

**ANÁLISE DA OCUPAÇÃO URBANA NA ZONA CENTRO-NORTE DE TERESINA:
Considerações sobre a região do Encontro dos Rios**

Luara Laíde Furtado **NOQUEIRA**

Engenheira Cartógrafa e de Agrimensura. Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Departamento de Transportes.

luaranogueira28@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/5928843839280395>

Giovana Mira de **ESPINDOLA**

Doutora em Sensoriamento Remoto. Professora da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Departamento de Transportes.

giovanamira@ufpi.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/0674714745081970>

Eduilson Lívio Neves da Costa **CARNEIRO**

Mestre em Ciências da Computação. Professor do Instituto Federal do Piauí (IFPI).

Departamento de Informação, Ambiente, Saúde e Produção Alimentícia.

eduilson@ifpi.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/4903306992284432>

RESUMO: Teresina, a maior cidade do estado do Piauí, é exemplo de capital do Nordeste que tem apresentado acelerado processo de desenvolvimento urbano nas últimas décadas. As tendências de urbanização da cidade mostram que uma expansão urbana acelerada tem criado problemas relacionados à ocupação de importantes áreas dos sistemas ambientais, como a região do encontro dos Rios Parnaíba e Poti, localizada na zona Centro-Norte. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo mapear e caracterizar a ocupação urbana nesta zona, analisando ainda o tipo de ocupação predominante às margens do Rio Poti, mais especificamente no bairro Poti Velho. Foram usadas imagens dos satélites RapidEye, dados do Censo

Demográfico do IBGE e visitas a campo. O mapa de uso da terra foi combinado aos dados populacionais agregados nos setores censitários de modo a fornecer novos subsídios ao planejamento urbano desta região da cidade. Os resultados mostram uma intensa ocupação urbana na zona Centro-Norte de Teresina, com regiões que apresentam altos valores de densidade populacional, e áreas de ocupação irregular na região do Encontro dos Rios.

Palavras-chave: Urbanização. Cidades Médias. Uso da Terra. RapidEye. Piauí.

ANALYSIS OF THE URBAN OCCUPATION IN THE CENTER-NORTH ZONE OF TERESINA: considerations on the rivers Confluence Region

ABSTRACT: Teresina, the largest town in the Brazilian state of Piauí, is an example of the Northeast capital that has shown an accelerated process of urban development in the last decades. The urbanization trends of the city show that an accelerated urban expansion has created problems related to the occupation of important areas of the environmental systems, such as the region of the confluence of the Parnaíba and Poti Rivers, located in the Central-North zone. In this context, this study aims to map and characterize the urban occupation in this zone, still analyzing the predominant occupation types on the borders of the Poti River, more specifically on the Poti Velho neighborhood. We used RapidEye satellite images, data from the IBGE demographic survey, and field visits. The land use map was combined with the population data aggregated in census units in order to provide new insights into the urban planning of this region of the city. The results show an intense urban occupation in the Central-North zone of Teresina, within regions that present high levels of population density, and irregular occupation of areas in the rivers confluence region.

Keywords: Urbanization. Medium Cities. Land Use. RapidEye. Piauí.

EL ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN URBANA EN LA ZONA CENTRO-NORTE DE TERESINA: consideraciones sobre la región de lo Encuentro de los Ríos

RESUMEN: Teresina, la ciudad más grande del estado de Piauí, es un ejemplo de capital de la región noreste que ha presentado un rápido proceso de desarrollo urbano en las últimas décadas. Las tendencias de la urbanización de la ciudad muestran que la expansión urbana

acelerada ha creado problemas relacionados con la ocupación de las áreas clave de los sistemas ambientales, tales como la región de lo encuentro de los ríos Parnaíba y Poti, que se encuentra en la zona Centro-Norte. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo mapear y caracterizar la ocupación urbana en esta zona, siendo el análisis de los tipos de ocupación predominantes en los bordes del río Poti, más concretamente en el barrio de Poti Velho. Se utilizaron imágenes de satélites RapidEye, los datos del censo demográfico del IBGE, y visitas de campo. El mapa de uso de la tierra se combinan con los datos de población agregados en sectores censales con el fin de proporcionar nuevas subvenciones para la planificación urbana de la ciudad. Los resultados muestran una intensa ocupación urbana en la zona Centro-Norte de Teresina, en regiones con altos niveles de densidad de población, y áreas de ocupación irregular de la reunión de lo encuentro de los ríos.

Palabras claves: Urbanización. Ciudades Medianas. Uso de la Tierra. RapidEye. Piauí.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano no Brasil teve início nas primeiras décadas do século XX, motivado principalmente pelos processos de industrialização dos grandes centros metropolitanos, e pelo decorrente êxodo rural ocorrido entre os anos de 1950 e 1990. Ao longo das décadas de 1970 e 1980, a população do país tornou-se majoritariamente urbana, tendo-se consolidado inicialmente nos grandes centros da região Sudeste. Nas regiões Norte e Nordeste, onde a industrialização cresceu em ritmo lento e tardio, o crescimento urbano também se deu de forma mais lenta, visto que grandes massas migratórias rurais foram direcionadas aos centros urbanos das demais regiões do país (IBGE 2013, Rodrigues e Veloso Filho 2013, IBGE 2014).

No Nordeste, no entanto, a urbanização tem crescido significativamente desde as décadas de 1980 e 1990, quando a região começou a apresentar elevadas taxas de crescimento demográfico e uma hierarquização urbana regional caracterizada por importantes cidades médias (Marandola Jr e Modesto 2012, Maurício e Barros 2012). De forma geral, cidades médias podem ser definidas como sendo aglomerações urbanas com população entre 100 mil e 1 milhão de habitantes, que possuem localização privilegiada, e que exercem um poder sobre os sistemas urbanos regionais e nacionais em que estão inseridas, funcionando como polo de desenvolvimento social e econômico (United Wang et al. 2012, Nations 2014).

Teresina insere-se neste contexto, sendo exemplo de cidade média nordestina que ao longo dos anos tem apresentado rápidas transformações em sua estrutura e fisionomia, com mudanças substanciais de expansão e adensamento de sua malha urbana. A cidade tem se destacado regionalmente pelas elevadas taxas de urbanização, com grande incremento econômico e populacional, além de ter se tornado centro político-administrativo do estado e polo econômico da região (Feitosa et al. 2016).

A partir da década de 1970, a expansão urbana de Teresina foi motivada por importantes investimentos em infraestrutura e habitação, o que resultou na migração maciça de pessoas atraídas por melhores condições de vida na cidade. No entanto, este processo tem causado problemas urbanos sérios, derivados da insuficiência de moradias e de infraestrutura, e da especulação imobiliária que tem empurrado a população de baixa renda para a ocupação de terrenos com baixos padrões urbanísticos, em geral, localizados em áreas periféricas ou vulneráveis.

Assim, a ineficiência de legislações específica sobre a ocupação do solo urbano em Teresina causam problemas sociais e ambientais relevantes. Um deles é a ocupação da região do Encontro dos Rios, hoje caracterizada pela presença de populações de baixa renda vivendo em ocupações irregulares, em áreas loteadas sem a devida regulamentação e sujeitas a enchentes (Reis Filho 2012, Reis Filho e Moura 2014, Limoeiro 2015).

Diante desta situação, faz-se necessário discutir soluções para a melhor organização do solo urbano da cidade, no sentido de acomodar demandas sociais e ambientais em um sistema urbano bastante complexo (Turner et al. 2003, Seto et al. 2012). O equilíbrio ambiental está ligado diretamente à qualidade de vida da população, e para buscar este equilíbrio, o planejamento urbano é considerado fundamental, com revisão de seus conceitos e com inclusão real da questão ambiental por meio de um planejamento coerente (Brenner e Schmid 2014).

Desta forma, partindo-se do uso de imagens orbitais dos satélites RapidEye coletadas em 2013, e de dados do Censo Demográfico do IBGE de 2010, o objetivo do presente trabalho é mapear e caracterizar os usos urbanos da SDU Centro-Norte de Teresina, estabelecendo as relações entre as classes temáticas urbanas e a distribuição espacial da população; e ainda discutir o tipo de ocupação predominante às margens do Rio Poti, mais especificamente no bairro Poti Velho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Teresina, capital do estado do Piauí, situa-se num ponto estratégico, entre os Rios Parnaíba e Poti, a $05^{\circ}05'$ de latitude sul e $42^{\circ}48'$ de longitude oeste, pertencendo a mesorregião Centro-Norte Piauiense (Figura 1). O município apresenta clima tropical com dois períodos distintos: um quente e úmido, entre os meses de janeiro a julho; e outro quente e seco, entre os meses de agosto a dezembro. A vegetação da região apresenta exemplares de Caatinga, Mata de Cocais e Cerrado, encontrando-se com frequência palmeiras de babaçuais e carnaubais (Bartholomé et al. 2002, Bartholomé e Belward 2005). A cidade, fundada em 16 de agosto de 1852, foi idealizada pelo Conselheiro Saraiva, tendo como traçado geométrico a forma de tabuleiro de xadrez, tornando-se a primeira capital do Brasil com esta configuração (Reis Filho e Moura 2014, Barbosa Júnior et al. 2016).

Segundo o IBGE (2013), a área do município totaliza 1.391,98 Km², sendo 17% da área considerada urbana e 83% rural. O perímetro urbano da cidade é atualmente dividido em regiões administrativas denominadas Superintendências de Desenvolvimento Urbano (SDU), nomeadas em Centro-Norte (Figura 1), Leste, Sudeste e Sul, e delimitadas segundo o estabelecido pela Lei Nº 3.559, de 20 de outubro de 2006 (de Lima e Neto 2006, Façanha 2008, Melo e Bruna 2009, Façanha e da Silva Viana 2012).

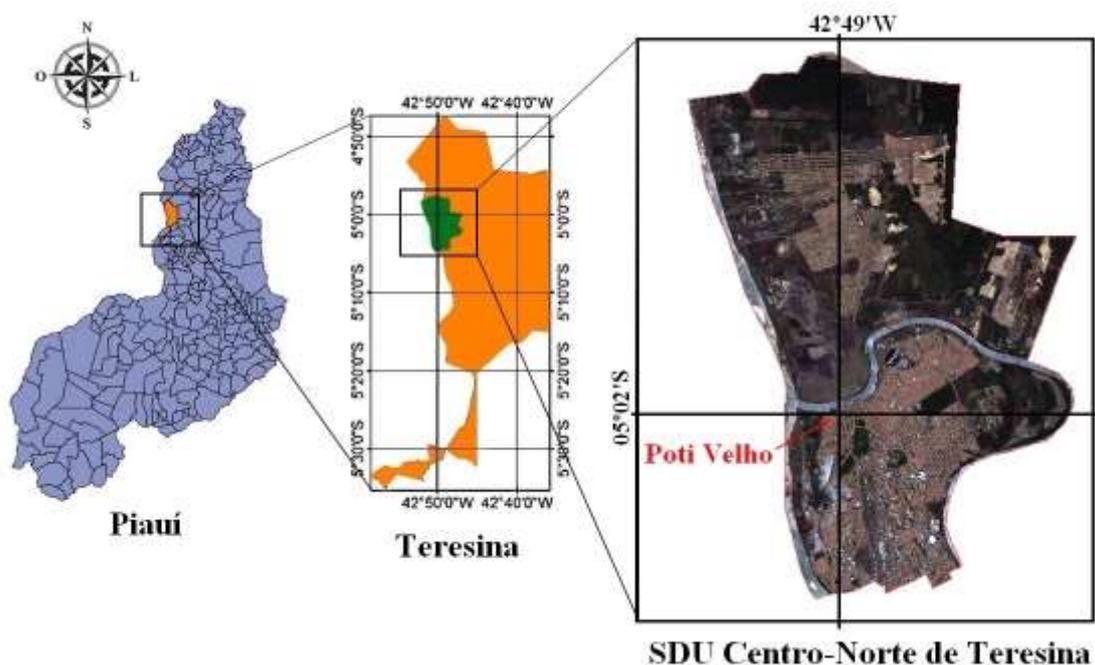


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo: SDU Centro-Norte e bairro Poti Velho de Teresina, Piauí.

Atualmente, Teresina é considerada uma cidade de atração migratória, devido em parte a oferta de serviços de saúde e educação, como também por estimular atividades comerciais (Reis Filho e Moura 2014). A partir da década de 1940, a expansão urbana da cidade foi concentrada nas direções Norte-Sul, sendo a região do Encontro dos Rios área condicionante da ocupação da zona Centro-Norte da cidade.

Motivadas também pela crescente valorização dos terrenos das zonas Sul e Leste, populações de baixa renda acabaram ocupando terrenos irregulares na zona Centro-Norte, principalmente por falta de condições econômicas. Nesta zona, rios e lagoas resultam em grande concentração de água, principalmente no período de chuvas, tornando estas áreas sujeitas a eventos de enchentes e inundações. Assim, o processo de expansão urbana ocorrido em Teresina tem ocasionado uma grande interferência na cobertura vegetal das margens de rios e lagoas. O baixo preço dos terrenos nas áreas de mais baixas altitudes, somado ao fato de não disporem de infraestrutura urbana, têm sido fatores de atração de populações de baixa renda.

A ação antrópica na região do Encontro dos Rios tem provocado uma série de impactos ambientais, tais como o desflorestamento de suas margens, e conseqüentemente o assoreamento dos rios. Outro fator que é consequência dessa prática é a poluição nas suas proximidades, que se dá pela falta de coleta de resíduos. De uma perspectiva ambiental, as lagoas mais próximas ao bairro Poti Velho, como por exemplo, a lagoa dos Oleiros, encontra-se totalmente degradada devido à ocupação desordenada de suas margens e por ser local de despejo de esgotos e de lixo.

Desde a década de 1990, a Prefeitura Municipal de Teresina estabeleceu que toda a área de margem de recursos hídricos deveria ser classificada como parque ambiental. Uma das áreas beneficiadas foi a do Parque Ambiental Encontro dos Rios, um dos principais pontos turísticos da cidade. A partir de 2001, o Programa Lagoas do Norte buscou proteger a região contra inundações a partir da ligação das lagoas e da retirada de famílias destas áreas. As lagoas que foram favorecidas nessa primeira fase foram as dos bairros Matadouro e São Joaquim. Hoje o bairro Poti Velho é alvo destas mesmas políticas de intervenção sobre seu espaço urbano, com a implantação da nova etapa do Programa Lagoas do Norte.

Mapa de usos urbanos

A proposta metodológica fez uso de conceitos de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, favorecendo uma representação cartográfica fiel e atualizada do território

e de suas dinâmicas (Slocum 2009, Tyner 2010, Burrough e McDonnell 2011). Desta forma, partiu-se da classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto para a elaboração de um mapa temático de usos urbanos da área de estudo. Este mapa temático foi então combinado aos dados de população para a elaboração de um mapa de densidade populacional. Assim, estes dois mapas formaram as bases para a caracterização e discussão da ocupação urbana na SDU Centro-Norte de Teresina.

Na etapa de elaboração do mapa de usos urbanos foram usadas imagens dos satélites RapidEye (Felix et al. 2009, Stoll et al. 2014) como insumos básicos para a elaboração da classificação supervisionada. As imagens RapidEye foram escolhidas por apresentarem características espaciais, espectrais e radiométricas compatíveis com a delimitação dos alvos urbanos de interesse (Tabela 1).

O sensor multiespectral a bordo dos satélites RapidEye (REIS) coleta imagens em cinco faixas espectrais que variam dos comprimentos de onda de 0,44 μm a 0,85 μm . A resolução espacial é de 5 metros nas imagens corrigidas geometricamente, com precisão de detalhe compatível com escala 1:25.000 (Felix et al. 2009, van Rees 2014). As imagens utilizadas foram adquiridas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), e disponibilizadas pelo Programa de Regularização Ambiental do Cadastro Ambiental Rural, contemplando uma cobertura nacional completa nos anos de 2011 a 2014 (Landau et al. 2012, Antunes et al. 2014).

Tabela 1 – Especificação técnica do sensor REIS.

Sensor REIS (<i>RapidEye Earth Imaging System</i>)	
Tipo de Sensor	Multiespectral
Bandas Espectrais	Banda 1 (Azul): 440 – 510 nm Banda 2 (Verde): 520 – 590 nm Banda 3 (Vermelho): 630 – 685 nm Banda 4 (<i>Red-edge</i>): 690 – 730 nm Banda 5 (Infravermelho Próximo): 760 – 850 nm
Resolução Espacial	6,5 m (nadir) e 5 m (ortorretificada)
Resolução Radiométrica	12 bits

Assim, a fim de possibilitar uma leitura da paisagem, partiu-se do mapeamento dos usos da terra como forma de representação cartográfica do território urbano. Com base na

interpretação visual da composição colorida falsa-cor RGB-532, foram identificadas as categorias e classes temáticas de interesse. O mapeamento de tais classes temáticas foi realizado por classificação digital supervisionada por regiões, e para tanto, foram coletadas amostras espectrais de alvos representativos de cada classe. As curvas espectrais dos alvos selecionados representativos das classes temáticas são apresentadas na Figura 2. Visualmente, percebe-se a separabilidade entre as classes de uso selecionadas para etapa da classificação digital.

Na sequência foram executados os processamentos digitais de segmentação e classificação supervisionada. O processo de segmentação é recomendado quando a análise convencional por pixels gera limitações que são facilmente superadas pelos métodos de classificação digital supervisionada por regiões, nos quais se obtêm resultados visualmente consistentes e de fácil conversão em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Espindola et al. 2006).

O algoritmo de segmentação de imagens utilizado foi o de crescimento de regiões implementado no software SPRING (Câmara et al. 1996, Espindola et al. 2006). De acordo com Bins et al. (1996), trata-se de uma técnica de agrupamento de dados na qual somente as regiões adjacentes espacialmente podem ser agrupadas. Desta forma, os resultados obtidos dependem da escolha de parâmetros ajustados pelos usuários, que são os limiares de similaridade e de área (pixels).

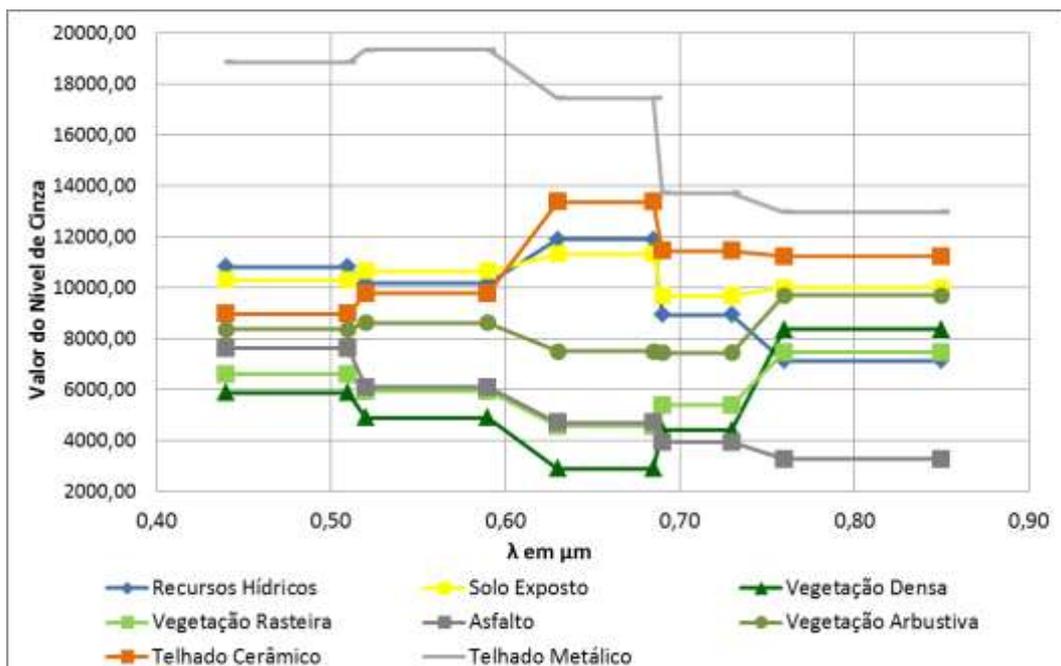


Figura 2 – Curvas espectrais dos alvos representativos das classes temáticas de interesse nas imagens RapidEye.

Por fim, o algoritmo de classificação supervisionado por regiões utilizado foi o *Bhattacharya*, também implementado no software SPRING. Tal classificador é recomendado para um processo baseado em regiões (resultantes da segmentação), com vistas a medir a separabilidade estatística das classes espectrais de interesse (Jensen 2007, Richards 2012). O algoritmo requer também a interação do usuário, por meio do treinamento e seleção de amostras das classes temáticas de interesse.

Mapa de densidade populacional

Partindo-se do mapa de usos urbanos, foi gerada uma estimativa da distribuição espacial da população na SDU Centro-Norte de Teresina, tendo-se como base os dados de população do Censo Demográfico do IBGE de 2010 (IBGE 2013). Para o cálculo deste parâmetro foram selecionadas as categorias temáticas relativas aos diferentes tipos de telhados mapeados na etapa anterior (Telhado Cerâmico e Telhado Metálico). Estas classes foram as selecionadas por serem as de maior associação e representação de moradias urbanas nesta SDU.

Posteriormente, a área de estudo foi então dividida em 6624 células regulares com resolução de um hectare. O processamento dos dados foi realizado no software TerraView (Câmara et al. 2008), utilizando-se o pacote aRT do projeto R (Andrade e Ribeiro 2005, de Espindola et al. 2012), e tendo-se como referência a metodologia descrita por de Espindola et al. (2012).

Os quantitativos de população foram obtidos do Censo Demográfico do IBGE do ano 2010, agregados nos setores censitários urbanos da SDU Centro-Norte (IBGE 2013). Os dados de população agregados pelos setores censitários foram então incorporados nas células por meio da ponderação do quantitativo da classe temática de telhados em cada célula, e a densidade populacional de cada setor censitário. Como resultado, cada célula da área de estudo possui uma estimativa de população, e como cada célula apresenta resolução de um hectare, os valores estimados nas células são também representativos da densidade populacional destas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocupação urbana na SDU Centro-Norte

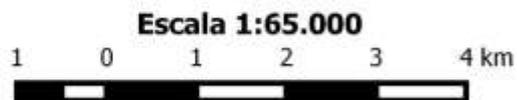
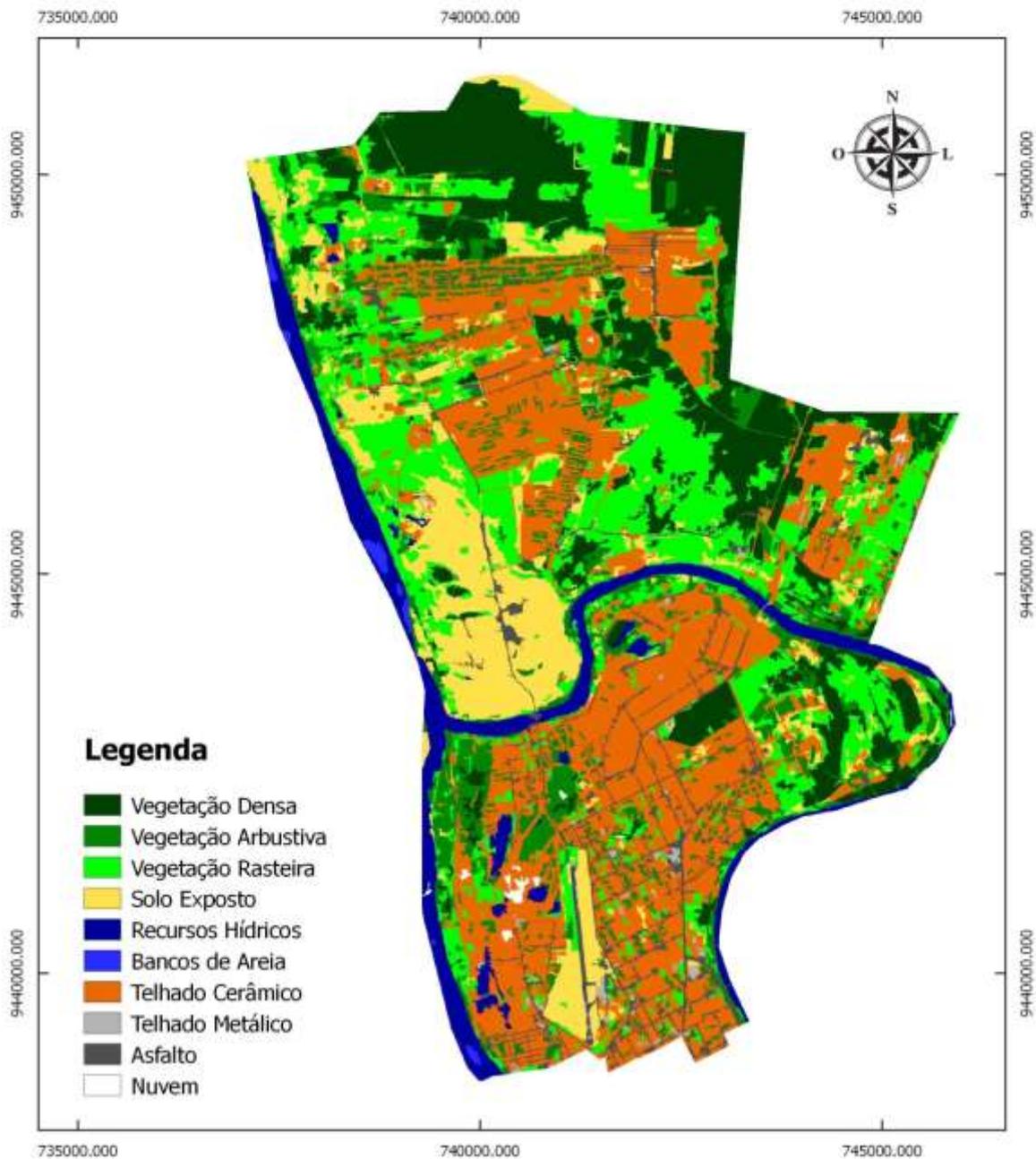
A Figura 3 apresenta o mapa dos usos urbanos na SDU Centro-Norte resultante da classificação supervisionada das imagens RapidEye de 2013. A área de estudo encontra-se predominantemente ocupada por cobertura vegetal (48,72%), seguida pela categoria de telhados e asfaltos (35,61%). Com menor participação na composição da paisagem urbana estão as categorias de solo exposto (9,97%) e recursos hídricos (5,24%) (Figuras 3 e 5). Com base neste mapeamento da ocupação urbana na SDU Centro-Norte é possível se detectar regiões mais críticas a ocupação urbana, sendo possível uma percepção global da distribuição de seus diversos usos.

A análise da Figura 4 permite constatar que a distribuição da população nas classes urbanas da SDU Centro-Norte não é homogênea, e que grande parte da população está concentrada em áreas relativamente pequenas. Pode-se ainda constatar pela análise da Figura 4 que existem locais onde esta estimativa de densidade chega a atingir intervalos bem altos, com valores variando entre 195 a 930 hab/ha, limites estes bem acima do padrão de 100 hab/ha estabelecido pelo I Plano Estrutural de Teresina de 1978.

Sabe-se que estes resultados são derivados de um processo antigo de ocupação urbana, e nem sempre amplamente planejado. Na zona Centro-Norte, a construção de vários conjuntos habitacionais contribuíram para definir o padrão de ocupação da região, caracterizada por altas taxas de incremento populacional, com valores que passaram de 196.115 habitantes em 1991 para 228.906 em 2012. O conjunto José Francisco de Almeida Neto, construído em 1982, tornou-se mais tarde o Bairro Mocambinho, que atualmente engloba os conjuntos habitacionais Mocambinho I, Mocambinho II, Mocambinho III, Residencial Poty – Moca, Residencial São José e Conjunto Santa Sofia.

Ao final da década de 1980, terras ao extremo norte da mancha urbana de Teresina foram compradas pelo governo visando a implantação do polo industrial Companhia de Desenvolvimento Industrial do Piauí (CODIPI). Como tal iniciativa não foi implementada, famílias de baixa renda começaram a ocupar a região. Em 2009 foram iniciadas as obras do Conjunto Habitacional Jacinta Andrade com 4.300 unidades habitacionais, com verbas do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal.

Mapa Temático da SDU Centro-Norte de Teresina-PI



Sistema de referência: WGS84
Sistema de coordenadas: Universal Transverso de Mercator
Fuso: 23 S Meridiano Central: 45° W

Planta de Localização



Figura 3 – Mapa dos usos urbanos na SDU Centro-Norte de Teresina.

Mapa da estimativa da distribuição da densidade populacional da SDU Centro-Norte de Teresina-PI

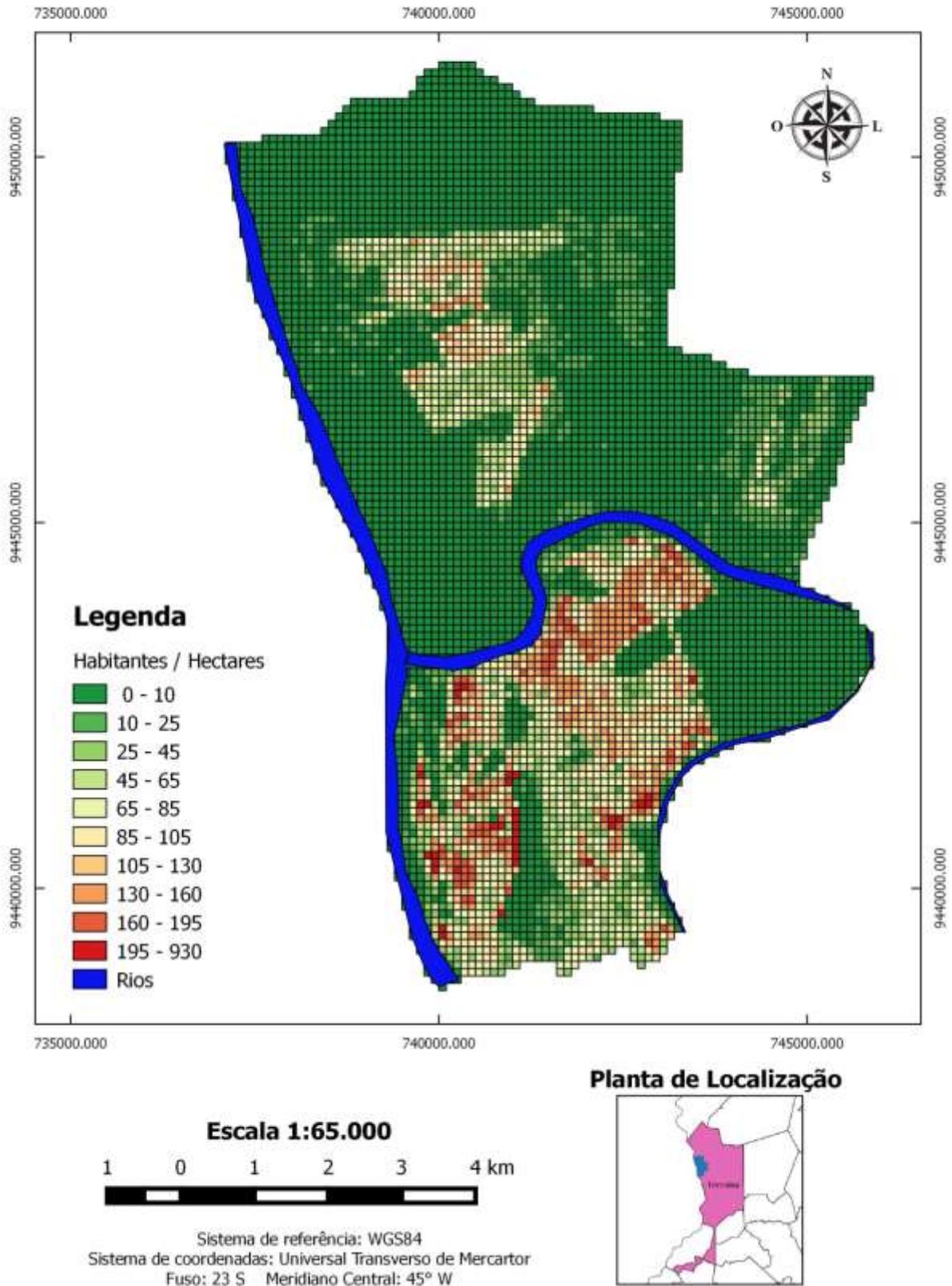


Figura 4 – Mapa da estimativa da distribuição espacial da população na SDU Centro-Norte de Teresina.

A região do Encontro dos Rios e o bairro Poti Velho

Neste trabalho, a discussão sobre a região do Encontro dos Rios foi focada tendo-se como exemplo o bairro Poti Velho. Este bairro, antigamente conhecido como Barra do Poti, é o local onde se iniciou o processo de instalação da cidade de Teresina. Situado na SDU Centro-Norte, apresenta uma topografia baixa, com grande quantidade de lagoas, e é também onde se localiza a área da reserva ambiental do Encontro dos Rios.

Uma análise mais detalhada permite constatar que neste bairro o que prevalece é uma ocupação urbana intensa, com alta representatividade das categorias de telhados e asfaltos, totalizando-se uma área de 25,6175 ha e 68,44 % da área do bairro (Figura 5). Logo em seguida aparece a categoria de cobertura vegetal, com área de 11,8175 ha e 31,56 % de ocupação. Os resultados da Figura 5 mostram que a ocorrência da pressão antrópica apresenta-se de forma significativa no espaço urbano do bairro Poti Velho, também quando comparado com a SDU Centro-Norte como um todo.

A pressão antrópica é consequência, na maioria das vezes, de uma falta de planejamento, que gera a ocupação desordenada e irregular do solo urbano, além de exercer um grande impacto sobre os recursos naturais provocando também ameaças a população residente destes espaços. Outro fator que agrava consideravelmente a qualidade de vida das famílias residentes nessas ocupações irregulares é que essas áreas não contam com equipamentos sociais como postos clínicos, creches e escolas, e nem com infraestrutura de saneamento básico.

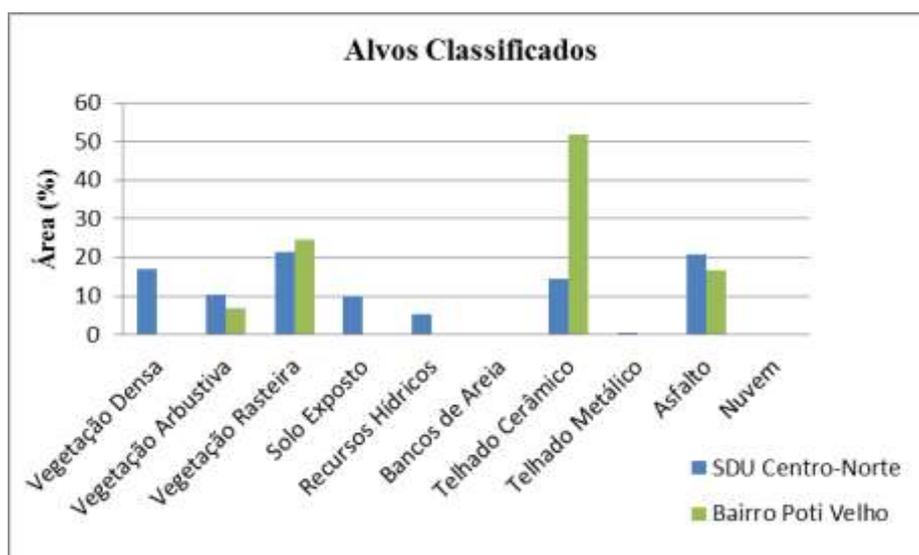


Figura 5 – Comparação entre a proporção dos diferentes usos da terra na SDU Centro-Norte e no bairro Poti Velho.

A região às margens do rio Poti é exemplo da ocorrência de ocupações irregulares, onde o aumento da pressão antrópica facilita a construção de moradias e acarreta problemas de cunho social e ambiental. Em algumas áreas verificou-se a construção de habitações irregulares em locais impróprios. Na região que compreende as Lagoas do Norte é comum ocorrer o aterramento de parte das lagoas com vistas a construção de moradias (Figura 6). Os moradores que residem estas áreas passam a conviver periodicamente com problemas de inundações. Verificou-se ainda que o padrão das habitações localizadas na margem do rio Poti e das lagoas são características de populações de baixa renda como, por exemplo, casas de taipa feitas com madeiras entrelaçadas e cobertas com barro.

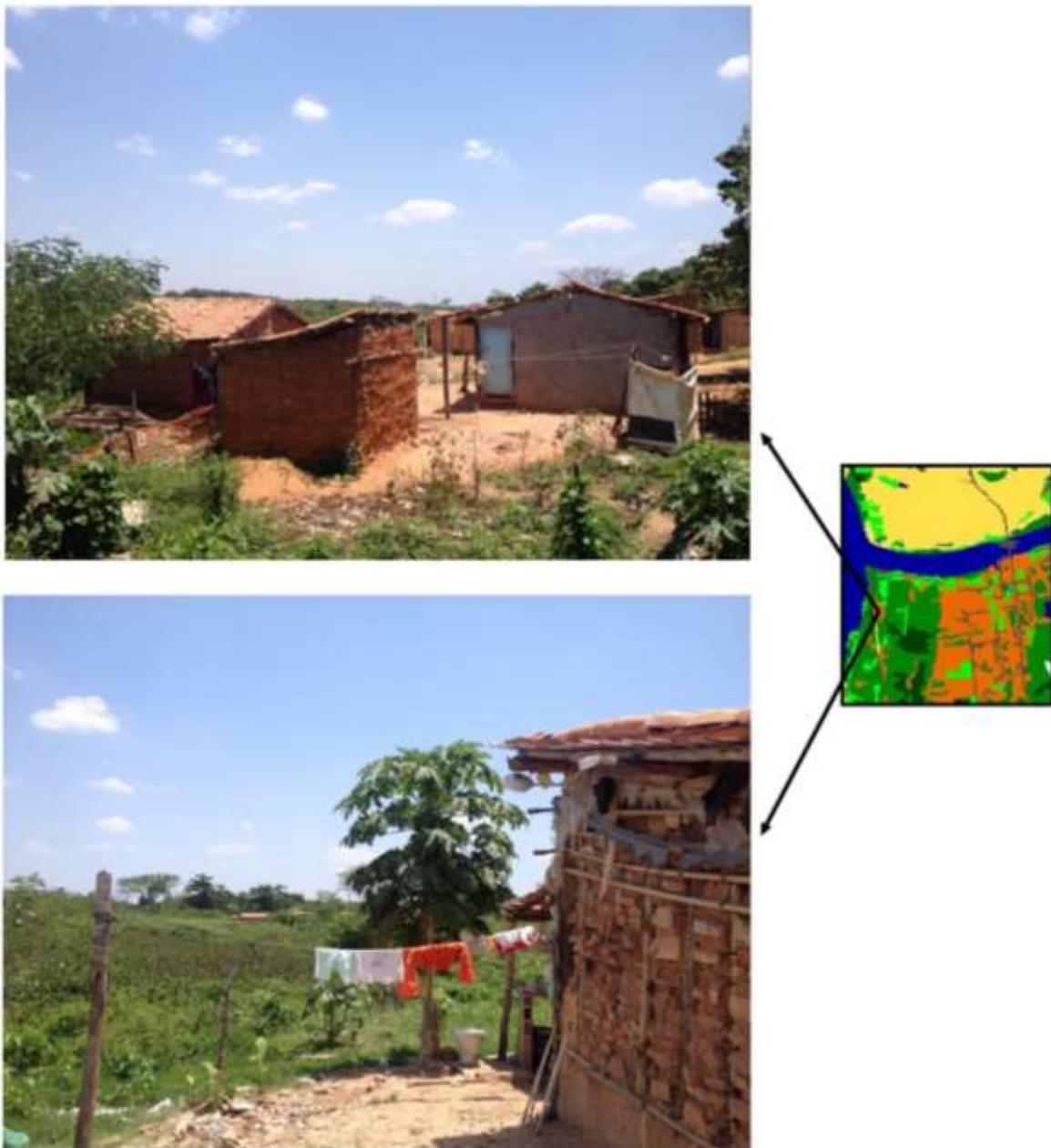


Figura 6 – Mosaico de fotos mostrando habitações informais na margem da lagoa dos Oleiros.

Outro exemplo são as lagoas dos Oleiros e da Cerâmica Poty que apresentam um grande processo de degradação ambiental em consequência da intensa ocupação de suas margens e por serem locais de lançamento de esgoto e de lixo. Assim, a recuperação das áreas marginais de rios e lagoas é de fundamental importância para a manutenção dos sistemas ambientais urbanos de Teresina. É preciso transferir as famílias que ocupam estas áreas de riscos para locais seguros, causando menos impactos ao meio ambiente e simultaneamente adotando medidas que impeçam a ocupação irregular de novas casas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema do uso e ocupação do solo urbano em Teresina, caracterizado pela disposição de uma parcela significativa da população em áreas importantes dos sistemas ambientais, vem desde a criação da cidade. Com base nos resultados do trabalho, foi possível verificar uma grande pressão antrópica na zona Centro-Norte da cidade, com a distribuição espacial da densidade urbana variando consideravelmente, mesmo a legislação municipal tratando de padrões de densidade urbana por zonas da cidade. Os mapas apresentados mostram que os valores de densidade variam localmente, tornando necessária uma discussão mais ampla e abrangente sobre o futuro da cidade.

Desenvolvimento urbano sustentável é uma meta difícil de ser alcançada por municípios com baixo desenvolvimento econômico. Depois de décadas de produção do espaço urbano com pouca preocupação sobre seus recursos naturais, é ainda mais difícil reorganizar as áreas urbanizadas para manter o valor das condições ambientais. É um desafio constante acomodar um contingente crescente da população urbana, suprindo as infraestruturas e serviços públicos, e ainda perseguindo uma qualidade ambiental por meio de uma densidade que dê suporte aos ideais de qualidade e sustentabilidade.

Com a implantação do Programa Lagoas do Norte houve uma combinação entre melhora de aspectos sociais e ambientais às margens das lagoas dos bairros Matadouro e São Joaquim, possibilitando a recuperação dos locais que estavam em processo de degradação, além de ter ocasionado uma grande melhoria no meio ambiente e na qualidade de vida dos habitantes. Após a instalação das primeiras etapas do projeto, percebe-se que houve uma melhora consideravelmente boa nas áreas já atendidas, mas ainda é possível encontrar um grande número de lagoas poluídas em decorrência da ocupação em suas margens e do lançamento de lixo e esgoto.

Com base nessas conclusões, faz-se necessário expor algumas recomendações relativas aos programas de habitação e de infraestrutura urbana que deverão nortear uma discussão mais abrangente sobre o futuro da cidade. No âmbito ambiental, as ações do governo devem priorizar o remanejamento de domicílios localizados em áreas de risco ambiental em toda a extensão dos Rios Parnaíba e Poti e em áreas susceptíveis a enchentes.

Trabalho enviado em Maio de 2016
Trabalho aceito em julho de 2016

REFERÊNCIAS

- Andrade, P., e Ribeiro, P. 2005. **Integration of statistics and geographic information systems: the R/Terralib case**. Paper presented at the VII Brazilian Symposium on Geoinformatics, Campos do Jordão, Brazil.
- Antunes, M. A. H., Debiassi, P., e dos Santos Siqueira, J. C. 2014. Avaliação espectral e geométrica das imagens rapideye e seu potencial para o mapeamento e monitoramento agrícola e ambiental. **Revista Brasileira de Cartografia**, 1(66).
- Barbosa Júnior, P. A., Espindola, G. M., e Carneiro, E. L. N. C. 2016. Cartografias do Piauí: relacionando infraestrutura e desenvolvimento social. **Revista Geográfica Acadêmica**, 10(1): 56-68.
- Bartholomé, E., e Belward, A. 2005. GLC2000: a new approach to global land cover mapping from earth observation data. **International Journal of Remote Sensing**, 26(9): 1959-1977.
- Bartholomé, E., Belward, A., Achard, F., Bartalev, S., Carmona-Moreno, C., Eva, H., Fritz, S., Grégoire, J., Mayaux, P., e Stibig, H. 2002. **GLC 2000: global land cover mapping for the year 2000: project status november 2002**: Institute for Environment and Sustainability.
- Bins, L. S. a., Fonseca, L. M. G., Erthal, G. J., e Ii, F. M. 1996. Satellite imagery segmentation: a region growing approach. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 8(1996): 677-680.
- Brenner, N., e Schmid, C. 2014. The 'urban age' in question. **International Journal of Urban and Regional Research**, 38(3): 731-755.
- Burrough, P. A., e McDonnell, R. A. 2011. **Principles of geographical information systems**: Oxford University Press.
- Câmara, G., Souza, R. C. M., Freitas, U. M., e Garrido, J. 1996. Spring: integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling. **Computers & graphics**, 20(3): 395-403.
- Câmara, G., Vinhas, L., Ferreira, K. R., De Queiroz, G. R., De Souza, R. C. M., Monteiro, A. M. V., De Carvalho, M. T., Casanova, M. A., e De Freitas, U. M. 2008. Terralib: an open

source gis library for large-scale environmental and socio-economic applications, **Open source approaches in spatial data handling**: 247-270: Springer.

de Espindola, G. M., de Aguiar, A. P. D., e de Andrade, P. R. 2012. Combining satellite remote sensing and census data to quantify agricultural land use change in the Brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Cartografia**(64/3).

de Lima, A. J., e Neto, E. X. R. 2006. Governo local e iniciativas de políticas urbanas em Teresina. **Cadernos Metr pole**(15).

Espindola, G. M., Camara, G., Reis, I. A., Bins, L. S., e Monteiro, A. M. 2006. Parameter selection for region-growing image segmentation algorithms using spatial autocorrelation. **International Journal of Remote Sensing**, 27(14): 3035-3040.

Façanha, A. C. 2008. Gestão urbana e dilemas no poder local: internidade e dispersão em Teresina (PI). **Revista de Geografia**, 24(1): 77-97.

Façanha, A. C., e da Silva Viana, B. A. 2012. Planejamento e gestão urbana em Teresina (PI): Notas da Agenda 2015 como Plano Diretor. **Revista Equador**, 1(1): 60-78.

Feitosa, M. S. S., Nóbrega, R. S., e Júnior, J. M. C. 2016. Vulnerability environmental and flood risk in rio Poti, Teresina, Brazil| Vulnerabilidade de riscos ambientais e inundações no rio Poti, Teresina, Brasil. **Revista Geama**, 5(1): 111-122.

Felix, I. M., Kazmierczak, M. L., e Espindola, G. M. 2009. Rapideye: a nova geração de satélites de observação da terra. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**: 7619-7622.

IBGE. 2013. Censo Demográfico 2010, **Síntese de Indicadores**. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE. 2014. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios PNAD 2013, **Síntese de Indicadores**. Rio de Janeiro: IBGE.

Jensen, J. R. 2007. **Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**: Pearson Prentice Hall.

Landau, E. C., CRUZ, R., Hirsch, A., Pimenta, F. M., e Guimarães, D. P. 2012. Variação geográfica do tamanho dos m dulos fiscais no Brasil. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecu ria**: 1518-4277.

Limoeiro, D. 2015. Beyond income transfers: the decline of regional inequality in Brazil during the 2000s. **Progress in Development Studies**, 15(1): 6-21.

Marandola Jr, E., e Modesto, F. 2012. Perception of urban environmental threats and place effects on the population-environment relationship. **Revista Brasileira de Estudos de População**, 29(1): 7-35.

Maurício, P., e Barros, M. V. F. 2012. Urban sprawl and the challenges for urban planning. **Journal of Environmental Protection**, 2012.

Melo, C. d. C. C. J., e Bruna, G. C. 2009. **Desenvolvimento urbano e regional de Teresina, Piauí, Brasil e sua importância no atual quadro de influência na rede urbana regional no Brasil**. Paper presented at the Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde, Cabo Verde.

Nations, U. 2014. **World urbanization prospects: the 2014 revision, highlights** New York.

Reis Filho, A. A. d. 2012. **Análise integrada por geoprocessamento da expansão urbana de Teresina como base no estatuto da cidade: estudo de potencialidades, restrições e conflitos de interesses**. UFMG.

Reis Filho, A. A. d., e Moura, A. C. 2014. Contribuição do geoprocessamento para o estatuto da cidade como ferramenta para o planejamento e gestão urbana, **Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo**. Barcelona, Bogotá.

Richards, J. A. 2012. **Remote sensing digital image analysis: an introduction**: Springer.

Rodrigues, R. S., e Veloso Filho, F. A. 2013. **O planejamento urbano no Brasil: trajetória e perspectivas atuais**. Paper presented at the X Encontro Nacional da Associação de pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Campinas.

Seto, K. C., Reenberg, A., Boone, C. G., Fragkias, M., Haase, D., Langanke, T., Marcotullio, P., Munroe, D. K., Olah, B., e Simon, D. 2012. Urban land teleconnections and sustainability. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 109(20): 7687-7692.

Slocum, T. A. 2009. **Thematic cartography and geovisualization**: Prentice hall.

Stoll, E., Shahid, K., Paasche, E., e Apel, M. 2014. **The sustainability of the RapidEye remote sensing constellation**. Paper presented at the Small Satellite Systems and Services Symposium, Mallorca, Spain.

Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luers, A., e Martello, M. L. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. **Proceedings of the national academy of sciences**, 100(14): 8074-8079.

Tyner, J. A. 2010. **Principles of map design**: Guilford Press.

van Rees, E. 2014. Delivering the world Blackbridge. **GeoInformatics**, 17(3): 18.

Wang, H., He, Q., Liu, X., Zhuang, Y., e Hong, S. 2012. Global urbanization research from 1991 to 2009: a systematic research review. **Landscape and Urban Planning**, 104(3): 299-309.