

## **Mapeamento da cobertura vegetal da Área Central do município de Belém PA, através de sensores remotos de base orbital (sensor TM, LANDSAT 5 e sensor CCD, CBERS 2)**

Jose Edilson Cardoso Rodrigues<sup>1</sup>.  
Luziane Mesquita da Luz<sup>2</sup>.

1. UFPA - Universidade Federal do Pará  
Avenida Augusto Correa s/n – Guamá – Belém/PA, jecrodrigues@yahoo.com.br

2.CEFET/PA – Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará.  
Av. Almirante Barroso, 1155.Marco – Belém/PA.CEP66093-020 – Brasil,  
luzianeluz@yahoo.com.br

**Abstract:** The distribution of tree canopy coverage in the central area of Belém meets broken into fragments. The districts inserted in the central area, the Administrative District of Belém was presented larger area of tree canopy coverage around 29,89%, in the remaining of the area about 70% residential and commercial use. The Administrative District of Sacramento and Guamá present similar values of tree canopy coverage respectively around 16,9% and 18,3%, the remaining of the use around 80% is residential and it high density population. The method applied for the quantify and enhance tree canopy coverage was NDVI, as result a thematic map of tree canopy coverage of 2004 was generated.

Palavras chave: Tree canopy coverage, central área, Belém, NDVI, cobertura vegetal, área central, Belém, NDVI.

### **1. Introdução**

O advento do sensoriamento remoto de base orbital propiciou muitas vantagens para o estudo de fenômenos ambientais, porque permite uma cobertura global de diferentes áreas da terra, os diferentes sensores abordo dos satélites ampliam a sensibilidade humana, o tratamento digital, melhora a qualidade das imagens e facilita a identificação dos alvos de estudo, além da disponibilidade de um arquivo histórico de imagens sendo obtidas sistematicamente que permitem acompanhar fenômenos globais como a perda da vegetação em áreas urbanas (Florenzano, 2002; Centeno, 2003).

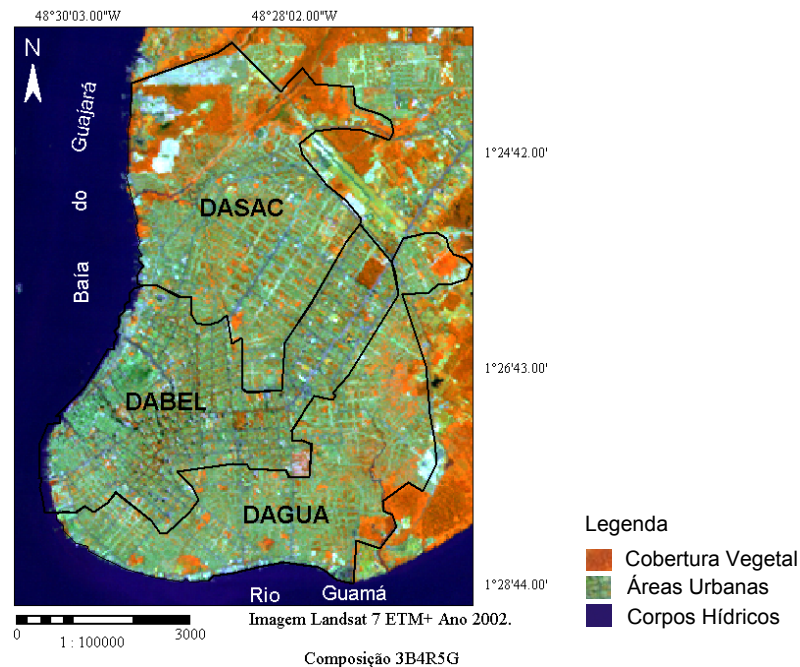
A distribuição espacial da cobertura vegetal em áreas urbanas revela aspectos da qualidade ambiental, podendo indicar a qualidade de vida da população que vive nesses espaços. Na atualidade existem diferentes procedimentos para o levantamento da cobertura vegetal em áreas urbanas por meio de trabalhos de campo, pela análise de cartas topográficas de grande escala, pela interpretação de fotografias aéreas e através da interpretação e tratamento digital de imagens de satélite de base orbital (Lombardo, 1985; Nucci e Cavalheiro, 1999; Luchiari, 2001).

Para Nucci e Cavalheiro (1999), a cobertura vegetal pode ser definida como qualquer área provida de vegetação na área urbana, compreendendo a vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. Os jardins, os quintais, as praças, os parques, os canteiros em vias de circulação, as áreas preservadas dentre outras formas de cobertura estão compreendidas nessa categoria.

A área de estudo corresponde à área central do município de Belém, localizada entre as coordenadas geográficas 1° 22' e 1° 28' de latitude Sul e 48° 26' e 48 30' de longitude Oeste, a altitude média da cidade em relação ao nível do mar é de aproximadamente de 4m. A área é

formada pelos seguintes distritos urbanos: Distrito Administrativo da Sacramento (DASAC), Distrito Administrativo de Belém (DABEL) e Distrito Administrativo do Guamá (DAGUA).

**Figura 01** MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA CENTRAL DE BELÉM-PA



A perda da cobertura vegetal nas metrópoles brasileiras tem revelado um quadro ambiental preocupante, sobretudo em São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte que apresentam séries históricas de mapeamento e quantificação da perda do verde urbano (Ferreira e Gontijo, 2005; Lombardo, 1985).

Nas últimas décadas as pesquisas de mapeamento e quantificação do verde urbano na Amazônia vem aumentando em decorrência da urbanização intensa e caótica instalada na região a partir da década de 70 (Matos e Silva, 2005; Alves, 1986). Para a cidade de Belém, o velho marketing de “Cidades das Mangueiras” não se aplica para a atual geografia da cidade. As alterações da qualidade ambiental urbana de Belém podem ser constatadas na expansão horizontal da cidade com o aumento das áreas construídas, pavimentação asfáltica, crescimento da verticalização na área central, aumento da frota de veículos com congestionamento das vias públicas, poluição do ar, poluição sonora e retração da vegetação urbana (Luz *et. al.* 2006).

Por outro lado, as pesquisas têm demonstrado que a cobertura vegetal nas cidades desempenha importante papel na manutenção ecológica, na saúde mental dos habitantes e nas funções sócio-educativas. De acordo com estudos sobre o Índice da Cobertura Vegetal nas cidades, o recomendável de arborização para o adequado balanço térmico nas áreas urbanas está em torno de 30%, em áreas onde o índice de arborização é inferior a 5%, as características climáticas se assemelham a regiões desérticas (Oke, 1973 *apud* Lombardo, 1985).

No que concerne ao município de Belém, a retração da vegetação pode ter impacto significativo na vida dos habitantes e ecossistemas em geral, uma vez que as baixas latitudes equatoriais recebem uma grande quantidade de insolação o ano todo, com a perda da cobertura vegetal o processo de evapotranspiração diminui consideravelmente, elevando a temperatura da

cidade. A esse respeito Lombardo (1990), chama a atenção para a importância dos estudos da qualidade ambiental em áreas urbanas, sobretudo nas baixas latitudes que poderão auxiliar a criação de modelos para subsidiar no planejamento urbano.

O estudo tem como objetivo o mapeamento e quantificação da cobertura vegetal nos distritos urbanos que compõem a área central do município de Belém, através de avaliação multitemporal por meio de técnicas de sensoriamento remoto. A distribuição espacial, a quantidade e as características da cobertura vegetal oferecem importantes parâmetros para a avaliação qualidade ambiental urbana.

## 2. Metodologia

A metodologia de trabalho compreendeu o mapeamento da cobertura vegetal tendo como principal recorte espacial os limites político-administrativos dos distritos urbanos, através de dados resultantes de trabalho de campo e dos levantamentos bibliográficos. Para o mapeamento da cobertura vegetal foram utilizadas as imagens de satélite Landsat 5, sensor TM de 1984 e CBERS sensor CCD de 2004, referente às bandas 3, 4 e 5, na escala de 1:50.000, fornecendo um dado multitemporal de 20 anos, com o apoio de cartas topográficas da folha Belém (MI- 383-3), mapa dos distritos administrativos e ortofotos digitais de 2000.

Para o processamento das imagens, utilizou-se o software Integrated Land and Water Information System – ILWIS 3.2, que compreendeu as seguintes operações, utilizando o recurso *SubMap of Raster Map* que possibilitou recortar as imagens apenas no limite da área de estudo; Correção Geométrica das Imagens e uso de filtro passa baixa.

O mapeamento da cobertura vegetal se deu em dois momentos, primeiramente a utilização do Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada NDVI. Para se obter o índice de vegetação foram realizadas as seguintes operações aritméticas (*Map Calculation*):  $NDVI = \frac{\text{band4} - \text{band3}}{\text{band4} + \text{band3}}$  do Landsat 5 para a classificação de 1984 e do CBERS para a classificação 2004, onde a **band4** corresponde à faixa do infravermelho próximo pois a vegetação, nesta banda, apresenta uma maior reflexão e a **band3** corresponde à faixa do vermelho próximo, onde a vegetação apresenta uma maior absorção. Os índices de vegetação servem como indicadores do crescimento e do vigor de vegetação verde e podem ser utilizados no diagnóstico de vários parâmetros biofísicos, biomassa, porcentagem de cobertura do solo entre outros (Ponzoni, 2001) A Classificação das Imagens através do NDVI nos possibilitou tratar as bandas selecionadas na operação *Slicing* do programa, de modo a se obter um mapa com classes determinadas como ausência de vegetação (*Av*), baixa densidade (*Bd*), média densidade (*Md*) e alta densidade (*Ad*) da vegetação entre os anos de 1984 e 2004 da área de estudo.

O segundo momento do mapeamento foi quantificar o total da cobertura vegetal e da área urbana da área de estudo. Este resultado foi obtido através método da classificação supervisionada dos índices de pixel por aproximação e vizinhança, (*Maximum Likelihood*), utilizando todas bandas dos sensores supracitados, onde o resultado foi à determinação das classes cobertura vegetal (*Cv*), área urbana (*Au*), e nuvens e sobra (*NS*) para o distrito da área central. O treinamento consistiu também em selecionar as amostras de cada categoria criada. As amostras foram determinadas por grupos de pixels homogêneos que nos possibilitou uma classificação final. Esta classificação gerou um mapa de cobertura vegetal e área urbana. O tratamento digital de imagens permitiu combinar bandas espectrais, de modo a extrair informações tendo como resultado a elaboração dos mapas temáticos sobre densidade da cobertura vegetal (NDVI) e de cobertura vegetal da área central do município de Belém.

### 3. Resultado e Discussões

#### 3.1. Evolução multitemporal da cobertura vegetal da área central do município Belém-PA

A área central está localizada na porção meridional do município de Belém, apresenta altos níveis de alteração da paisagem como resultado do processo histórico de produção do espaço urbano. Abriga o centro histórico, além de zonas residências, comerciais e alta concentração de equipamentos urbanos, abrange cerca de 43.000m<sup>2</sup> que corresponde a 6% da área do município de Belém, onde vivem 57% da população do município.

Tendo como referência a totalidade da área central Luz *et. al* (2006) mostraram que em 1984 a cobertura vegetal era de 49%, com perda significativa nos últimos vinte anos, decaindo para 27% em 2004.

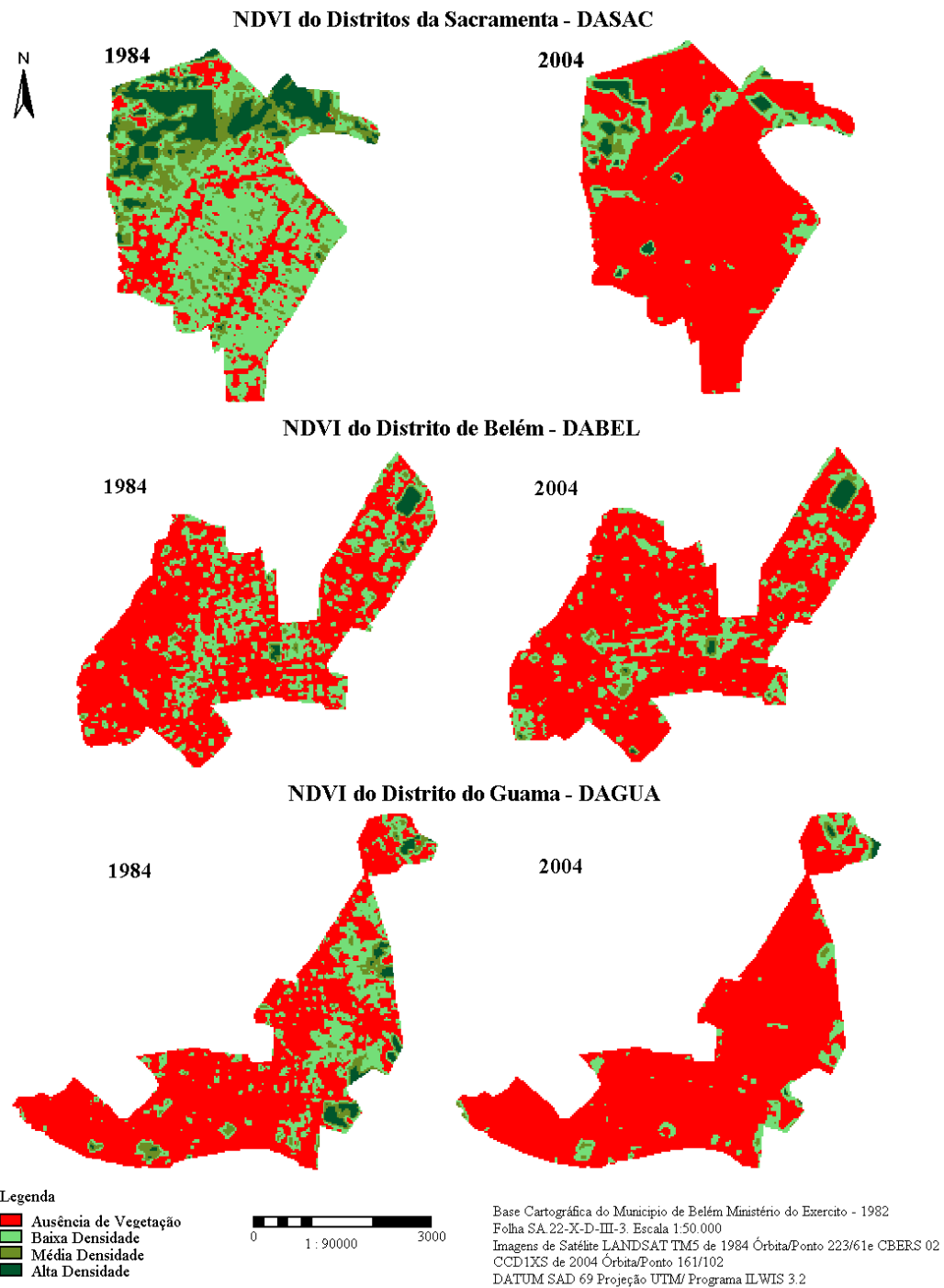
O distrito administrativo de Belém possui 13.700m<sup>2</sup>, onde vivem cerca de 140.574 habitantes (IBGE, 2000). Nas últimas duas décadas, apresentou os menores valores de perda de vegetação em relação aos demais distritos centrais. Na figura 02, de acordo com os resultados do processamento do NDVI, em 1984, o distrito apresentava 72% de ausência de vegetação, a baixa densidade abrangia 25% de vegetação em forma de corredores que acompanhavam as principais avenidas centrais, com manchas conectadas nos bairros de Nazaré, Batista Campos e Marco. Um dos principais vetores de ocupação na área central é a verticalização, iniciada na década de 40, na Avenida Presidente Vargas, logo se expandiu para áreas de planícies quaternárias, a partir da década de 70, quando a engenharia local vai superar as dificuldades técnicas de construir prédios em terrenos consolidados (Oliveira, *et. al.* 2005). Em 2004, a diminuição na baixa densidade para 17,5%, é o resultado do processo de verticalização em direção ao bairro do Marco à nordeste e o Umarizal na porção noroeste do distrito, ampliando a área de ausência de vegetação para 79,3%. Somente 20%, da área apresenta cobertura vegetal, em grande parte foi herdada da renovação estética e urbanística que a cidade sofreu no início do século XX, a arborização, significava a busca de uma vida saudável além de amenizar o clima da urbe. Na atualidade, somente 1% da área é coberta por vegetação de alta densidade representada pelo Bosque Rodrigues Alves (bairro Marco), Parque Zoobotânico do Museu Paraense Emilio Goeldi (bairro de São Brás).

O distrito administrativo do Guamá possui 14.000m<sup>2</sup>, é o distrito mais populoso com cerca de 349.535 habitantes (IBGE, 2000), é constituído por bairros populares de características horizontais. Apresentava 27,7% de cobertura vegetal em 1984, sobretudo na porção leste do distrito, em forma de manchas conectadas na área de influência da bacia do rio Tucunduba, incluindo as remanescentes de floresta ombrofila densa aluvial ou vegetação de várzea. Em 2004, a área de cobertura vegetal caiu para 9,25%, sobretudo em decorrência de ocupações espontâneas<sup>1</sup> de terrenos institucionais pertencentes à Universidade Federal do Pará, pela população de baixa renda, tornando o distrito em uma das maiores áreas de adensamento populacional do município de Belém (figura 2).

---

<sup>1</sup> áreas de ocupação espontânea ou invasões como são conhecidas na cidade são os novos espaços de assentamentos surgidos a partir da década de oitenta que ratificam a nova face do processo de reestruturação metropolitana que se caracteriza pela dispersão da cidade, sobretudo na área de expansão urbana, mais ocorrem também na periferia da área central (TRINDADE JR,1998)

**Figura 02 EVOLUÇÃO TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL NA ÁREA CENTRAL DE BELÉM PELO CALCULO NDVI**



O distrito administrativo da Sacramento, foi o que sofreu maiores variações de perda da cobertura vegetal nos últimos vinte anos, possui uma área de 15.000m<sup>2</sup>, com um efetivo populacional de 249.370 habitantes (IBGE, 2000), em sua grande maioria de população de baixa renda. Em 1984 a área apresentava somente 21,8% de ausência de vegetação, a baixa densidade cobria cerca de 48% do distrito, formando extensas manchas de vegetação conectadas, sobretudo nos bairros do Telegrafo, Pedreira e Sacramento. A média e alta densidade de vegetação que cobriam respectivamente 17% e 12%, ocupavam extensas áreas na parte noroeste e nordeste do distrito, na área do baixo curso do rio Una e no entorno do Terminal petroquímico no bairro de Miramar.

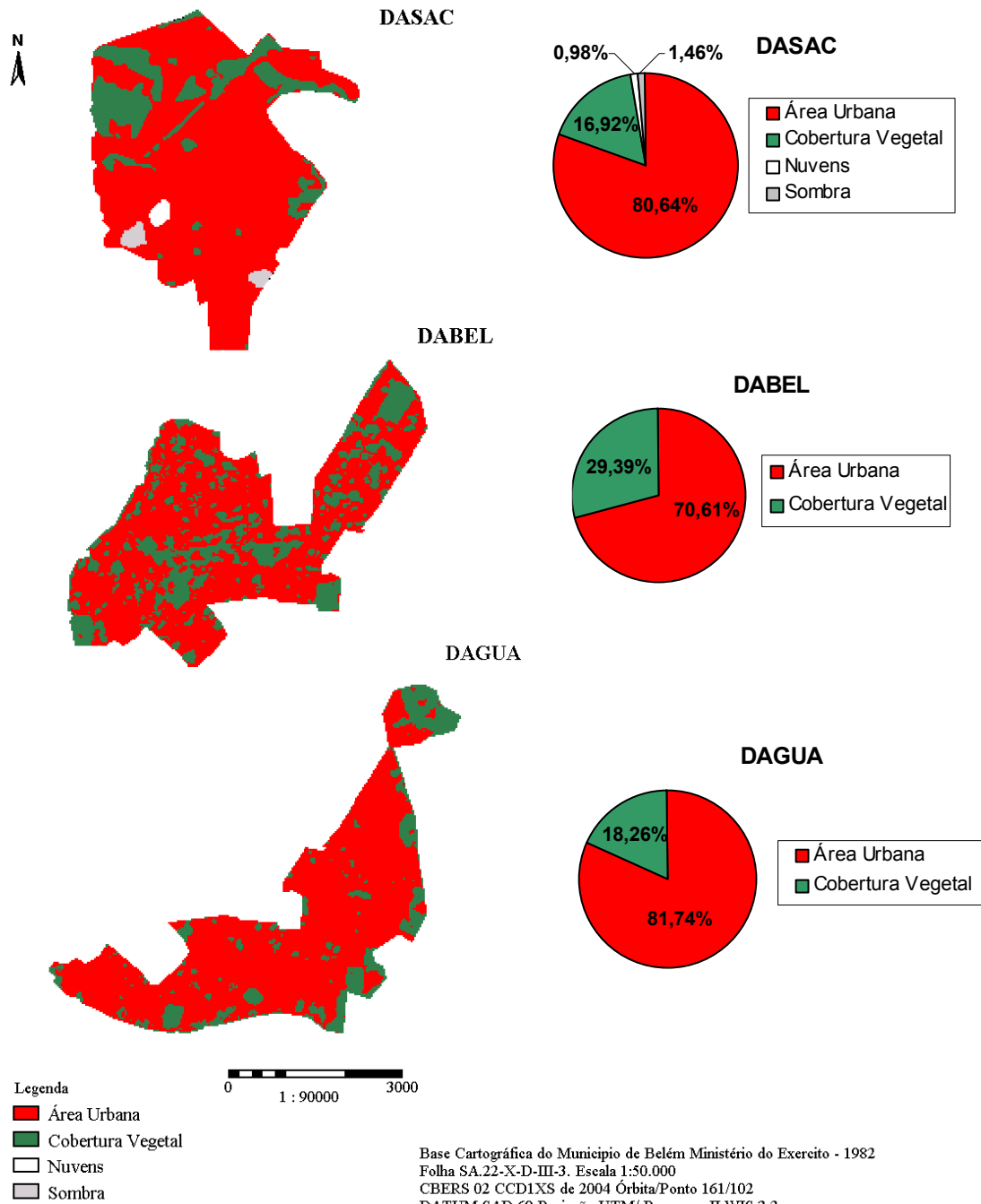
Na década de 90, a macrodrenagem da bacia do Una, executada com recursos do BID e contrapartida do governo estadual, promoveu grandes transformações na área do DASAC. O projeto envolveu vinte bairros localizados na área de influência da bacia do Igarapé do Una, sendo que sete bairros pertencem ao DASAC como: Telegrafo, Pedreira, Sacramento, Barreiro, Miramar, Maracangalha e Fátima. As obras tinham como finalidade controle de alagamentos e tratamento de esgoto sanitário, através do ensecamento, drenagem e canalização da bacia, que levou ao aterramento, asfaltamento e urbanização de extensas áreas do DASAC.

Em 2004, as transformações decorrentes da macrodrenagem, mostram um aumento na área de ausência de vegetação para 85%, a baixa densidade decaiu para 10%, formando manchas isoladas na matriz urbana. A média e alta densidade decaíram para 2%, e formam fragmentos isolados a nordeste e noroeste do distrito.

As áreas de alta densidade ocupacional das baixas latitudes são as que mais necessitam dos benefícios proporcionados pela cobertura vegetal para a melhoria da qualidade de vida e adequado balanço térmico. A distribuição espacial, a quantidade e as características da cobertura vegetal oferecem importantes parâmetros para a avaliação da qualidade ambiental urbana. Na figura 03, de acordo com a classificação da cobertura vegetal e área urbana de Belém (2004), o DABEL apresenta 29,39% de cobertura vegetal, formando manchas conectadas, sobretudo nos bairros centrais do distrito. Os distritos do DASAC e DAGUA apresentaram valores de cobertura vegetal em torno de 16,9% e 18,2%. O DASAC a vegetação apresenta configuração espacial em forma de corredores ao longo do canal São Joaquim e manchas isoladas no entorno do Terminal Petroquímico de Miramar, no restante da área encontra-se de forma isolada. No DAGUA que abriga o maior efetivo populacional, a cobertura vegetal encontra-se dispersa pela matriz urbana em forma de fragmentos isolados, somente no conjunto Jardim Itororó a nordeste do distrito que abriga a população de alto poder aquisitivo e na porção leste na bacia do Tucunduba existem fragmentos maiores de vegetação.

Os resultados da pesquisa refletem a escassez de cobertura vegetal na área central de Belém, sobretudo nos distritos que abrigam a população de baixa renda. Todos os distritos apresentaram índices de cobertura vegetal abaixo de 30%, somente o DABEL apresentou um índice próximo do recomendável. Para os distritos do DASAC e DAGUA, a quantidade de cobertura vegetal é insuficiente, mal distribuída e desconexa. Os produtos de sensores remotos de base orbital, tornaram-se importantes ferramentas para avaliação da qualidade ambiental urbana, e podem contribuir com subsídios para a atualização constante do acompanhamento do fenômeno, sobretudo em áreas carentes de dados de sensores aéreo transportados.

**Figura 03** MAPA DE COBERTURA VEGETAL DA ÁREA CENTRAL - BELÉM/PA, ANO 2004



## Referências bibliográficas.

- Alves, E.F. Q. “**Cobertura vegetal na Região Metropolitana de Belém**”. 1986. Belém. Departamento de Arquitetura. Universidade Federal do Pará. Monografia de Especialização.
- Centeno, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: Ed. Curso de Pós-graduação em ciências geodésicas/UFPR, 2003. 219p
- Ferreira, I. L.; Gontijo, B. M. “**Um histórico verde: a retração da vegetação remanescente no município de Belo Horizonte**”. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 11. São Paulo. Departamento de Geografia-FFLCH/USP, 2005.
- Florenzano, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Texto, 2002. 97p
- IBGE. **Censo Demográfico de 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- Lombardo, M. A. “**Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**”. São Paulo: hucitec, 1985. 224p
- \_\_\_\_\_. **O processo de urbanização e a qualidade ambiental – os efeitos adversos do clima**. In: Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 52 (4) 161-166, 1990.
- Loureiro, R. L. “**Projeto de Sistematização das Informações sobre recursos naturais: folha SA 22-X-D Belém**”. Belém: IBGE, 2003. (Vegetação).
- Luz, L. M.; Rodrigues, J. E. C.; Figueiredo, V. M. **Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana do município de Belém/PA com base na dinâmica espacial da cobertura vegetal**. In: Seminário Latino Americano de Geografia Física, 4. Maringá. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia. CCHLA/UEM, 2006
- Matos, F. D. A.; Silva, K. E. “**Deteção de mudanças na cobertura vegetal na cidade de Manaus e seu entorno**”. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. Goiânia: INPE, 2005. p. 609-616
- Martorano, L.G.; Pereira, L.C. “**Tipologia climática do Estado do Pará – adaptação do método de Koppen**”. In: Boletim de Geografia Teoretica. 23,1993. p. 45-46.
- Oliveira, J. M. G. C.; França, C.F.; Bordalo, A. C. L. “**A verticalização em Belém nos últimos trinta anos: a produção de espaços segregados e as transformações sócio-ambientais**”. In: Encontro de Geógrafos da América Latina, 10. São Paulo. Departamento de Geografia-FFLCH/USP, 2005.
- Ponzoni, F. J. “**Comportamento Espectral da Vegetação**”. In: Sensoriamento remoto: refletância dos alvos naturais. P. R. Menezes e J.S.M Neto (Orgs.). Brasília: UnB; Planaltina: Emprapa Cerrados, 2001. p.157-199
- Trindade JR. S. C. “**A cidade dispersa: os novos espaços de assentamentos em Belém e a Reestruturação Metropolitana**”. São Paulo. Departamento de Geografia. FFLCH/USP, 1998 (Tese de Doutorado).