

## **ANÁLISE DA DINÂMICA NA PAISAGEM DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM - PA ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

**BRUNA OLIVEIRA FERREIRA<sup>1\*</sup>, DENILSON DO NASCIMENTO REIS JUNIOR<sup>2</sup>, OLAVO GUIMARÃES ARAÚJO JUNIOR<sup>3</sup>, MERILENE DO SOCORRO SILVA COSTA<sup>4</sup>, THAIS GLEICE MARTINS BRAGA<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Florestal, UFRA, Belém-PA, bruhdantas17@gmail.com

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Florestal, UFRA, Belém-PA, juniorefrc.DJ@gmail.com

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Florestal, UFRA, Belém-PA, olv.guimaraes.jr@gmail.com

<sup>4</sup> Dr. Professor Adjunto, UFRA, Belém-PA, Merilene.costa@ufra.edu.br

<sup>5</sup> Dr. Professor Adjunto, UFRA, Belém-PA, thata.eng\_ufra@yahoo.com.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho objetivou avaliar espacialmente à dinâmica das alterações antrópicas na paisagem na Região metropolitana de Belém, por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento onde os dados foram pré-processados e efetuou-se a classificação supervisionada para análise da cobertura vegetal em 31 anos (1984 -2015). A supressão de áreas verdes deu-se por meio da urbanização as margens das redes viárias, que influenciou para o avanço do desflorestamento, na área estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Monitoramento ambiental, cobertura vegetal, urbanização, antropização.

## **ANALYSIS OF DYNAMICS IN THE LANDSCAPE OF THE METROPOLITAN REGION OF BELÉM - PA THROUGH GEOPROCESSING TECHNIQUES**

**ABSTRACT:** This work aimed to spatially evaluate the dynamics of anthropogenic changes in the landscape in the metropolitan area of Belem, using remote sensing and geoprocessing techniques where the data were preprocessed and supervised classification was performed for analysis of the vegetation cover in 31 years (1984-2015). The suppression of green areas occurred through urbanization along the edges of the road networks, which influenced the progress of deforestation in the area under study.

**KEYWORDS:** Environmental monitoring, vegetation cover, urbanization, anthropization.

### **INTRODUÇÃO**

As constantes mudanças, ficam mais evidentes no cenário urbano. Na concepção humana, o espaço deve ser alterado de acordo com a demanda da sociedade visando modernidade, para se tornar um espaço agradável a vivência. O problema está na forma como os processos de transformação espacial ocorrem, pois nem sempre acontecem de maneira planejada e ordenada, Belém é um exemplo. Uma metrópole com uma população crescente, em busca de moradia e local para desenvolver as atividades econômicas, e um Estado ainda necessitado de estratégias de desenvolvimento territorial abre espaço sem levar em consideração o ambiente, o todo (DA COSTA, 2016).

No processo de integração econômica de Belém com o resto do país, as rodovias se impuseram como nova forma de relacionamento entre cidades, na escala regional, e se constituíram em eixos de expansão urbana, na escala local, instituindo uma nova dinâmica que tende a se distanciar do paradigma da floresta e se aproximar da racionalidade industrial, também associada à ocupação de terra firme (Cardoso, 2006).

Em busca de uma visão sistêmica, a análise de dados históricos através de técnicas de geoprocessamento vem sendo realizada na região como instrumento auxiliar de planejamento regional e de acompanhamento do impacto das atividades de desenvolvimento. Considerando-se tal abordagem

para áreas da Amazônia Oriental, salientam-se os trabalhos desenvolvidos por Da Costa (2016), De Freitas Pereira (2013), Paungartten (2016), De Souza (2012).

Uma das vantagens de se utilizar o sensoriamento remoto para interpretação do Uso do Solo é que as informações podem ser atualizadas devido à característica de repetitividade de aquisição das imagens (BRITO, 2005). Nesse sentido, de acordo com Rosa (2003), os sistemas de sensoriamento remoto, hoje disponíveis, permitem a aquisição de dados de forma global, confiável, rápida e repetitiva, sendo estes dados de grande importância para o levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação do solo de uma dada região.

Dessa forma, este trabalho visa, a partir do uso integrado de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, avaliar espacialmente a dinâmica das alterações antrópicas na paisagem na Região metropolitana de Belém no Estado do Pará.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo deste trabalho encontra-se no estado do Pará, região norte do Brasil, e compreendem a região metropolitana de Belém, cuja localização está nos pontos de latitude 01°27'22" Sul e longitude 48°30'14" Oeste segundo o IBGE (2016).

Todas as cenas foram submetidas ao processo de pré-processamento que incluiu o georreferenciamento, correções geométricas e atmosféricas. Os processamentos das imagens de satélites foram efetuados no software de processamento digital de imagens Envi 5.2 e a edição dos mapas foram feitas no software ArcGis 10.1.

Visando analisar as alterações ocorridas na cobertura vegetal e uso do solo na região metropolitana de Belém no período de 1984 a 2015, procedeu-se a classificação supervisionada das imagens por meio do algoritmo de máxima verossimilhança.

Desta forma, foram definidas sete classes tais como água, vegetação densa, solo exposto, vegetação secundária, vegetação rasteira, nuvem e sombra.

Diante disso, foi possível verificar o comportamento das ações antrópicas na região metropolitana de Belém ao longo do tempo e relacionar o uso do solo com o comportamento da temperatura superficial. Essa relação foi efetuada a partir das observações das mudanças de uso da terra, através do uso das imagens de satélite, bem como das coletas *in loco*, permitindo que o ambiente de sistema de informação geográfica – SIG presente às alterações existentes.

As amostras de treinamento foram selecionadas através da interpretação visual das imagens LandSat TM, apoiadas pelo conhecimento das áreas em campo. As matrizes de erro foram calculadas pelo cruzamento de polígonos de validação com resultados da classificação supervisionada, sendo em seguida calculada a exatidão geral e a estatística do índice Kappa, visando alcançar o maior parâmetro de exatidão do processo de classificação, serão permitidos os valores de kappa em torno de 98,5 em todas as cenas classificadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na caracterização e identificação do uso e cobertura do solo da Região Metropolitana de Belém, foram identificados sete tipos de feições. Assim, foram produzidos quatro mapas temáticos da cobertura vegetal e uso do solo correspondente aos anos de 1984, 1994, 2004 e 2015, que caracterizasse a disposição de cada componente formador da paisagem capaz de proporcionar uma análise da estrutura da paisagem e suas relações ecológicas, como pode ser observado respectivamente nas Figura 1, 2, 3 e 4.

Figura 1. Mapa de classificação Supervisionada de 1984. Figura 2. Mapa de classificação Supervisionada de 1994.

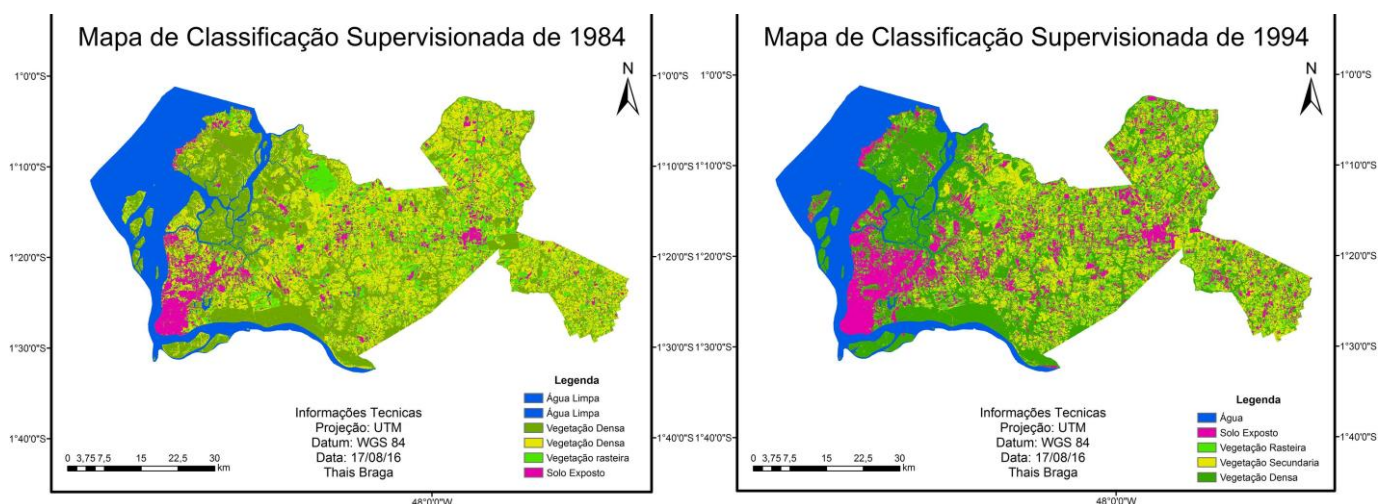
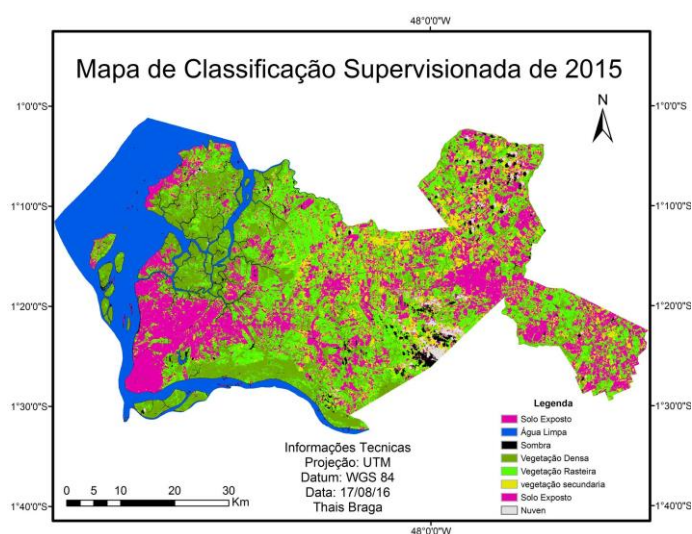
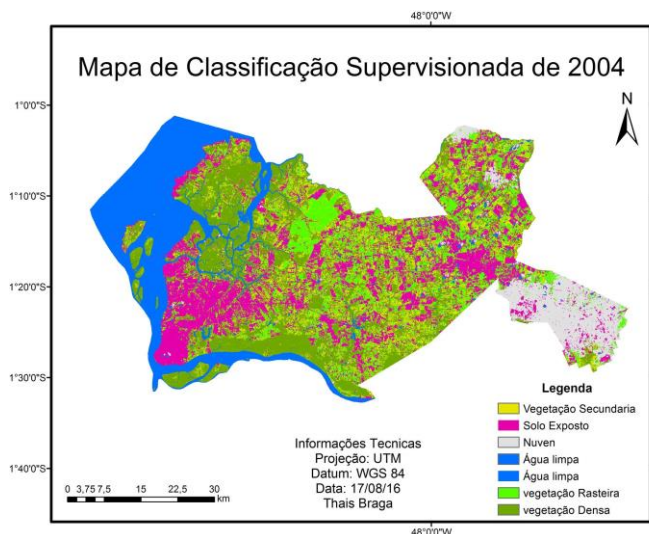


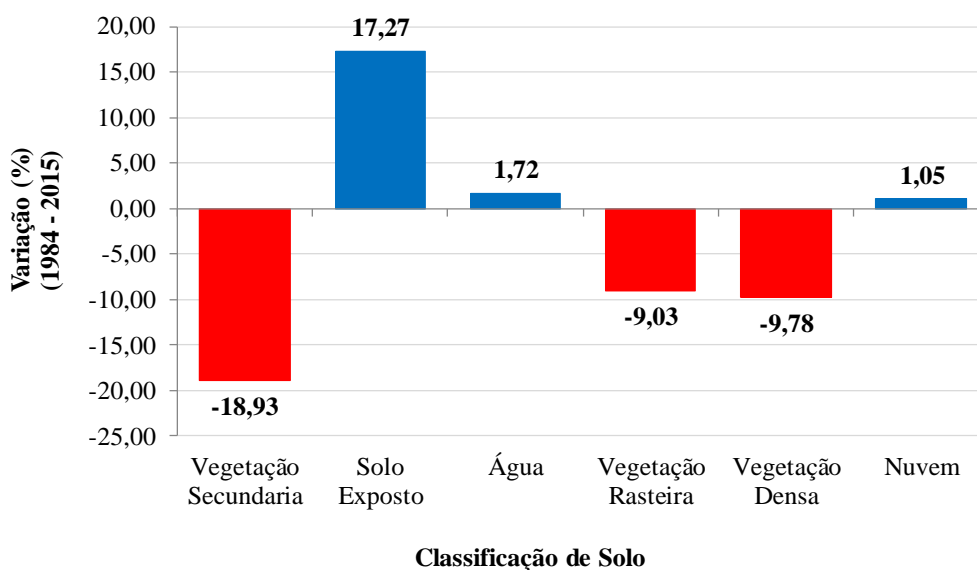
Figura 3. Mapa de classificação Supervisionada de 2004.

Figura 4. Mapa de classificação Supervisionada de 2015.



O principal fenômeno que observamos a partir das informações das Figuras acima é que, durante o período estudado, houve a progressiva substituição das áreas de formações primárias e secundárias por áreas de densa ocupação antrópica, que foram chamadas de áreas antropizadas. Além, é claro, de perda de remanescentes florestais de vegetação densa. Notamos que entre o período de 1994 (Figura 2) e 2004 (Figura 3) esse processo foi mais intenso, por conta da expansão imobiliária pelo setor privado que se autointitulou Nova Belém, que se manifestava através da adoção da paisagem como um ativo para a valorização dos empreendimentos. Essa linha de ação foi apoiada por uma série de intervenções do poder público nas áreas de orla, de ocupação formal da cidade, tais como a região do Forte do Castelo, ou a área portuária que deu origem ao complexo turístico da Estação das Docas, com um caráter mais turístico, e por obras mais pontuais de abertura de espaços públicos como o projeto Ver-o-Rio. Essas ações foram seguidas por uma onda de investimentos do setor imobiliário em torres de apartamento voltadas para a baía do Guajará no bairro do Umarizal. Esse foi o bairro que sofreu mais intensa transformação, como notado na imagem. Essa parte da cidade é chamada pelos historiadores de primeira légua (VENTURA NETO E CARDOSO, 2012).

Figura 5. Variação em percentual de classes de uso e ocupação do solo.



A segunda légua que corresponde atualmente ao distrito de Icoaraci e a área da Rodovia Augusto Montenegro não contou com a implantação de um plano de alinhamento a exemplo do que aconteceu com a primeira légua, nem tampouco com o controle urbanístico da ocupação das terras pelo setor público. O processo de ocupação da segunda légua de Belém teve suas glebas ocupadas correspondendo ao limite das fazendas que a compunham (VENTURA NETO, 2012), estruturadas pelo percurso de um ramal da antiga estrada de ferro que conectava a cidade à vila de Icoaraci, substituído pela rodovia (Rod. Augusto Montenegro), que teve a maior parte de seus lotes lindeiros reservada e a construção de muitos conjuntos habitacionais por trás desses lotes ou transversais à rodovia, até os anos 1980 sob financiamento do BNH.

Os gráficos comprovam esse processo demonstrando através da média de variação (Figura 5) o aumento percentual de classes que evidenciam a antropização como solo exposto e a consequente diminuição do percentual de vegetação rasteira, densa e secundária, que são as referências naturais.

Na tabela 1 e no gráfico (Figura 6) que demonstra a dinâmica de uso e ocupação do solo em forma de valores adquiridos na análise das imagens de georreferenciamento, pode-se perceber que a diminuição das classes de vegetação foi a mais evidente. Cardoso (2013) diz que as práticas de mercado referentes ao uso e ocupação da terra e expansão urbana introduzem em Belém situações insustentáveis para o contexto amazônico.

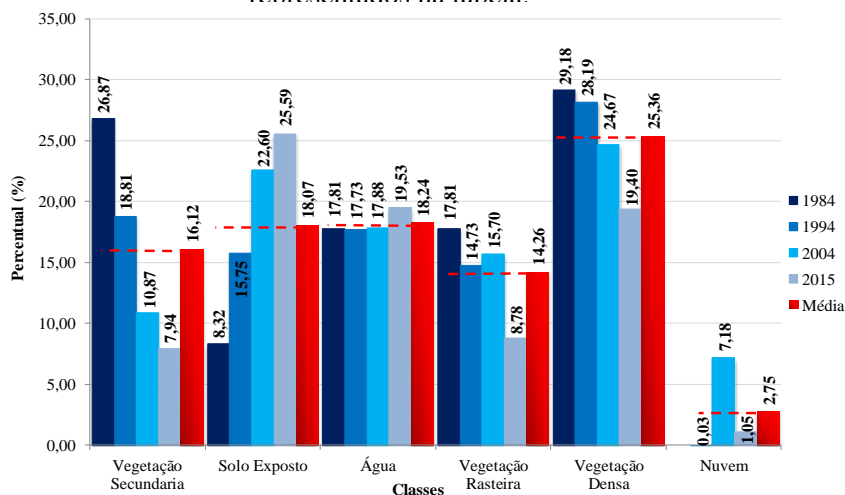
Tabela 1. Dinâmica do uso e ocupação do solo na Região Metropolitana de Belém.

Área de Classes	Ano				Média ( $\mu$ )	P-Valor <sup>(1)</sup>
	1984	1994	2004	2015		
Vegetação Secundaria	(ha) 96.035,88 % 26,87	67.232,28 18,81	38.832,57 10,87	28.367,92 7,94	57.617,16	0.0000*
Solo Exposto	(ha) 29.750,72 % 8,32	56.294,74 15,75	80.765,65 22,60	91.474,25 25,59	64.571,34	0.0000*
Água	(ha) 63.643,12 % 17,81	63.363,38 17,73	63.906,63 17,88	69.784,00 19,53	65.174,28	0.0000*
Vegetação Rasteira	(ha) 63.669,09 % 17,81	52.654,11 14,73	56.111,88 15,70	31.391,00 8,78	50.956,52	0.0000*
Vegetação Densa	(ha) 104.305,09 % 29,18	100.765,29 28,19	88.161,03 24,67	69.338,06 19,40	90.642,37	0.0000*
Nuvem	(ha) - % -	107,71 0,03	25.665,09 7,18	3.747,00 1,05	9.839,93	0.0000*
<b><math>\Sigma</math> Total</b>	357.403,90	340.417,51	353.442,85	294.102,23	-	

<sup>(1)</sup> Teste Qui-quadrado para tendência ( $p < 0.05$ ).

\* As proporções diferem significativamente.

Figura 6. Gráfico da dinâmica do uso e ocupação do solo na Região Metropolitana de Belém representados na tabela.



## CONCLUSÕES

O emprego de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento permitiram realizar a caracterização e a análise dos elementos estruturais da paisagem da Região Metropolitana de Belém, a partir da avaliação quantitativa e qualitativa das classes analisadas.

O fenômeno da antropização foi maior entre o período de 1994 a 2004 por processos econômicos e históricos como a formação de um centro turístico em Belém.

A supressão de áreas verdes nas três últimas décadas, deu-se por meio da urbanização as margens das redes viárias que influenciou para o avanço do desflorestamento, na área estudada.

## REFERÊNCIAS

- BRITO, Jorge Luis Silva; PRUDENTE, Tatiana Diniz. Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM+/LANDSAT 7. *Sociedade & Natureza*, v. 17, n. 32, p. 37-46, 2005.
- CARDOSO, Ana Cláudia Duarte. O rural e o urbano na Amazônia: diferentes olhares em perspectivas. EDUFPA, 2006.
- CARDOSO, Ana Cláudia Duarte; NETO, Raul da Silva Ventura. A evolução urbana de Belém: trajetória de ambiguidades e conflitos socioambientais. *Cadernos Metrópole.*, v. 15, n. 29, p. 55-75, 2013.
- DA COSTA, Adênio Miguel Silva; BEZERRA, Paulo Eduardo Silva; DE OLIVEIRA, Rodrigo Silva. Análise da temperatura da superfície terrestre associada à dinâmica do uso e ocupação do solo nos municípios de Belém e Ananindeua, Pará, Brasil. *Anais 6º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Cuiabá, MT, 22 a 26 de outubro 2016 Embrapa Informática Agropecuária/INPE*, p. 957-967.
- DE FREITAS PEREIRA, Bruno Wendell et al. Uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Rio Peixe-Boi, Nordeste Paraense. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE*
- DE SOUZA, Shislene Rodrigues et al. Caracterização do conflito de uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente do rio Apeú, Nordeste do Pará. *Floresta*, v. 42, n. 4, p. 701-710, 2012.
- PAUNGARTTEN, Samella Patricia Lima; BORDALO, Carlos Alexandre Leão; DE LIMA, Aline Maria Meiguins. Análise evolutiva da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Benfica (PA): Processos, dinâmica e tendências. *AMBIENTE & EDUCAÇÃO-Revista de Educação Ambiental*, v. 21, n. 2, p. 87-107, 2016.
- ROSA, R. Introdução ao sensoriamento remoto. 5 ed., Uberlândia: EDUFU, 2003, 228p.
- VENTURA NETO, R. da S. (2012). Circuito Imobiliário e a cidade. O espaço intra-urbano de Belém entre alianças de classes e dinâmicas de acumulação. Dissertação de Mestrado. Belém, Universidade Federal do Pará.
- VENTURA NETO, R. da S. e CARDOSO, A. C. D. (2011). A cidade como um produto de escolhas individuais e coletivas: a trajetória de transformação dos bairros do Reduto e Umarizal em Belém/PA. In: II SEMINÁRIO INTERNACIONAL URBICENTROS. Maceió, UFAL/UFBA. Cd-rom.