

Análise por vetor de mudança do uso e ocupação da terra da ilha de Caratateua-PA

Joelma da Silva Costa¹
Jadson Queiroz da Silva²
Marcos Adami²

¹Universidade Federal do Pará – UFPA
Rua Augusto Corrêa, 01 – CEP: 66075-110. Caixa postal 479. Belém - Pará – Brasil
joelma.costa@funcate.org.br

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro Regional da Amazônia – INPE/CRA
Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá, 2651- CEP: 66077- 830, Belém - PA, Brasil
jadson.silva@funcate.org.br
marcos.adami@inpe.br

Abstract. The present work aims to present a methodology of Vector Change Analysis (VCA) as a proposal for detection and verification of changes in the geographic space promoted by human action. The chosen study area was the island of Caratateua located in the metropolitan region of Belem, which is undergoing a dynamic spatial change process in its natural geographical structure. The CVA methodology has its particularities while assessing the changes occurring on earth's surface as it is based pixel-level changes at different time intervals. Seeking to evaluate the extension of possible anthropogenic degradation, Two (2) images, one 1984 (Landsat 5-TM) and the other from 2013 (Landsat 8-OLI) were analyzed. The results obtained by applying the VCA demonstrated that the central region of the island of Caratateua was the area concentrating the larger amount of changes. Furthermore, the data indicated a reduction in rain forest from 59% to 48% and the emergence of highly exposed soil areas, associated with anthropogenic activity.

Palavras chave: occupation, change, geotechnology, land management, ocupação, mudança, geotecnologia, gestão territorial.

1.Introdução

Muito tem se discutido sobre o atual processo de urbanização que o município de Belém está atravessando, porém essas transformações vão além do crescimento desordenado da cidade. Para Correa (1995) e Santos (2008), a urbanização está ligada ao planejamento, sucedida de infraestrutura e qualidade de vida. A cidade de Belém apresenta um histórico de crescimento orientado no sentido norte e leste, onde o comércio e a rede de serviços estão concentrados no centro. A forte especulação imobiliária local e a redução de áreas próprias para a construção civil provocaram a intensa migração da população com menor poder aquisitivo para regiões periféricas, resultando a criação de bairros como Montese (antiga terra firme), Guamá, Condor, Jurunas, entre outros.

A ilha de Caratateua, também conhecida como distrito de Outeiro, é uma das regiões de ocupação periférica da região metropolitana. Os estudos de Silva (2011) indicaram que fatores como: a implantação de empresas minero-metalúrgicas e a criação de projetos industriais no entorno da cidade, contribuíram para que o município de Belém se tornasse um polo atrativo, neste contexto a ilha de Caratateua é concebida como um espaço “destinado” para abrigar a população oriunda de outros estados e principalmente do interior. Essa ocupação ocorreu de maneira desordenada sem nenhum tipo de planejamento urbano que garantisse um modo de vida adequado para a população. Dentro desse contexto, para uma região com fortes tendências de mudanças de uso do solo, que é o caso da Amazônia, ligado principalmente à demanda econômica, realizar o mapeamento e a qualificação dos dados obtidos através das imagens orbitais é um desafio, pois encontrar uma metodologia técnica que alcance os objetivos singulares de cada objeto analisado ainda é um processo gradual, visto que, há a necessidade de conhecer o contexto da realidade estudada, juntamente com outros

profissionais que podem está contribuindo com seu conhecimento sobre as características das determinadas área.

De tal maneira torna-se necessário avaliar as mudanças na paisagem ocasionadas por esse crescimento. Uma das técnicas de detecção de mudanças mais utilizadas é a Análise do Vetor de mudança (AVM) proposta por Malila (1980). A AVM é uma metodologia utilizada para caracterização e quantificação das modificações ocorridas no uso da terra. Esta técnica consiste na descrição do vetor de mudança de um mesmo pixel em diferentes tempos (multitemporal) dispostos num espaço de atributos construído de várias dimensões.

Segundo Castillo (2011), a descrição AVM é feita a partir de uma imagem de magnitude de mudança, associada à identificação de áreas de mudança baseadas em um limiar, e a direção de mudança (ângulo), associada ao tipo de mudança ocorrida.

Os estudos propostos por Malila (1980) demonstram que partir de determinados pares de imagens multiespectrais de datas diferentes, calculam-se vetores de mudanças espectrais e comparam-se as magnitudes obtidas, respeitando-se um limiar pré-especificado. Tendo identificado mudanças de magnitudes significantes, o intérprete pode então diferenciar entre as direções dos vetores, que neste caso devem conter informações sobre o tipo de mudanças.

Para Xaud (2013), a mudança pode estar relacionada a uma variável categórica ou contínua, dependendo do tipo de mudança (abrupta ou gradual), relativo a processos de conversão (total alteração da classe de cobertura) ou modificação (parcial alteração) da cobertura do solo.

Desta maneira, o presente trabalho tem por finalidade utilizar a Análise de Vetor de Mudança para detecção das alterações no espaço geográfico pela ação antrópica na Ilha de Caratateua.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

Algumas ilhas que fazem parte do município de Belém estão passando por um processo acelerado na mudança da configuração sócio espacial. Novas estruturas estão se erguendo, novas identidades se enraizando e o processo de gentrificação vem ganhando mais espaço em áreas próximas da parte urbana do município. Neste contexto destaca-se a área escolhida como objeto de estudo, a Ilha de Caratateua. Essa região apresenta várias motivações para aplicação da metodologia, das quais se destaca: intensa urbanização, área de fácil acessibilidade e com referencial teórico satisfatório. A ilha de Caratateua está localizada entre as coordenadas 1°17'07"S e 48°28'09"W (Extremidade Sudoeste) e 1° 12'40'21"S e 48° 25'58" W (Extremidade Nordeste); pertencente à região metropolitana de Belém como apresentado na Figura 1.

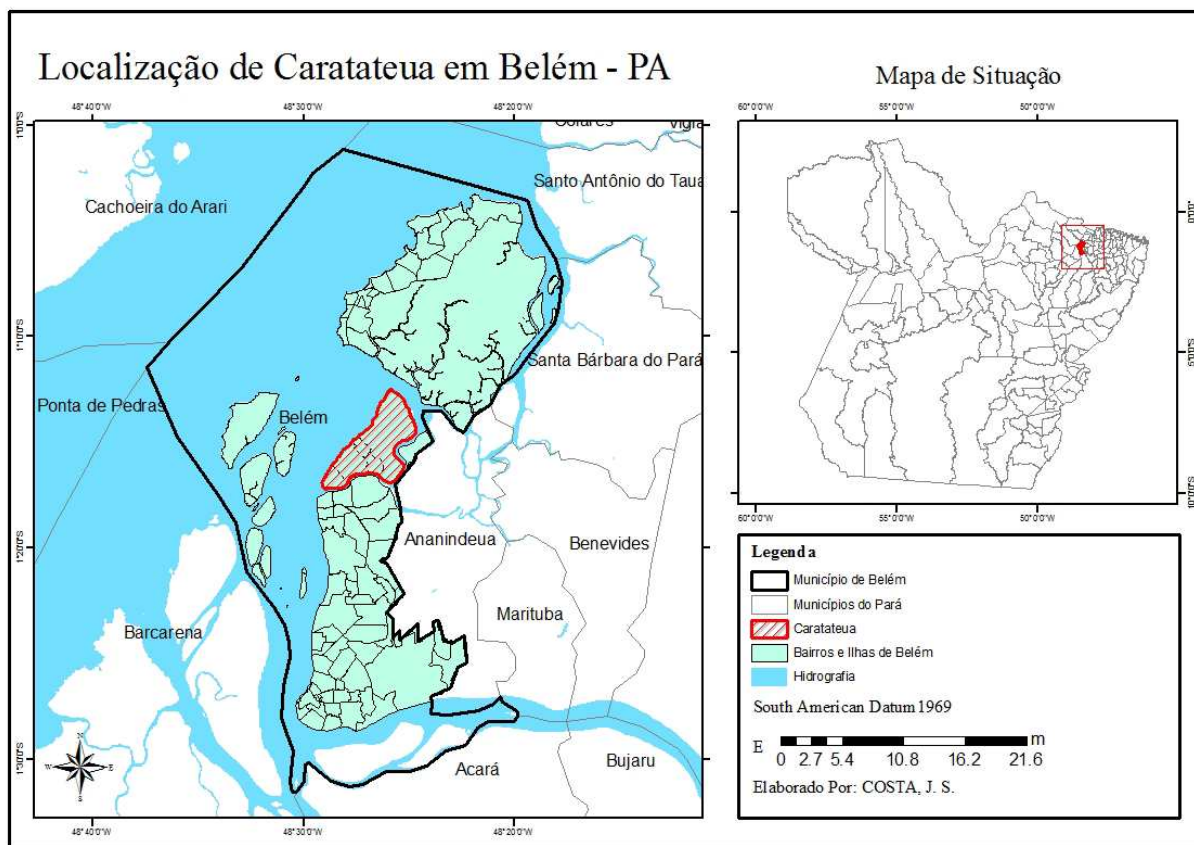


Figura 01: Mapa de Localização da ilha de Caratateua – PA

A ilha de Caratateua recebe, no período de férias, uma parte considerável da população de Belém. A proximidade da região com o centro da cidade permite o fácil acesso das pessoas, principalmente de baixa renda, que procuram para descanso e lazer em família. Para Barbosa et al. (2012), a partir de 1980, a ilha de Caratateua passou a apresentar um processo de ocupação urbana acelerada. Ao contrário de outros espaços da Região Metropolitana de Belém, na ilha ainda existem áreas significativas para a instalação de assentamentos residenciais. O que se percebe é que esse processo não se deu acompanhado de um planejamento governamental adequado.

Acredita-se que as alterações desse espaço geográfico nos últimos 30 anos tenham como principal motivação a valorização imobiliária dos bairros centrais da região metropolitana que oferecem inúmeras vantagens em infraestrutura, serviços e lazer. Contudo, o custo habitacional dessas áreas não pode ser pago por todos que utilizam dos espaços públicos da cidade, partimos do pressuposto que fatores como os determinados a cima, motivaram muitas pessoas a procurar por áreas afastadas do centro, de acordo com sua condição financeira.

2.2. Métodos

Inicialmente as imagens foram registradas imagem – imagem utilizando a base de imagens *Landsat5 TM* e *Landsat8 OLI* disponibilizadas pelo IBAMA (2013). Utilizando esta base foram georreferenciadas imagens brutas do dia 27/07/1984 e 20/07/2013, nesse processo 25 pontos bem distribuídos foram selecionados na imagem. Foi realizada também a correção atmosférica utilizando o algoritmo *Dark Object Subtraction* (DOS), com o objetivo de minimizar os efeitos de espalhamento causados por gases e aerossóis presentes na atmosfera. Em seguida aplicado o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) visando destacar as frações solo, água e vegetação.

A AVM foi aplicada utilizando as frações solo, vegetação e sombra para estimar a intensidade e a direção das mudanças de uso e cobertura da terra no período analisado. Em síntese, o Vetor formado para simplificar a direção da mudança de cada pixel é caracterizado pelo módulo de intensidade, direção e sentido, onde as mudanças são detectadas pela resultante da subtração de duas imagens de períodos diferentes. Neste processo, para cálculo do vetor de mudança (Equação 1).

$$\mu = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (1)$$

Em que:

x refere-se à fração solo;

y refere-se à fração sombra;

z refere-se à fração vegetação;

Os índices 1 e 2 referem-se às imagens 1984 e 2013, respectivamente.

Para cálculo da magnitude (m), ângulo α e β (Equações 2 e 3).

$$\alpha = \arctg\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) \quad (2)$$

$$\beta = \arcsen\left(\frac{z_2 - z_1}{\mu}\right) \quad (3)$$

Também foi realizado o mapeamento da ilha. Inicialmente, as classes foram separadas de acordo com a ocorrência na área, diferenciadas entre Floresta Ombrófila, Vegetação Secundária, Solo e Água. Porém, a AVM mostrou que pequenas regiões apresentaram um alto grau de intensidade e por isso fez-se necessário acrescentar uma nova classe denominada Solo Extremamente Exposto, representando áreas de extração mineral e erosão. As classes analisadas são mostradas na Tabela 1.

Tabela 01: Descrição das classes mapeadas.

Classe Mapeada	Regras ou Definições
Floresta Ombrófila	Vegetação arbórea pouco alterada ou sem alteração, com formação de dossel contínuo.
Vegetação Secundária	Vegetação arbustiva e/ou arbórea secundária de porte florestal com espécies nativas ou exóticas. Representada por áreas em processos de regeneração florestal natural ou áreas de silvicultura com espécies nativas ou exóticas.
Solo Extremamente Exposto	Solo com área de atividade de mineração/erosão.
Solo Exposto	Solo urbano ou com área desmatada sem vegetação.
Água	Águas superficiais formadoras de espelhos d'água.

3. Resultados e Discussão

A AVM possibilitou verificar as mudanças positivas e negativas no uso e ocupação do solo da ilha de Caratateua. É importante deixar claro que, para aplicação dessa metodologia, é importante conhecer a área de estudo, uma vez que, a AVM indica perda ou ganho de vegetação e a intensidade que isto ocorreu. De tal maneira que o interprete precisa identificar as classes trabalhadas, para deste modo, a partir do vetor, indicar qual tipo de transição ocorreu na área estudada.

A intensidade da variação de mudanças na área de estudo é apresentada na Figura 02.

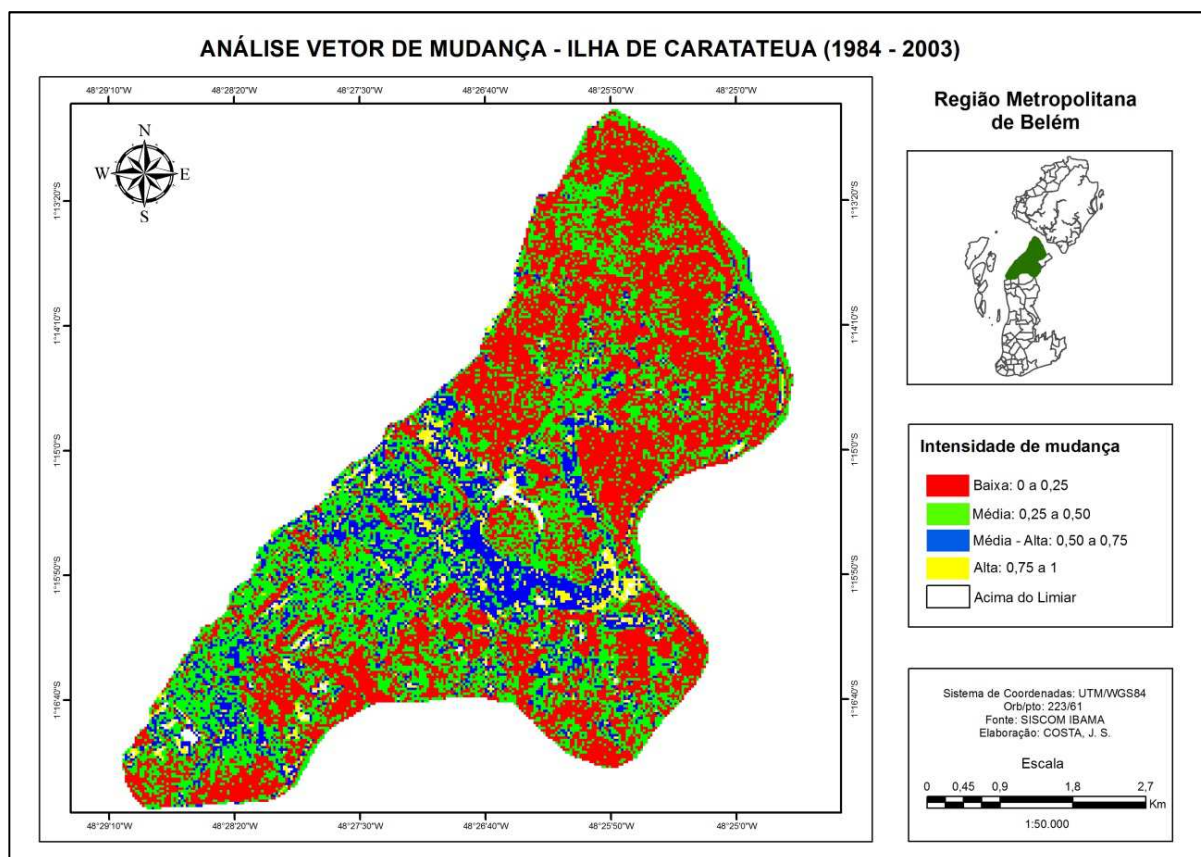


Figura 02: Mapa da Magnitude dos vetores

Os resultados foram agrupados e analisados em quadrantes.

- **Quadrante I** – Azul: aumento da vegetação secundária, que pode estar relacionado ao reflorestamento. Consequente, houve o aumento do solo exposto, evidenciando o crescimento da malha urbana e também área de pastagem;
- **Quadrante II**– Vermelho: constante. Não ocorreu mudança significativa;
- **Quadrante III** – Verde: perda da floresta ombrófila e aumento do solo exposto e pouca ou nenhuma alteração no comportamento espectral da água;
- **Quadrante IV** – Amarelo: perda da floresta ombrófila.

Na figura é possível observar que as mudanças mais significativas ocorreram na região central da ilha, nestas áreas podemos considerar a forte ocorrência de áreas de exploração mineral com extração de areia.

A figura 03 apresenta a quantificação das classes mapeadas durante o período estudado.

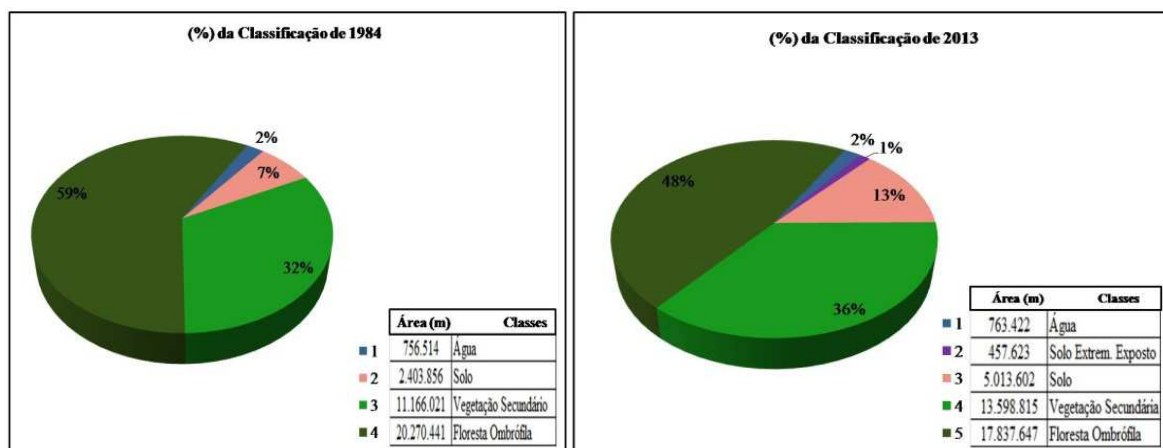


Figura 03: Gráfico de Pizza das percentagens das classes de 1984 e 2013.

Pode-se observar nesse intervalo de tempo de 1984 a 2013, a diminuição da Floresta Ombrófila de 59% para 48%, uma diferença de 11 % distribuídos entre as classes de vegetação secundária e solo. Na classificação para o ano de 2013, observa-se surgimento da classe Solo Extremamente Exposto ocupando 1% da área total, isto pode estar associado a crescente demanda populacional para a ilha. A classe água não sofreu mudança significativa permanecendo em 2%.

A figura 04 apresenta um gráfico com a comparação da área entre as classes mapeadas.

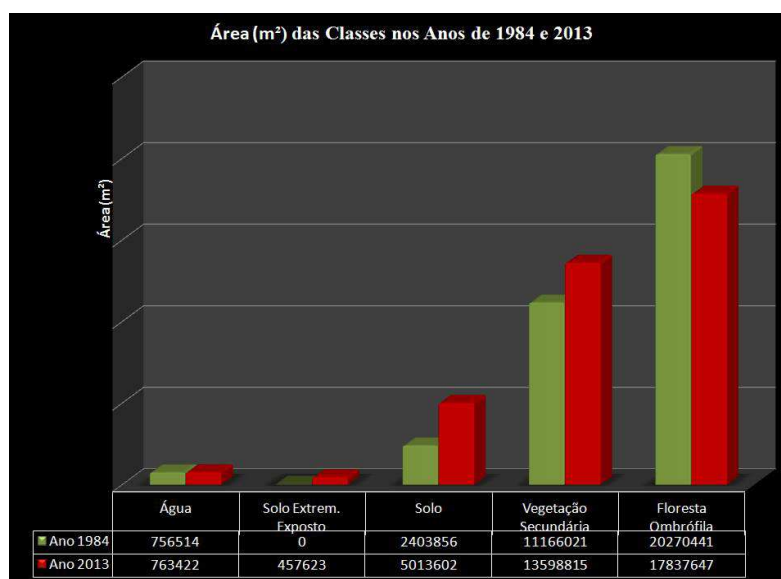


Figura 4: Desenvolvimento das classes mapeadas.

Nota-se que dentre as classes mapeadas, a Floresta Ombrófila é a única que tem um decaimento, em virtude da expansão das demais classes, essa diferença de perda da floresta Ombrófila corresponde há 11 %, isto é, mais de 3 Km² de floresta desmatada, parece um valor ínfimo, porém junto com a biodiversidade florestal também fora perdida parte da fauna.

4. Conclusão

Com a aplicação da AVM foi possível detectar a área principal de ocorrência de mudanças foi na região central da Ilha de Caratateua. Além disso, notou-se a redução da floresta ombrófila de 59 para 48% e o surgimento de uma área de solo extremamente exposto, associado à exploração mineral.

Referências Bibliográficas

Barbosa, E. J. S.;Ferreira, L S. G.; Daltro,C. S.;Ferreira, D. S.; Pinheiro,P. W. S. **De colônia agrícola a periferia de Belém: um ensaio de geografia histórica sobre a ilha de Caratateua.** Percursos geográficos: pesquisa e extensão no distrito de outeiro, Belém - Pará (2008 - 2011) GAPTA/UFPA Belém – 2012.

Castillo, E. M. D.;Epiphanyo, N.J. C.Análise de Vetor de Mudança para o estudo de áreas agrícolas no Cerrado. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.6373.

CORREA, Roberto lobato. **O espaço urbano.** Edito Ática, série Princípios, 1995.

Chavez Jr., P.S.An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data.In: Jensen, J.R.**Remote Sensing of Environment**, v. 24, p. 459-479, 1988

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Catálogo de imagens** Disponível em: < http://siscom.ibama.gov.br/mapoteca_img/landsat_georef_html/LANDSAT-GEORREFERENCIADA.html >. Acesso em 10 de fevereiro de 2013.

Malila, W. A., Change Vector Analysis: An Approach for Detecting Forest Changes with Landsat. **AnaisLatin American Remote Sensing – LARS**, 1980.Disponível em: <http://docs.lib.purdue.edu/lars_symp/385>. Acesso em 05 de março de 2013.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira/ Milton Santos.** – 5 ed.,1 reimpro. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SILVA, C. N.;Sadeck, L. W. R.. Geoinformação na Atividade Pesqueira: Uso de Imagens de Sensores Remotos no Monitoramento de Recursos Pesqueiros. In: Silva, J. M.; Silva, C. N. (Org). **Pesca e Territorialidade: contribuições para análise espacial da atividade Pesqueira.** Belém, GAPTA/UFPA, 2011.

Xaud, M. R.. **Dinâmica do uso e cobertura da terra na região sudeste de Roraima através de técnicas de detecção de mudanças.** Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelo Dr. JoséCarlos Neves Epiphanyo, aprovadaem 26 de abril de 2013.