



Técnicas de sensoriamento remoto empregadas nos estudos urbanos de transporte

Diego Vieira Ramos¹ André Fogolin Machado² Mário Henrique Bueno Moreira Calfei³
Marcelo Luiz Chicati⁴ Generoso de Angelis Neto⁵

27 novembro 2017

Resumo – Com o crescimento das cidades, as técnicas de planejamento contribuíram com o desenvolvimento do espaço, exigindo um grande volume de informações atualizadas, o que têm dificultado a ocorrência de intervenções capazes de proporcionar melhorias no espaço urbano. Sendo assim, o Sensoriamento Remoto, tem contribuído para a elaboração de novas metodologias de estudos ligados a área. O presente artigo, por meio de uma revisão narrativa da literatura, possui por objetivo geral verificar as potencialidades do emprego do Sensoriamento Remoto no estudo das questões ligadas ao planejamento urbano e de transporte. É também objetivo geral, caracterizar a problemática da expansão territorial urbana, caracterizar as possibilidades de uso do Sensoriamento Remoto no cenário urbano. Dessa forma, a elaboração deste trabalho, pode ser justificado pela eminente necessidade de se conhecer as possibilidades que o uso de imagens de alta definição oferece ao planejamento urbano, e a sua importância na elaboração de medidas estratégicas que visam promover a melhoria na ordenação das cidades. O Sensoriamento Remoto nos estudos urbanos, tem se mostrado, uma alternativa importante para a melhoria de alguns cenários, devido ao fato de simplificar o processo de alimentação do banco de dados, com considerável precisão, contribuindo a elaboração de novas metodologias de análise urbanas. O seu emprego tem sido popularizado, devido à flexibilidade de utilização em diversas áreas de estudos. Outro fator importante identificado através desta revisão de literatura, está ligado a importância da associação dos sistemas GIS e o Sensoriamento Remoto.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Planejamento Urbano. Ocupação Territorial. Urbanização. Estudos Urbanos de Transporte.

1. INTRODUÇÃO

O excedente populacional ocorrido nos grandes centros, influenciado por fatores, como a evolução tecnoindustrial e o crescimento da demanda por serviços, contribuíram para o rápido processo de

ocupação do território urbano, que por diversos momentos, se deu de forma desordenada, deixando o planejamento em segundo plano, o que ocasionou o surgimento de problemas derivados da pressão sobre as infraestruturas urbanas (RAMOS, 2015). Tais

¹ diego.vieira.arquitetura@gmail.com, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

² afogolin@msn.com, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

³ mariocalfe@gmail.com, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

⁴ mlchicati@hotmail.com, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

⁵ ganeto@hotmail.com, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.



fatores expõem à necessidade de se elaborar ações que auxiliem no controle da expansão territorial e impulsionem o desenvolvimento das cidades. Para Machado (2013), a produção de técnicas de planejamento precisa transpor algumas barreiras, como à demanda de tempo e de recursos financeiros na obtenção de informações, o que dificulta à criação de medidas de intervenção, capazes de amenizar as consequências da ocupação territorial inadequada.

Dessa forma, as ferramentas de Sensoriamento Remoto, constituem uma alternativa para a melhoria deste cenário, pois simplificam o processo de alimentação do banco de dados, que subsidia a elaboração de novas metodologias de estudos e análise urbanas. Segundo Machado (2008), o Sensoriamento Remoto permite a coleta de informações em regiões de difícil acesso dos observadores humanos, oferece vantagens substanciais em relação ao demais métodos de obtenção de dados, como a viabilidade de aplicação em diversos contextos, possibilita uma visão geral das circunstâncias (discernimento de padrões e relações não aparentes quando observada no nível do solo), além da agilidade no processamento e disponibilização de informações.

Para Alves et al. (2010), o Sensoriamento Remoto, aliado ao sistema GIS (*Geographic Information System*) reconhecidamente tem adquirido papel de destaque na análise urbana e na modelagem, devido ao fato de dados de caráter multitemporais, multiespectrais e multiresolução, serem transformados em informações importantes para entender e monitorar os processos urbanos, além de contribuir para a elaboração de políticas públicas e a criação de estratégias de desenvolvimento.

Sendo assim, o presente artigo possui como objetivo geral, verificar a aplicabilidade de técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) no estudo de questões ligadas ao planejamento urbano. Ademais, é também objetivo específico, expor conceitos de sensoriamento remoto, imagens de alta resolução e satélite.

Dessa forma, o trabalho pode ser justificado pela

eminente necessidade de se conhecer as possibilidades que o Sensoriamento Remoto oferece aos estudos realizados para o planejamento urbano, e a sua importância na elaboração de medidas estratégicas de gestão, que visam promover a melhoria na ordenação das cidades.

2. DESENVOLVIMENTO

O presente artigo, é constituído de uma revisão narrativa, cujo enfoque principal, consiste em situar o leitor sobre a revisão da literatura da aplicabilidade e potencialidade das técnicas referentes ao uso do Sensoriamento Remoto nos estudos urbanos, sob o ponto de vista teórico-textual, por intermédio da análise da literatura publicada em artigos científicos, publicados em revistas e congressos, teses e dissertações que retratam, e analisam o assunto. A estrutura do trabalho é constituída de introdução, desenvolvimento (revisão da literatura), considerações finais e referências.

2.1 Metodologia

Para a elaboração da análise textual dos trabalhos pesquisados, foi utilizado a metodologia proposta por Bardin (2009), cujo trabalho oferece ferramentas de análise textual que utilizam procedimentos de descrição de ideias, através da interpretação de conteúdos que levam em consideração a linguagem empregada na transmissão de ideias e a estrutura dos textos, através da ótica da objetividade, da homogeneização e da exclusividade das informações presentes.

Tais ideias contribuíram para a construção lógica do trabalho, por meio da estruturação do texto, que aborda os conceitos de Sensoriamento Remoto, através da exposição das potencialidades da técnica, de sua evolução, os elementos que compõem a técnica e a aplicabilidade na elaboração de alguns estudos na esfera urbana.

3. O SENSORIAMENTO REMOTO

De acordo com Almeida (2010), o avanço do



Sensoriamento Remoto no Brasil está diretamente vinculado à atuação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), com sede em São José dos Campos-SP (administrado atualmente pelo Ministério da Ciência e Tecnologia) cuja atividade na década 1970, foi destinada a realização de estudos que utilizavam dados providos de satélite de observação meteorológica e de comunicação e que representou pioneirismo nas atividades espaciais, através de ações conjuntas de Brasil e EUA (Estados Unidos da América). O primeiro satélite destinado a atividades civis comerciais de observação foi o ERS (*Earth Resources Satellite*), que posteriormente passou a ser denominado LANDSAT I e possuía antenas de recepção de dados nos referidos países americanos. Ainda de acordo com a autora, o Inpe mantém em órbita outros satélites construídos em parceria com outros países como CBERS – (*China Brazil Earth Resources Satellite*), o MIRAX (destinado ao estudo de raios cósmicos), entre outros.

Com a evolução das ferramentas utilizadas, houve um progresso no processo de obtenção de informações pertinente aos estudos urbanos, através do surgimento da possibilidade de se alcançar áreas de difícil acesso de pesquisadores. Para Machado (2008), o Sensoriamento Remoto é o modo de obtenção de dados a distância, a partir da utilização conjunta de modernos sensores e equipamentos de processamento e transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, entre outros. Estes equipamentos coletam a energia proveniente de um objeto que se deseja avaliar e a converte em um sinal passível de ser registrado e apresentado em forma adequada a extração de informações. Para Machado (2013), as imagens apresentam propriedades especiais que oferecem vantagens únicas para o estudo da superfície da Terra, possibilitando o reconhecimento de padrões de posição, forma e tamanho, o que permite monitorar as mudanças ao longo do tempo, por meio da extração de dados e informações que seriam de difícil aquisição por outros meios.

No que se refere a evolução dos estudos do espaço urbano, Lombardo e Machado (1996) e Machado

(2013) convergem sobre a aplicação das técnicas que utilizam imagens de satélite para a obtenção de dados. Para Lombardo e Machado (2013), as vantagens de se utilizar um Sistema (GIS) em qualquer procedimento de gerencia do espaço têm sido amplamente demonstrados, devido ao fato de as informações obtidas serem armazenadas em uma base de dados alfanuméricos e poder ser objeto de busca segundo determinado critério temático, territorial ou combinada, para produzir mapas derivados, que representam relações reais ou hipotéticas. Dessa forma, o sistema executa uma série que permite obter, superposições transformações, desenhos de novos mapas, cálculos, etc, que subsidiam a tomada de decisões em diferentes níveis, com grande objetividade e de maneira confiável, por meio da análise a partir do espaço georreferenciado.

Outro ponto levantado na discussão acerca dos estudos urbanos, está relacionado ao processo dinâmico de transformação das cidades, que dificulta a obtenção de informações atualizadas capazes de mensurar a realidade. Leite e Brito (2011) citam que essas deficiências podem ser reduzidas com a aplicação do uso imagens de alta resolução.

Para Leite e Brito (2011), a expressão alta resolução refere-se à imagem da superfície terrestre, captada por sensores orbitais, inicialmente com resolução espacial próxima a 5 metros, entretanto, com o avanço da tecnologia militar, houve significativa evolução na captação de informações, permitindo que a imagem atingisse resolução inferior a 1 metro. Dessa forma, o suporte das imagens de alta resolução foi decisivo para o uso do solo urbano, uma vez que para mapear os alvos intraurbanos é necessária uma escala que possibilite maior detalhamento, logo, há necessidade de uma base compatível com a escala pretendida.

Machado (2008) cita que os principais suportes empregados na obtenção de imagens, compreendem a escala terrestre, aéreo e espaçonaves. Na esfera terrestre, são usados equipamentos a nível do solo como caminhos, edifícios altos, torres de caixa d'água e escadas. No caso do imageamento aéreo, são



utilizados aviões, helicópteros e veículos que atuam dentro da atmosfera e por fim, os instrumentos no espaço ou orbital, são basicamente os satélites.

3.1. Radiação Eletromagnética (REM)

Para Strabeli (2016) o Sensoriamento Remoto pode ser entendido como a ciência que estuda eventos e processos que ocorrem na superfície terrestre por meio da utilização de sistemas sensores, cujas informações são obtidas através da radiação eletromagnética (REM), com alvo e ondas de diferentes comprimentos, que viajam no vácuo à velocidade da luz. Para Machado (2008) é comum a classificação de ondas eletromagnéticas quanto ao seu comprimento e localização dentro do espectro eletromagnético.

Para Machado (2008), o espectro eletromagnético é a distribuição da radiação em relação ao seu comprimento de onda ou frequência, cuja concepção engloba a luz de diferentes formas. Segundo ele, as radiações podem ser classificadas em raio gama, raio X, radiação ultravioleta, radiação visível (luz), radiação infravermelha, micro-ondas e ondas de rádio. Essa divisão é realizada com fins didáticos e práticos, pois o espectro é contínuo e não há diferenças brutas entre as formas de radiação. As diferenças basicamente estão no comprimento das ondas e nas frequências de radiação, que distinguem suas características, como o poder de penetração dos raios X ou o aquecimento do infravermelho. Dessa forma, uma fonte como o sol, pode emitir luz dentro de um espectro variado.

Conforme relato de Machado (2008), as denominações para as radiações eletromagnéticas, além de didáticas e práticas, são também de cunho histórico ou dos processos utilizados na sua produção ou determinação. Dessa forma as radiações são conhecidas como mostra o quadro 01.

Conforme exposição feita por Jacintho (2003), ao incidir em uma superfície, a REM interage de diferentes formas, podendo ser refletida, absorvida ou transmitida, o que permite definir alguns princípios

que compõe as atividades relacionadas ao Sensoriamento Remoto, a Absorbância, a Refletância e a Transmitância.

Quadro 01 – Funcionamento de sensores ativos e passivos.

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Radiação Gama	Emitida por materiais radioativos e pelo Sol. Localiza-se no espectro eletromagnético antes do raio X, ou seja, aquém de 1 angstrom. Possui altas frequências e, por isso, é muito penetrante (alta energia). Na prática, tem aplicações na medicina (radioterapia) e em processos industriais, principalmente na conservação de alimentos.
Raio X	Esta denominação foi dada por seu descobridor, o físico alemão Wilhelm Rontgen, em 1895, por não conhecer suas trajetórias. Os raios X surgem do interior da eletrosfera do átomo, por rearranjos eletrônicos. São muito usados em radiografias e em estudos de estruturas cristalinas de sólidos. Os raios X provenientes do Sol são absorvidos pelos gases na atmosfera.
Radiação Ultravioleta (UV)	Estas radiações são muito produzidas durante as relações nucleares do Sol. Entretanto, ao atingir o topo da atmosfera terrestre, são quase todos absorvidos pelo gás ozônio (O ₃). O espectro do UV é dividido em três bandas: UV distante e UV máximo.
Radiação visível (luz)	Conjunto de radiações eletromagnéticas compreendidas entre 0,30 e 0,70 µm. As radiações contidas nesta faixa de comprimento de onda, ao incidirem no sistema visual humano, são capazes de provocar uma sensação de cor no cérebro.
Radiação infravermelha (IV)	Conjunto de radiações eletromagnéticas cujos comprimentos de onda variam de 0,7 a 1000 µm (1 mm). Também são denominadas de radiação térmica.
Micro-ondas	Radiações eletromagnéticas que se estendem pela região do espectro de 1000 µm até cerca de 100 cm. São mais comumente referenciadas em Hertz e seus múltiplos, estando, neste caso, compreendidas entre 300 MHz a 300 GHz.
Ondas de rádio	Conjunto de radiações com frequências menores que 300 Mhz (comprimento de onda maior que 100 cm). Estas ondas são utilizadas principalmente em telecomunicações e radiodifusão

Fonte: Adaptado de Machado (2008).

A absorbância é o percentual de energia radiante que incide sobre uma determinada superfície e é absorvida por ela, no caso da refletância um percentual da energia incidida é refletida e que são detectadas pelos sensores que compõe o Sensoriamento Remoto, e por último a transmitância consiste no quantitativo de energia emitida que penetra sobre a superfície estudada.

3.2. Sistemas Sensores

O Sensoriamento Remoto trabalha também com diferentes formas de aquisição de dados, conforme relatado por Strabeli (2016). Para a autora, os



sensores utilizados no funcionamento das técnicas de sensoriamento são classificados em ativos e passivos. Os ativos possuem origem própria de luz, não depende de uma fonte externa para irradiar o alvo. Os sensores passivos, são responsáveis por medir a radiação refletida pelos alvos, e que provem de uma fonte de iluminação externa, como por exemplo o *Leaf Cleap* (unidade com luz própria, que é acoplada ao sensor passivo).

No pensamento exposto por Machado (2008), os sistemas sensores são agrupados em três categorias (câmeras fotográficas, sensores eletrônicos passivos e sensores eletrônicos ativos), cuja resolução varia de acordo com a tecnologia empregada e a plataforma utilizada. Os sistemas fotográficos apresentam algumas vantagens como a operação de baixo custo, com alto grau de detalhamento espacial e integridade geométrica. No caso dos sensores eletrônicos, é possível observar uma larga faixa espectral de sensibilidade com superior potencial de calibração, que permite armazenar e transmitir dados eletronicamente.

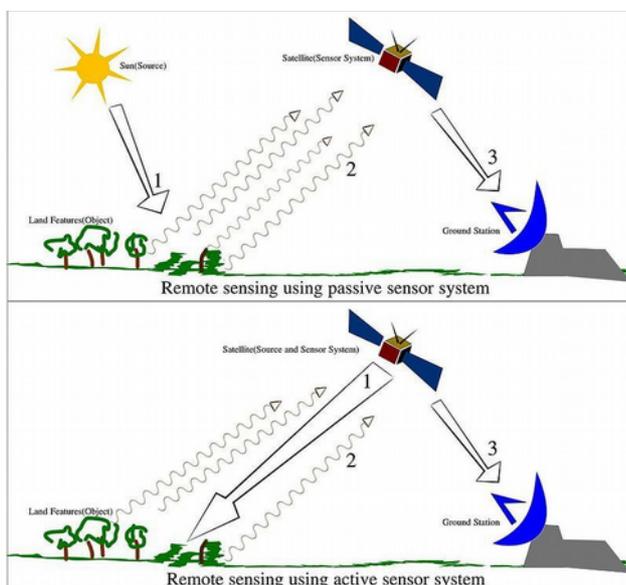


Figura 01 – Funcionamento de sensores ativos e passivos. Fonte: GANGORRA, A. O. Sensoriamento Remoto – conceitos e um pouco da história. Disponível em: <https://goo.gl/uddm8a>. Acesso em 31 de maio de 2017.

Ainda de acordo com Machado (2008), os sensores eletrônicos são classificados segundo a origem da energia (passivo ou ativo), onde o primeiro mede a

radiação solar refletida pela superfície terrestre e também a capacidade de medir a radiação termal do planeta. O segundo é responsável por medir a radiação relativa à faixa das micro-ondas, emitidas pelo próprio sensor. A figura 01 demonstra de forma esquemática, a emissão e a captação de ondas nas formas passivas e ativas.

É possível observar também, que os sensores eletrônicos possuem algumas variações quanto a resolução das imagens captadas. Para Machado (2013) a resolução é a habilidade do sistema sensor em distinguir entre respostas que são semelhantes espectralmente ou objetos próximos espacialmente, classificadas como resolução espacial, resolução radiometria e resolução temporal. A Resolução espacial é responsável por medir a menor separação angular ou linear entre dois objetos. No caso da Resolução espectral, é medido a largura das faixas espectrais e a sensibilidade do sistema sensor em distinguir entre dois níveis de intensidade do sinal de retorno. A Resolução radiométrica refere-se ao número de níveis de quantização digital usado para expressar o dado coletado por um sensor. Já a Resolução temporal trata-se da capacidade do sistema sensor de voltar a imagear uma mesma região da superfície terrestre (MACHADO, 2013).

3.3. Satélites, Sensoriamento Remoto e Planejamento Urbano.

De acordo com Polidoro e Pereira Neto (2009), o Sensoriamento Remoto brasileiro conta com um banco de dados de imagens (gerenciado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE) que é disponibilizado gratuitamente via internet, onde o usuário pode fazer o download de imagens de alta definição (imagens do período de 1973 à 2008) de vários lugares do mundo.

Os satélites utilizados são o LANDSAT-1, LANDSAT-2, LANDSAT-3, LANDSAT-5, LANDSAT-7, CBERS 2 e CBER2B. Ainda segundo os autores os satélites LANDSAT 1, 2 e 3 ficaram ativos entre os anos de 1973 à 1983, cuja resolução espacial chegava a 80m, podendo ser utilizado em diferentes



análises segundo a sua banda espectral (as bandas 3, 4 e 5 são recomendadas para análise de uso do solo, pois apresenta um contraste que possibilita distinguir os tipos de cobertura do solo exposto, de vegetação, estradas e áreas urbanas), os LANDSAT 5 e 7 (possuem 7 bandas) é empregado em análises de vegetação, uso do solo e mapeamentos geológicos e por fim o CBERS 2 e CBER2B, são dotados de uma melhor resolução espacial, fornecendo imagens de uma faixa de 113 Km de largura a uma resolução de 20m da câmera CCD.

O uso do Sensoriamento Remoto no planejamento urbano, têm contribuído para à eficácia da gestão, abrindo precedentes para que cada municipalidade tenha suas características e necessidades respeitadas, baseado em estudos como a gestão do transporte, a distribuição sócio econômica, a qualidade de vida da população, o uso e ocupação do solo, a inferência populacional, dentre outras. Segundo da Silva e Araki (2015) as bases do planejamento urbano consistem em mapear as edificações, de modo que possibilitem o adequado uso do solo, a quantificação das áreas impermeáveis e permeáveis e o estudo do crescimento. Neste contexto, as imagens de alta resolução viabilizam a obtenção de dados em grande escala e a redução de tempo demandado para tal tarefa, facilitando o monitoramento das dinâmicas urbanas.

De acordo com Kawashima (2011), o Sensoriamento Remoto contribui com a análise e a elaboração de um diagnóstico que subsidia o planejamento do uso de terras nas áreas urbanas, com a visualização da expansão de manchas urbanas, bem como a identificação da direção do crescimento de uma cidade.

Para Silva et al. (2012), o aumento da mancha edificada está vinculado ao crescimento econômico e demográfico, que potencializou o desenvolvimento de extensos contínuos urbanizados e a consequente consolidação das áreas metropolitanas, determinando fortes mudanças na paisagem e nas estruturas urbanas. Este cenário passou a demandar a elaboração e o monitoramento do mapeamento das

edificações urbana, como uma forma de controle da expansão. Da Silva e Araki (2015), entendem que as novas tecnologias trouxeram grande avanço neste quesito, já que incentivam à utilização de dados e imagens orbitais para mapeamento no âmbito urbano e confrontam as atividades tradicionais de coleta de dados, que se constitui uma atividade onerosa e, portanto, leva a necessidade e se desenvolver métodos capazes de agilizar este procedimento.

Em grande parte das cidades brasileiras, o inchaço populacional evidenciou falhas graves na gestão, com o agravamento de problemas de caráter social, econômico, sanitário, ambientais e urbanístico. Para Prudencio e Filetti (2012), com o processo contínuo de crescimento das cidades e consequente expansão territorial, o planejamento urbano assume relevante importância para a sociedade atual, bem como as gerações futuras, de modo a garantir que a cidade cumpra suas funções sociais de proporcionar a população, habitação, condições adequadas de trabalho, recreação e de circulação humana.

De acordo com Jordão e Oliveira (2013), o planejamento urbano deve atuar neste campo, já que pode ser entendido como um procedimento de criação e desenvolvimento de programas destinados a gestão do território, que trabalham com processos de produção, estruturação e apropriação do espaço e tem por intuito proporcionar uma melhoria nas condições de habitação do meio urbano.

3.4. Sensoriamento Remoto, análise do uso do solo, estudos sócio econômicos e de qualidade de vida baseados em imagens de alta definição

De acordo com Almeida (2010), em estudos sobre o uso do solo, as ferramentas de Sensoriamento Remoto são empregadas na produção de mapas digitais, em alguns casos, com informações derivadas das imagens extraídas de algum satélite, que possui utilidade para alimentar análises de aptidão de sítio, destinadas a encontrar localizações ótimas para determinados usos do solo. É importante destacar a importante função do Sensoriamento Remoto no cenário do planejamento Urbano. Para Volpe e Lombardo



(2011), os métodos de informações digitais, evoluídos nas últimas décadas, tem se mostrado capazes de organizar e representar dados, através da utilização de imagens aéreas para a demonstração instantânea e estática das características do espaço.

Volpe e Lombardo (2011) afirmam também que a evolução destas ciências possibilitam que o Sensoriamento Remoto e os SIG sejam usados em uma gama cada vez mais variada de trabalhos, visando fornecer subsidio para o planejamento de áreas urbana. Dessa forma, um SIG é capaz de armazenar, gerenciar e manipular dados geográficos advindos de fontes como produtos cartográficos, dados numéricos e produtos de Sensoriamento Remoto por meio de técnicas computacionais e matemáticas, que podem representar as características do uso do solo e a sua dinâmica por meio de intervalos de tempo.

Conforme relato de Almeida (2011) no âmbito do contexto socioeconômicos a utilização de ferramentas de análise espacial tem ganhado notoriedade na construção de mapas que especializam os índices de exclusão social, geralmente construídos com base nos níveis de renda e educação dos habitantes de determinada localidade. Dessa forma, diferentes métodos de análise espacial podem revelar elementos que constituem específicos fenômenos sociais. No estudo realizado por Morato et al. (2005), pode ser verificado o uso de ferramentas do Sensoriamento Remoto e de SIG para a materialização dos indicadores socioeconômicos e de qualidade de vida, reunidos na construção de mapas temáticos, que permitem a efetividade da análise contextual.

3.4.1. Caracterização de Inferência populacional urbana por meio de ferramentas SIG e de Sensoriamento Remoto

Atualmente, as imagens de alta definição têm sido empregadas para tentar estimar a inferência populacional. Amaral et al. (2005) afirmam que o mapeamento da densidade da população urbana através da análise de imagens de Sensoriamento Remoto, tem sido usada como uma alternativa às

ferramentas convencionais de representação da população. No entanto, estas técnicas possuem aplicabilidade possível apenas em cidades ou áreas de pequeno porte, no caso de grandes escalas (como nacional ou regional), não haveria viabilidade econômica. Ainda segundo os autores, de modo geral, o Sensoriamento Remoto será mais eficiente em aplicações onde se pretende alocar a densidade populacional para uma determinada área, de população conhecida, ao invés de estimar a contagem da população propriamente dita, de modo que a densidade de uma população pode ser representada através de uma estrutura mais refinada, em superfícies regulares que descrevem a densidade por unidade de área.

Para Almeida (2010), estimativas populacionais utilizando estas técnicas, são importantes pois podem contribuir para a gestão de assentamentos informais, situados em áreas de riscos (aspectos de segurança frente a possibilidade de desastres naturais), já que estudos baseados em entrevistas domiciliares, nestes casos, se tornam enviáveis em função do tempo e de recursos.

3.4.2. Planejamento e Gestão dos transportes urbano

Promover o equilíbrio da matriz de transporte tem se tornado cada vez mais um dos desafios das cidades contemporâneas. De acordo com Alves e Raia Junior (2009), o aumento da frota de veículos no espaço urbano promove alterações na operação e na gestão do sistema viário, fato que evidencia a necessidade de se desenvolver novas metodologias de análise e estudos sobre o assunto, que proporcione a melhoria no funcionamento da mobilidade e da acessibilidade urbana. Dessa forma, Schmitt et al. (2013) discorre sobre as potencialidades do Sensoriamento Remoto nos estudos urbanos de mobilidade. Para eles, os métodos de pesquisa que utilizam tecnologias do Sensoriamento Remoto e de SIG, potencializam a produção de mapas temáticos, ampliando os horizontes de aplicação para o planejamento urbano.

Schmitt et al. (2013) expõem também em sua obra,



uma proposta de implantação de um novo modo de transporte para a cidade de Florianópolis e região, o VLT. Este estudo adota o uso do Sensoriamento Remoto e do SIG para representar as etapas do projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da elaboração deste trabalho, verificou-se que o emprego das técnicas de SIG nos estudos de transporte e planejamento urbano, tem se mostrado uma alternativa para a melhoria na obtenção de informações sobre a realidade urbana, que constantemente enfrenta como empecilhos a falta de profissionais capacitados e a dificuldade na coleta de informações que consigam mensurar a realidade de determinada localidade, essenciais para a composição de uma base de dados que subsidie as ações de intervenções sobre determinado problema.

REFERÊNCIAS

ALVES, Claudia Durand; FLORENZANO, Teresa Gallotti; PEREIRA, Madalena Niero Mapeamento de áreas urbanizadas com imagens Landsat e a classificação baseada em objeto. **Revista Brasileira de Cartografia**. Sociedade Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, v. 62, n. 02, p. 189–198, 2010.

ALVES, Priscilla; RAIÁ JUNIOR, Archimedes Azevedo. Mobilidade e Acessibilidade Urbanas Sustentáveis: A Gestão da Mobilidade no Brasil. In: **Congresso de Meio Ambiente da AUGM**, 6., 2009, São Carlos. Artigo completo, São Carlos.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

DA SILVA, Felipe Martins Marques; ARAKI, Hideo. Integração de dados de Imagens Orbitais de Alta Resolução e ALS para detecção semi-automática de Edificações em áreas urbanas. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, v. 21, n. 3, p. 548–571, jul-set, 2015.

DE ALMEIDA, Claudia Maria. Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano regional. **Revista arq. urb.**, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, n. 3, p. 98–123, 2010.

JACINTHO, Luiz Roberto de Campos. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto como ferramenta na gestão ambiental de unidades de conservação**: O caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Mono, São Paulo-SP. Dissertação

Dessa forma, o seu uso passou a ser difundido, devido a flexibilidade coletar dados de informações em regiões, de difícil acesso e oferecer aos planejadores a possibilidade de se discernir padrões e relações não aparentes quando observada no nível do solo e também a agilidade no processamento e disponibilização de informações.

Outro fator importante identificado através desta revisão de literatura, está ligado a importância da associação dos sistemas GIS e o Sensoriamento Remoto. Os sistemas GIS tem adquirido substancial importância na análise urbana e na modelagem, devido ao fato de trabalhar com dados de caráter multitemporais, multiespectrais e multiresolução, que permitem a transformação de informações em dados necessários para a compreensão do monitoramento dos processos urbanos e a consequente elaboração de estratégias de desenvolvimento.

(Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

JORDÃO FILHO, Renato da Silva; DE OLIVEIRA, Tatiana Souto Maior Planejamento e Sustentabilidade Urbana. **Caderno Organização Sistêmica**. v. 3, n. 2. p. 53–65. Julho 2013.

KAWASHIMA, Renata Sayuri. **Modelagem da dinâmica espacial das mudanças na cobertura da terra na região portuária da Baixada Santista**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2015.

LEITE, Marcos Esdras; BRITO, Jorge Luis da Silva. Sensoriamento remoto e SIG aplicados ao mapeamento do uso do solo urbano de Montes Claros/MG. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 15., 2011, Curitiba. Artigo Completo, Curitiba.

LOMBARDO, Magda Adelaide; MACHADO, Reinaldo Paul Pérez. Aplicação das técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográficas nos estudos urbanos. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 10, 1996.

MACHADO, Cláudia Aparecida Soares. **Determinação do Índice de Acessibilidade do Município de Osasco-SP pelo uso de imagens de alta resolução espacial e SIG** – Uma proposta metodológica. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2008.



MACHADO, Cláudia Aparecida Soares. **Técnicas de Sensoriamento Remoto para a identificação de áreas de concentração de Polos Geradores de Viagens**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MORATO, Rúbia Gomes; KAWAKUBO, Fernando Shinji; LUCHIARI, Ailton. Avaliação da qualidade de vida urbana por meio de técnicas de Geoprocessamento. In: **Encontro de Geógrafos da América Latina**, 10., 2005, São Paulo. Artigo completo, São Paulo.

POLIDORO, Maurício; PEREIRA NETO, Osvaldo Coelho. Análise da evolução da mancha urbana na cidade em Londrina-PR através das técnicas de Sensoriamento Remoto. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 14., Natal, 2009. Artigo completo, Natal-RN.

PRUDENCIO, Erivelton Alves; FILETTI, Claudia Regina gregório d'Arce. Implicações da implantação de loteamentos distantes da área urbana no planejamento urbano no município de Maringá-PR. In: **Simpósio de Pós-graduação em Engenharia Urbana**, 3, Maringá, 2012. Artigo completo, Maringá.

RAMOS, Diego Vieira. Programa de gestão de resíduos sólidos de construção e demolição. In: **Encontro Internacional de Produção Científica Unicesumar**, 9, Maringá, 2015. Artigo completo, Maringá.

SCHMITT, Anderson; ROSENFELDT, Yuzi Anai Zanardo; OLIVEIRA, Mirtz Orige; ROSOLEM, Gabriel Phelipe Nascimento; LOCH, Carlos. Proposta de mobilidade coletiva para a Região Metropolitana de Florianópolis pensada a partir de imagens do Satélite GeoEye e banco de dados de software SIG. In: **Simpósio Nacional de Sensoriamento Remoto**, 16., Foz do Iguaçu, 2013. Artigo completo, Foz do Iguaçu.

SILVA, Filipe Bbatista; MARQUES, Teresa Sá; DELGADO, Carlos. Processos de expansão urbana e mudanças na paisagem: ensaio metodológico (1950-200). **Revista da Faculdade de Letras: Geografia**, Universidade do Porto, Porto, v. 1, n. 3, p. 161–183, 2012.

STRABELI, Tila Fernanda. **Resposta hiperespectral na determinação do conteúdo de água na folha em diferentes espécies de Eucalyptus spp.** Dissertação – Mestrado em Ciências – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

VOLPE, Larissa Lucciane; LOMBARDO, Magda Adelaide. A análise do uso de terra no entorno do trecho oeste do Rodoanel Mario Covas na cidade de São Paulo por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 21, p. 24–44, 2011.



Remote sensing techniques employed in urban transportation studies

Diego Vieira Ramos⁶ André Fogolin Machado⁷ Mário Henrique Bueno Moreira Calfei⁸
Marcelo Luiz Chicati⁹ Generoso de Angelis Neto¹⁰

27 novembro 2017

Abstract – With the growth of cities, planning techniques began to subsidize space development, requiring a large volume of up-to-date information, which has hindered the occurrence of interventions capable of providing improvements in the urban environment. Thus, Remote Sensing, due to its dynamism, has contributed to the elaboration of new methodologies of studies related to the area. The present article, through a narrative review of the literature, has as general objective to verify the potential of the use of Remote Sensing in the study of issues related to urban planning, to characterize their possibilities in the urban setting. Thus, the elaboration of work can be justified by the eminent need to know the possibilities that the use of high definition images offers to the urban planning, and its importance in the elaboration of strategic measures that aim to promote the improvement in the ordering of the cities. Remote Sensing in urban studies has been shown to be an important alternative for the improvement of some scenarios, due to the fact that it simplifies the process of feeding the database with considerable precision, subsidizing the elaboration of new urban analysis methodologies. Its use has been popularized, due to the flexibility of use in several areas of studies. Another important factor identified through this literature review is the importance of the association of GIS and Remote Sensing.

Keywords: Remote Sensing. Urban Planning. Territorial Occupation. Urbanization. Urban Transportation Studies.

Correspondência:

Diego Vieira Ramos

Rua Afonso Pena, 995 apto 00, Tortor, Maringá, Paraná, Brasil.

Recebido: 15/09/2017

Aprovado: 27/11/2017

Como citar: RAMOS, Diego Vieira; et al. Técnicas de sensoriamento remoto empregadas nos estudos urbanos de transporte. *Syn. scy. UTFPR*, Pato Branco, v. 12, n. 1, p. 269–278. (NBR 6023) 2017. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: "registro apenas quando a revista for depositada no portal do PERI"



Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença **Creative Commons** Atribuição 4.0 Internacional.

⁶ diego.vieira.arquitetura@gmail.com, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

⁷ afogolin@msn.com, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

⁸ mariocalfe@gmail.com, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

⁹ mlchicati@hotmail.com, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

¹⁰ ganeto@hotmail.com, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.