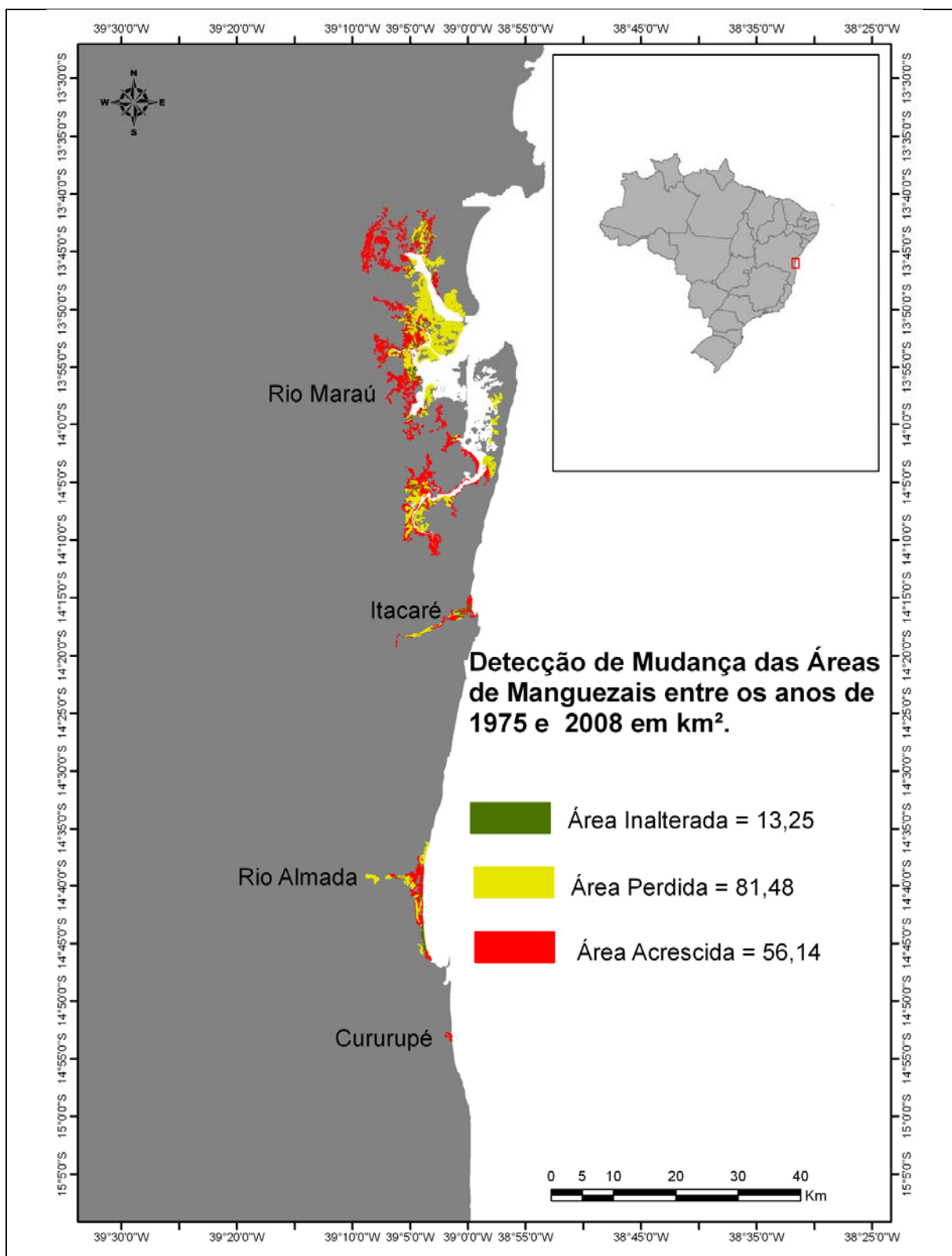
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 13 – Órbita-Ponto 215-70 do Landsat-5

Localização: Rio Maraú até Cururupé (BA)

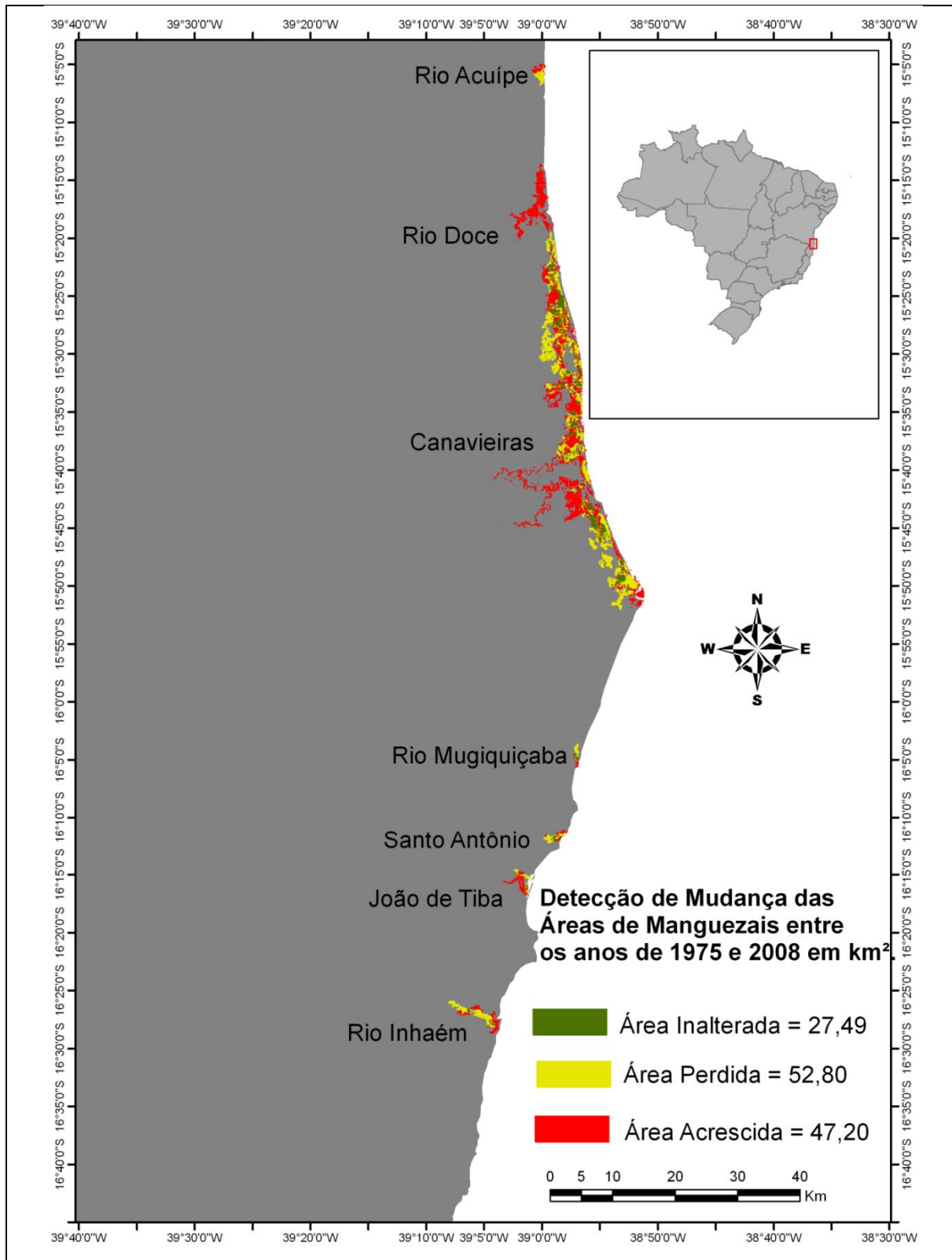
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 14 – Órbita-Ponto 215-71 do Landsat-5

Localização: Rio AcuÍpe até Rio Inhaém (BA)

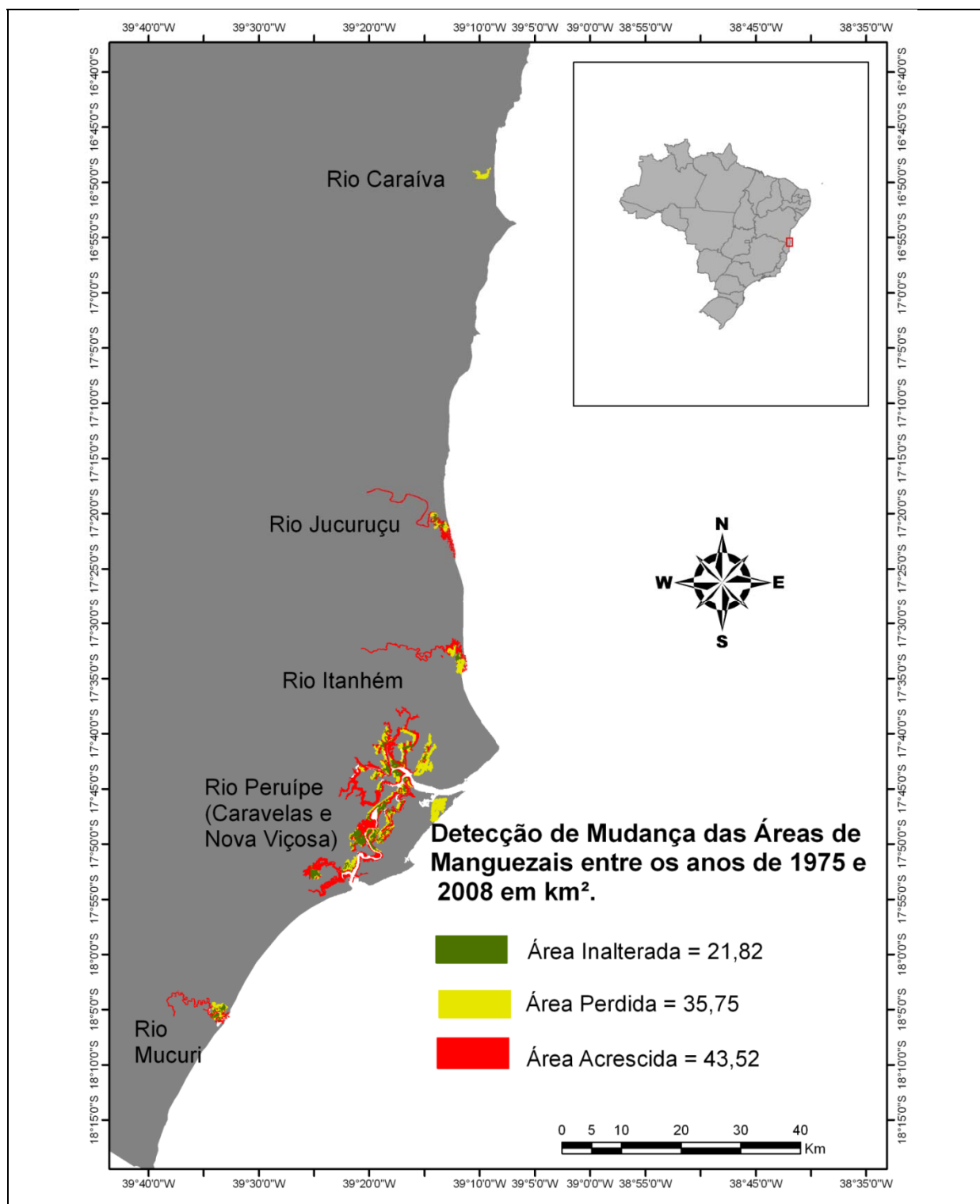
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008



Área 15 – Órbita-Ponto 215-72 do Landsat-5

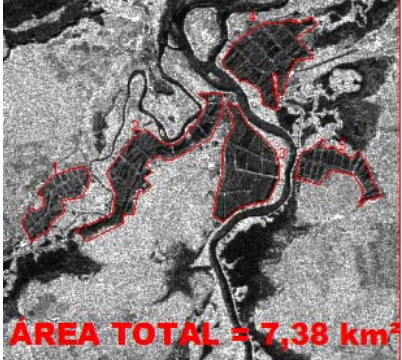
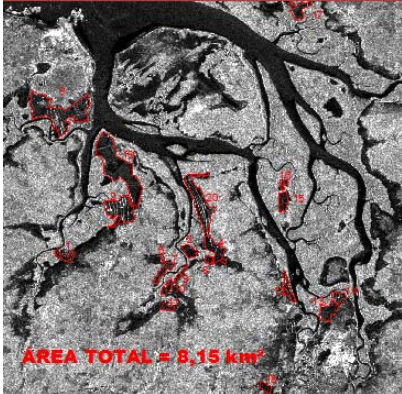
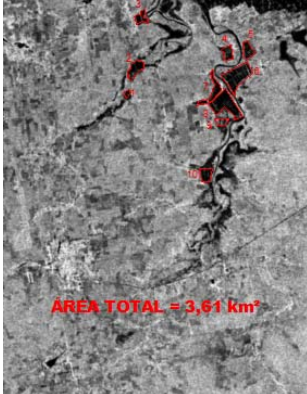
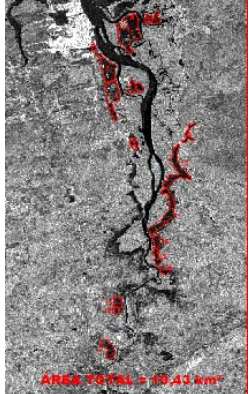
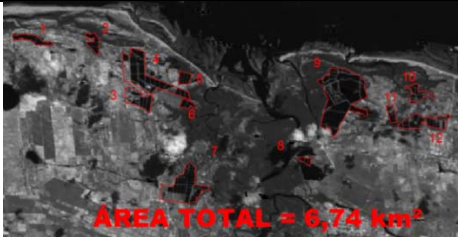
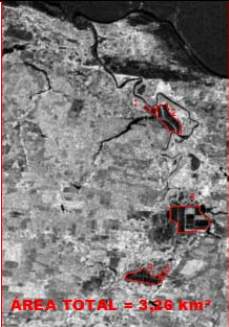
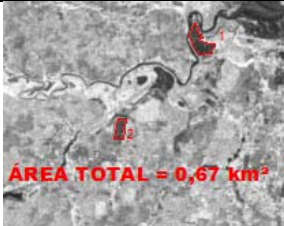
Localização: Rio Caraíva até Rio Mucuri (BA)

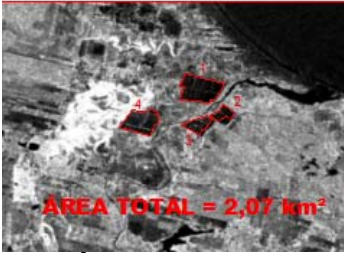

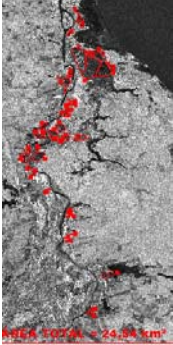
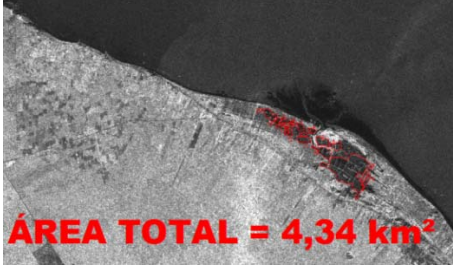
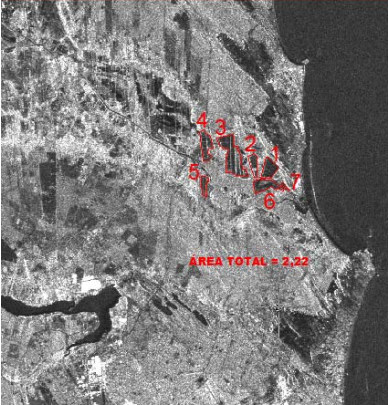
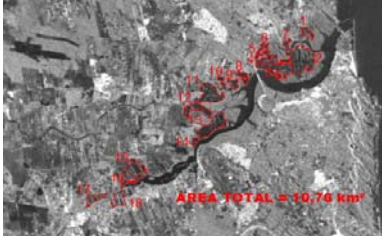
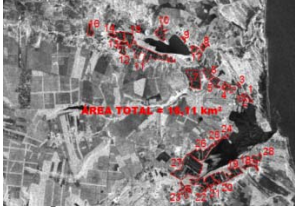
Produto: mapa classificado com a detecção de mudança entre 1975 e 2008

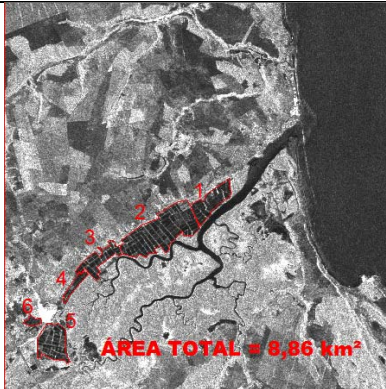

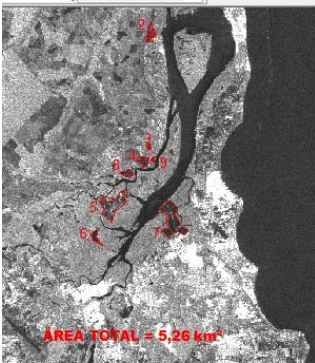

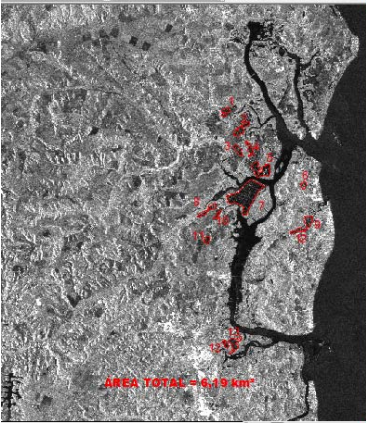



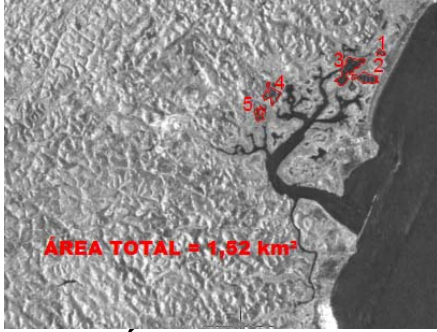
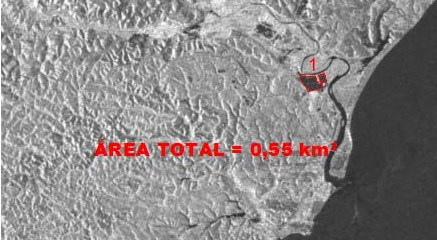


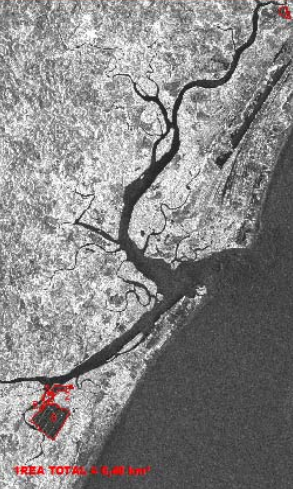
ANEXO G – ÁREAS DE AQUACULTURA/SALINAS MAPEADAS NO NORDESTE DO BRASIL, CUJOS POLÍGONOS SÃO PLOTADOS SOBRE IMAGENS ALOS PALSAR.

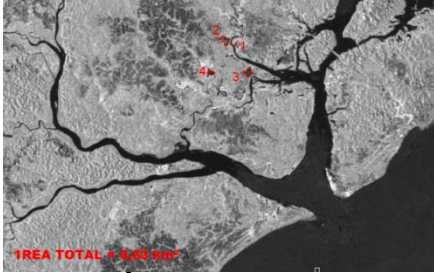
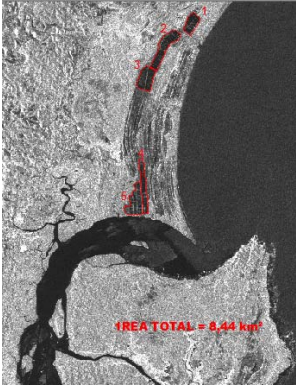
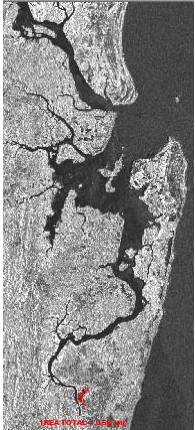
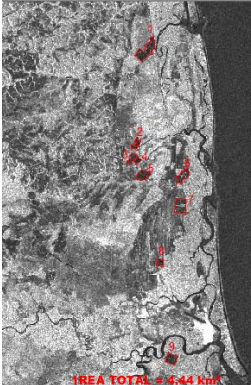
(continua)

ESTADO DO PIAUÍ		
BARRA GRANDE		
 ÁREA TOTAL = 7,38 km² ÁREA TOTAL = 7,38 km²		
ÁREA GERALNO PIAUÍ = 7,38 km²		
ESTADO DO CEARÁ		
RIO TIMONHA	RIO TAPUIO	RIO COREAÚ
 ÁREA TOTAL = 8,15 km² ÁREA TOTAL = 8,15 km²	 ÁREA TOTAL = 3,61 km² ÁREA TOTAL = 3,61 km²	 ÁREA TOTAL = 10,43 km² ÁREA TOTAL = 10,43 km²
RIO ACARAÚ	RIO ARACATI AÇU	RIO MUNDAÚ
 ÁREA TOTAL = 6,74 km² ÁREA TOTAL = 6,74 km²	 ÁREA TOTAL = 3,26 km² ÁREA TOTAL = 3,26 km²	 ÁREA TOTAL = 0,67 km² ÁREA TOTAL = 0,67 km²
RIO CURU	RIO PIRANJI	RIO JAGUARIBE

 <p>ÁREA TOTAL = 2,07 km²</p>	 <p>ÁREA TOTAL = 6,42 km²</p>	 <p>ÁREA TOTAL = 24,54 km²</p>
<p>RIO DA BARRA GRANDE</p>		
 <p>ÁREA TOTAL = 4,34 km²</p>		
<p>ÁREA TOTAL GERAL NO CEARÁ = 70,23 km²</p>		
<p>ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE</p>		
	<p>MACAU</p>	<p>GUAMARÉ</p>
<p>CEARÁ - MIRIM</p>  <p>ÁREA TOTAL = 2,22 km²</p>	<p>RIO POTENGI</p>  <p>ÁREA TOTAL = 10,76 km²</p>	<p>LAGOA DOS GUARAIRAS</p>  <p>ÁREA TOTAL = 16,11 km²</p>
<p>RIO CURIMATAÚ</p>		

 <p>ÁREA TOTAL = 8,86 km²</p>		
<p>ÁREA TOTAL GERAL NO RIO GRANDE DO NORTE = 221,82 km²</p>		
<p>ESTADO DA PARAÍBA</p>		
<p>BARRA DE MAMANGUAPE</p>	<p>CABEDELO</p>	
 <p>ÁREA TOTAL = 3,48 km²</p>	 <p>ÁREA TOTAL = 5,26 km²</p>	
<p>ÁREA TOTAL GERAL NO ESTADO DA PARAÍBA = 8,74 km²</p>		
<p>ESTADO DE PERNAMBUCO</p>		
<p>RIO GOIANA</p>	<p>ILHA DE ITAMARACÁ</p>	<p>RIO TMBÓ</p>
 <p>ÁREA TOTAL = 6,61 km²</p>	 <p>ÁREA TOTAL = 6,19 km²</p>	 <p>ÁREA TOTAL = 0,20 km²</p>
<p>RIO FORMOSO</p>		

 <p>ÁREA TOTAL = 1,52 km²</p>		
<p>ÁREA TOTAL GERAL NO ESTADO DE PERNAMBUCO = 14,52 km²</p>		
<p>ESTADO DE ALAGOAS</p>		
<p>BARRA DE SANTO ANTÔNIO</p>		
 <p>ÁREA TOTAL = 0,55 km²</p>		
<p>ÁREA TOTAL GERAL NO ESTADO DE ALAGOAS = 0,55 km²</p>		
<p>ESTADO DE SERGIPE</p>		
<p>RIO SERGIPE</p>	<p>RIO VAZA BARRIS</p>	<p>RIO PIAUÍ</p>
 <p>ÁREA TOTAL = 2,68 km²</p>	 <p>ÁREA TOTAL = 1,00 km²</p>	 <p>ÁREA TOTAL = 6,48 km²</p>
<p>ÁREA TOTAL GERAL NO ESTADO DE SERGIPE = 10,16 km²</p>		
<p>ESTADO DA BAHIA</p>		
<p>RIO JACURUNA E JAGUARIFE</p>	<p>RIO CAIRU</p>	<p>RIO MARAÚ</p>

 <p>ÁREA TOTAL = 0,63 km²</p>	 <p>ÁREA TOTAL = 8,44 km²</p>	 <p>ÁREA TOTAL = 0,56 km²</p>
<p>RIO DOCE E CANAVIEIRAS</p>		
 <p>ÁREA TOTAL = 4,44 km²</p>		
<p>ÁREA TOTAL GERAL NO ESTADO DA BAHIA = 14,07 km²</p>		
<p>ÁREA TOTAL GERAL EM TODOS OS ESTADOS = 347,47 km²</p>		



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA

PARECER

Sobre a Defesa Pública da Tese de Doutorado de
EDSON ADJAIR DE SOUZA PEREIRA

A banca examinadora da Tese de Doutorado de **EDSON ADJAIR DE SOUZA PEREIRA** orientando do Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho (UFPA), composta pelos professores doutores Venerando Eustáquio Amaro (UFRN), Arnaldo de Queiroz da Silva (UFPA), Marcus Emanuel Barroncas Fernandes (UFPA), e Nils Edvin Asp Neto (UFPA), após apresentação da sua tese intitulada “**A DINÂMICA DOS MANGUEZAIS NO NORDESTE DO BRASIL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE DADOS DE SENSORES REMOTOS E SIG**” emite o seguinte parecer:

O candidato fez uma apresentação muito clara e objetiva de sua tese de doutoramento. A apresentação foi realizada no tempo regulamentar. Sua tese representa contribuição significativa para o estudo das mudanças das áreas de mangue ao longo da costa da região nordeste do Brasil. Na apresentação e na arguição o candidato demonstrou erudição e domínio do tema e respondeu com segurança as questões formuladas pela banca examinadora.

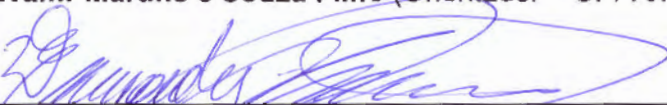
Recomendações sobre estrutura e forma do texto foram feitas pela banca, sugerindo-se que sejam incorporadas nas futuras publicações derivadas da tese.

Em conclusão, a banca examinadora decidiu por unanimidade aprovar a tese de doutorado.

Belém, 27 de novembro de 2015.



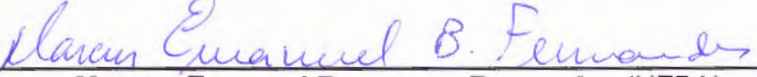
Pedro Walfir Martins e Souza Filho (Orientador – UFPA/ITV)



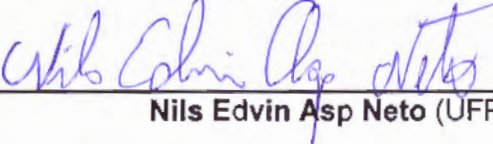
Venerando Eustáquio Amaro (UFRN)



Arnaldo de Queiroz da Silva (UFPA)



Marcus Emanuel Barroncas Fernandes (UFPA)



Nils Edvin Asp Neto (UFPA)