

Simposio Argentino de Informatica y Derecho, SID 2013

## Veículo Aéreo não Tripulado: Uma Ferramenta de Auxílio na Gestão Pública

Antoninho João Pegoraro <sup>1</sup>, Juçara Salete Gubiani <sup>1</sup> e Jurgen W. Philips <sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Politécnico, Av. Roraima, 1000, Bairro Camobi, Santa Maria, RS. CEP: 97105-900 { [ajpegoraro](mailto:ajpegoraro@ufsm.br), [jgubiani](mailto:jgubiani@gmail.com) } @gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Engenharia Civil, Florianópolis-SC, [jphilips@gmx.net](mailto:jphilips@gmx.net)

**Resumo:** O artigo destaca o papel das geotecnologias como meio de inovação em serviços, particularmente na obtenção e processamento de dados relativos à ocupação territorial. O objetivo é discutir os desafios do uso do veículo aéreo não tripulado (VANT) modelo MD4-1000, como ferramenta de apoio para obtenção de imagens aéreas e posterior uso na gestão pública do Cadastro Técnico Multifinalitário. O trabalho aborda questões relativas ao mapeamento da ocupação territorial para o planejamento e monitoramento das transformações ambientais. Para o teste, foram utilizadas duas áreas em dois municípios no interior do Rio Grande do Sul, Brasil. A metodologia, em ambos os casos, consistiu num voo sobre as áreas de interesse para obtenção das fotografias com sobreposição e posterior reconstituição da cena usando recursos de mosaico. A georreferencia foi por levantamento a campo por Real Time Kinematic (RTK). Os dados obtidos nas duas áreas apresentaram resultados satisfatórios para captura das imagens e o tratamento das informações no âmbito do Cadastro Técnico Multifinalitário. Os resultados tornaram possível concluir sobre o potencial de uso desses recursos na gestão pública.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Veículo Aéreo Não Tripulado. Gestão Pública.

**Abstract.** *The article highlights the role of geotechnology as a means of innovation in services, particularly in obtaining and processing data related to territorial occupation. The objective is to discuss the challenges of using unmanned aerial vehicle (UAV) model MD4-1000, as a support tool to obtain aerial images and subsequent use in the management of public Multipurpose Technical Cadastre. The work approaches issues of territorial occupation mapping for planning and monitoring of environmental changes. For testing, we used two areas in two municipalities in interior of Rio Grande do Sul, Brazil. The method, in both cases a flight consisted of areas of interest to obtain pictures with overlapping and subsequent reconstitution using features from the scene mosaic. The georeferenced was by the field survey by Real Time Kinematic (RTK). The data obtained in the two areas showed satisfactory results for capturing images and processing of information within the Multipurpose Technical Cadastre. The results made it possible to conclude on the potential use of these resources in public administration.*

**Keywords:** *Geoprocessing. Unmanned Aerial Vehicle. Public Management.*

## 1 Introdução

Ao longo do tempo, indicadores econômicos mostram que países que primam pela educação e pelo conhecimento, possuem excelência na ciência, na tecnologia e na inovação (C,T&I). Ao deter o conhecimento, esses países passam a interferir diretamente nos rumos da economia mundial. É a Revolução da Informação, rompendo fronteiras entre países e empresas, são os recursos do conhecimento definindo os avanços tecnológicos [1].

Nesse contexto, as indústrias se reinventam: modificam padrões estabelecidos pela Revolução Industrial e redesenham os processos de produção em detrimento a uma nova era de sustentabilidade, centrada nos recursos do conhecimento e nas facilidades das novas tecnologias advindas dessa condição. As áreas de eletrônica e da informática se colocam à disposição da indústria no desenvolvimento de novos produtos para atender com eficiência às demandas de uma sociedade cada vez mais exigente e consciente. A tecnologia, os recursos computacionais são integrados aos equipamentos, a microeletrônica, sensores de estabilização miniaturizados passaram a incorporar veículos robotizados, por exemplo.

O Século XX foi marcado por inovações em todas as áreas do conhecimento, uma “inovação puxa a outra” e as grandes mudanças tecnológicas são acompanhadas de transformações econômicas, sociais e institucionais [2]. Nesse universo, a área de Cadastro Técnico Multifinalitário, representa um campo de atuação profissional e sua eficiência depende do uso de tecnologias para medição de imóveis e mapeamentos temáticos tais como: fundiário, uso do solo, geologia, planialtimétrico, rede viária e rede elétrica.

O Cadastro Técnico, para ser Multifinalitário, deve atender ao maior número de usuários possíveis, o que exige que se criem produtos e tecnologias que os tornem acessíveis para gestão. Nesse sentido, o artigo objetiva discutir os desafios e o papel do VANT MD4-1000 como ferramenta de apoio à gestão pública do Cadastro Técnico Multifinalitário. Pretende-se demonstrar aos gestores públicos que, por meio das tecnologias de geoprocessamento em conjunto com outras ferramentas fornecidas pela Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), é possível melhorar a toda de decisão do gestor público e por consequência, a gestão do patrimônio público.

O artigo esta organizado da seguinte forma: a seção dois apresenta o aporte teórico ao trabalho. A terceira seção apresenta os materiais e métodos utilizados e a quarta seção discute os resultados e a quinta seção apresenta as considerações finais da pesquisa até o presente momento.

## 2 Aporte Teórico

Para dar o embasamento teórico ao trabalho, essa seção discute a teoria que trata do conhecimento e da tecnologia como o princípio da mudança que vem ocorrendo na sociedade, no modelo econômico dos países. Discute a fotogrametria que estuda objetos físicos tais como o registro, medição e interpretação de imagens fotográficas. Revisa a teoria acerca do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) como fonte de análise para a arrecadação municipal, uso dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) e o geoprocessamento como forma de obtenção e processamento de imagens

em locais de difícil acesso para tratamento de informações no âmbito da gestão pública.

## **2.1 Conhecimento e Tecnologia**

Em transformação, o modelo econômico permanece capitalista, porém agora centrado nos recursos do conhecimento e nas ferramentas disponibilizadas pelas TIC's. Nesse contexto, Thomas Friedman defende a tese da inexistência de fronteiras entre países e do papel do conhecimento como diferencial de competitividade: um “mundo plano” cuja base de valores está no conhecimento [3]. Nessa mesma linha, no final do Século XX, Peter Drucker escreve sobre a uma sociedade pós-capitalista, cuja produtividade somente poderá ser aumentada pela aplicação do conhecimento ao trabalho [4].

Afinal, o que é conhecimento? O conhecimento resulta de uma mistura de elementos, não é puro nem simples, é fluido e formalmente estruturado, é intuitivo e, portanto, difícil de ser colocado em palavras ou de ser plenamente entendido em termos lógicos. Ele existe dentro das pessoas e, por isso, é complexo e imprevisível [5], [4], [6].

O conhecimento depende diretamente da análise do ser humano, inclui reflexão e síntese de um determinado contexto. Para ele as informações são valiosas e difíceis de gerenciar, é o resultado da interferência em um contexto, tem significado e resulta de uma interpretação a respeito da realidade modelada [7]. Em síntese: alguém refletiu sobre um conhecimento, acrescentou a ele sua própria sabedoria considerou suas implicações mais amplas.

Empresas que executam seus processos com qualidade apoiadas por “dados” de qualidade, tem maior capacidade de se manter no mercado. Essas empresas, munidas de arsenais tecnológicos, terão os elementos abstratos como inovação, capital intelectual, informação e conhecimento acumulados e estruturados de forma adequada para enfrentar as demandas do mercado.

Independente das discussões acerca de conhecimento e tecnologia, o papel das TICs reside em contribuir para a aquisição, tratamento e disseminação de informação e conhecimento para melhorar a tomada de decisão. As tecnologias contextualizam três domínios distintos, embora ligados entre si: i) o processamento, o armazenamento e a recuperação de informações; ii) o controle e automatização de máquinas e processos; e iii) a disseminação das informações [8].

A próxima seção descreve o processo de fotogrametria, cujo papel neste artigo é mostrar como a geração de dados cartográficos contribui para a gestão pública municipal.

## **2.2 Processo de Fotogrametria**

Fotogrametria pode ser definida como sendo a arte, a ciência e a tecnologia de se obter informações seguras sobre objetos físicos e do meio ambiente por meio de processos de registros, medição e interpretação de imagens fotográficas [9]. Já a aerofotogrametria refere-se às operações realizadas com fotografias da superfície terrestre, obtidas por uma câmara de precisão com o eixo ótico do sistema de lentes

mais próximo da vertical e montada em uma aeronave especialmente preparada. A técnica é utilizada nas atividades de mapeamento para a cartografia, no planejamento e desenvolvimento urbano [10].

A Fotogrametria utilizada na geração de dados cartográficos, por muitos anos, era a única forma de mapeamento para grandes áreas. Com a evolução da informática e das técnicas de processamento digital de imagens, surgiu a Fotogrametria Digital. O sensoriamento remoto, inicialmente considerado como um ramo da fotogrametria surgiu como tecnologia de geração de dados. Nesse contexto, sistemas orbitais com sensores de alta resolução, imageando periodicamente a terra, combinados com o processamento de imagens, oferecem diversas possibilidades de extração de informações e análises temporais.

A fotogrametria a curta distância, por possibilitar fazer medições rápidas, completas, precisas e também, por ser uma técnica de não contato com o objeto medido, possui diversas aplicações na arquitetura e fundamentalmente no campo da documentação de monumentos e herança cultural. Muitos desses trabalhos exigem diferentes níveis de precisão e homogeneidade geométrica segundo o objetivo final do trabalho [11].

O resultado do uso de várias fotos resulta uma montagem o produto final produto é denominado de mosaico [12]. As fotocartas e os mosaicos tem como vantagens: a representação de uma infinidade de elementos planimétricos (casas, estradas, caminhos, vegetação), que não estariam presentes na carta topográfica. A preparação é mais rápida e a interpretação é mais simples e intuitiva. Como desvantagem destaca-se: à falta de correção dos vários erros existentes nas fotografias aéreas, o deslocamento devido ao relevo (variações da altitude de voo e inclinações da câmara).

### 2.3 Cadastro Técnico Multifinalitário

Um Cadastro Técnico Multifinalitário compreende as medições que é a parte da cartográfica que compreende até a avaliação socioeconômica da população; a legislação que envolve questões sobre as leis vigentes, analisa a coerência com a realidade regional e local e a parte econômica que considera a forma mais racional de ocupação do espaço, desde a ocupação do solo de áreas rurais até o zoneamento urbano [13].

No estágio atual das tecnologias e na busca da modernização administrativa, a utilidade do geoprocessamento como ferramenta fundamental na gestão pública não pode mais ser contestada [14]. A discussão centra-se, em questões sobre quando começar a implantá-lo e em como fazê-lo, especialmente considerando que os custos envolvidos ainda são altos e o retorno do investimento nem sempre aparece de forma explícita e imediata. Assim, seria inadmissível que em pleno século 21, com o estágio atual das tecnologias, com a escassez de recursos e com o controle cada vez mais rígido do gasto público, uma Prefeitura continue usando métodos arcaicos, lentos e inseguros na manutenção de seus dados e informações e nos processos de tomadas de decisão.

Para o autor, o geoprocessamento é o aliado ideal para racionalizar o gasto público direcionando-o aos locais geográficos onde as ações são mais urgentes. A inclusão social só será possível se os fatos geradores da miséria, da fome, do desemprego e das

doenças forem localizados e visualizados no contexto espacial. Uma administração transparente impõe a disponibilização de informações permanentemente atualizadas, fidedignas e georreferenciadas.

Os princípios do Cadastro 2014 no futuro baseiam-se em seis declarações: mostrará a situação legal completa do território (incluindo o direito público e as restrições); acabará a separação entre os registros gráficos (cartografia) e os alfanuméricos (atributos); a modelagem cartográfica substituirá a cartografia tradicional; todo o sistema de informação será digital; haverá uma grande participação do setor privado no cadastro (privatização parcial ou inclusive total); dados serão vendidos a usuários com os quais será possível fazer novos investimentos, procurando-se a melhoria do sistema e ou a atualização [15].

## 2.4 Geoprocessamento

Com o advento das tecnologias de informação e comunicação, as tecnologias de Geoprocessamento são evidenciadas. Especificamente, geoprocessamento trata do processamento informatizado de dados georreferenciados, cujo objetivo é espacializar o homem e seus feitos no ambiente que se encontram.

O geoprocessamento compreende as atividades de aquisição, tratamento e análise de dados sobre a terra. Para tal é necessário um conjunto de tecnologias para a coleta de imagens da superfície do planeta. Esse processo envolve ferramentas de Sistemas de Informação Geográficos (SIGs) que suportam o processamento e análise de dados de mapas digitais e o sensoriamento remoto (aquisição de informações de um determinado objeto por meio de um sensor) [16]. É um ambiente computacional orientado à análise e interpretação de diversos fatos e fenômenos relacionados com a terra.

Seu surgimento data do final do século XX, considerado como uma ferramenta de tecnologia e inovação para interpretações relacionadas ao espaço. O geoprocessamento é um conjunto de técnicas que permitem realizar análises espaciais, manipular e gerenciar informações espaciais georreferenciadas com uma agilidade e precisão. Incorpora tecnologias de última geração, reacionam satélites de observação da terra, técnicas de mensuração por sistemas de posicionamento, até sofisticados programas e equipamentos de informática [17].

Sendo a informação um patrimônio, um bem que agrega valor e dá sentido às atividades que a utilizam, no caso específico do tratamento de imagens, é necessário fazer uso de recursos de tecnologias de informação de maneira apropriada, usar ferramentas, sistemas ou outros meios para geração de informações diferenciadas para melhorar a tomada de decisão dos gestores.

As formas mais tradicionais de levantamentos de dados são a coleta a campo por meio de sensoriamento remoto. Essa coleta pode ser por satélite imageadores ou por levantamentos aerofotogramétricos. As imagens por satélites tem a vantagem de atingir grandes áreas, porém a resolução é temporal e normalmente tem um custo elevado.

Desde o aparecimento da fotografia até os modernos sistemas sensores a bordo de satélites e os sistemas de posicionamento global, são utilizados dados coletados

remotamente para aplicação nas diversas áreas que necessitam de informação atualizada e georreferenciada. Aliado a isso, há um vasto campo de aplicação das imagens aéreas e, em alguns casos, a rapidez com que estas são obtidas pode ser fator decisivo para o estudo de um sistema, de fenômenos ambientais, ou simplesmente para apoio técnico principalmente para áreas de difícil acesso. Uma alternativa para estes casos é o levantamento fotográfico por voo com uma aeronave radiocontrolada, equipada com uma câmara convencional acionada por um dispositivo de disparo a distância ou programada para este fim.

## 2.5 Veículos Aéreos não Tripulados

Com os avanços da engenharia de controle e ciência dos materiais, foi possível desenvolver pequenos VANTs quadrirotores também conhecidos como Microdrones ou simplesmente Drones, que podem ser equipados com câmeras ou outros sensores, e operados por uma estação de controle no solo. São veículos originalmente desenvolvidos para fins militares, que passaram a ser utilizados em aplicações civis. Dessas aplicações, destacam-se a obtenção de imagens aéreas convencionais – em tempo real podem ser transmitidas a uma estação base – a obtenção de imagens infravermelhas e modelos estereoscópicos para fotogrametria [18].

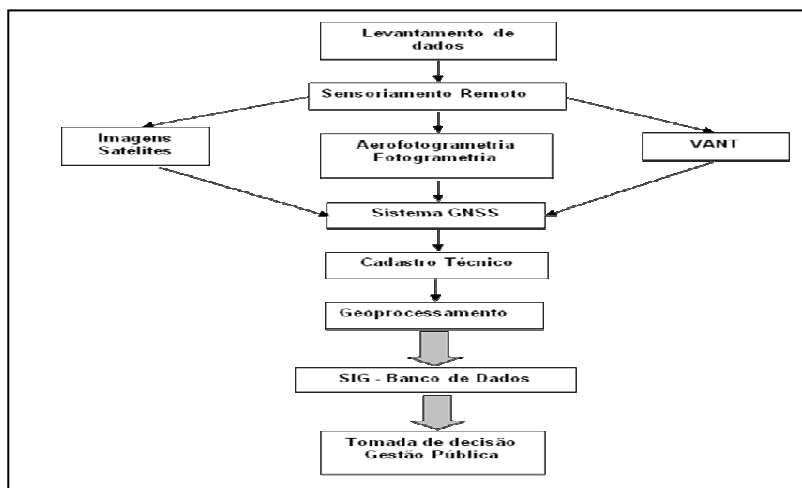
Se um VANT é capaz de voar automaticamente em uma trajetória pré-definida, a gama de aplicações possíveis é ampliada de forma significativa [19]. Em seu artigo, aborda o desenvolvimento da integração dos sistemas de navegação GPS / INS / MAG e um navegador waypoint para decolagem e pouso vertical com tecnologia Vertical Take-Off and Landing (VTOL), para um helicóptero com quatro rotores não tripulado e com peso de decolagem inferior a 1 kg. Após completar a aquisição de dados, as imagens obtidas pelo VANT foram “costuradas” para uma visão panorâmica, dando uma visão geral da área em estudo. Usando as imagens não retificadas, concluiu que já era possível identificar a estrutura principal e até mesmo reconhecer características que não eram visíveis a partir do solo [20].

## 3 Materiais e Métodos

O artigo relaciona o Sistema de Informação Geográfica (SIG ou *GIS - Geographic Information System*), formado pelo hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem.

Usando um SIG, é possível separar informações em diferentes camadas temáticas e armazená-las independentemente. Esse recurso diminui a complexidade e permite ao usuário relacionar a informação existente por meio da posição e topologia dos objetos e assim gerar uma nova informação.

A Figura 1 apresenta um esquema demonstrativo do entrelaçamento de um SIG de geoprocessamento aplicado na gestão pública.



**Figura1.** Esquema do envolvimento do geoprocessamento à gestão pública.

### 3.1 Materiais

Este artigo busca relacionar as ferramentas das geotecnologias com as necessidades da gestão administrativa utilizando-se para tal de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) no levantamento de dados por imagens aéreas. O veículo aéreo relacionado é um *Microdrone* MD4-1000. A Figura 2 apresenta o equipamento em operação.



**Figura 2.** MD4-1000 em operação equipado com a câmera Olympus EP1.

O veículo foi desenvolvido pela empresa alemã Microdrone GmbH e possui as características de VTOL que qualifica o equipamento para decolar e pousar na vertical utilizando-se para isso reduzidos espaços livres. A câmera fotográfica acoplada utilizada na pesquisa é uma Olympus EP1, 12 megapixels, equipada com

uma objetiva de 17mm. O conjunto completo formou o sistema fotográfico para a tomada de imagens aéreas.

### 3.2 Método

Com o advento das tecnologias de informação e comunicação, as tecnologias de Geoprocessamento são evidenciadas. Especificamente, geoprocessamento trata do processamento informatizado de dados georreferenciados, cujo objetivo é espacializar o homem e seus feitos no ambiente que se encontram.

Para os dois voos testes, primeiramente definiu-se a área de interesse, após a equipe deslocou-se até uma clareira próxima da área, num local que servisse de ponto de decolagem. Este ponto tinha como exigência que a vegetação rasteira não ultrapassasse 0,35m para evitar o contato com as hélices. O alvo de referência foi instalado e o Drone sobre o alvo conforme Figura 3.

Após, o equipamento foi ligado e por meio do rádiocontrole (RC), orientou-se a câmera na visada vertical, realizou-se a decolagem, o drone foi elevado até uma altura predefinida, o voo foi realizado e a câmera fotográfica acionada em intervalos regulares predefinidos. A finalidade do alvo foi para materializar o ponto inicial, já que o drone capta as coordenadas desse ponto e as utilizam para referenciar todas suas ações, inclusive os procedimentos autônomos de segurança.



**Figura 3.** Posicionamento inicial do drone e alvo de referência.

A primeira área a ser levantada foi no bairro Novo Horizonte em Santa Maria, RS onde após o procedimento inicial foi executado o voo 082 a uma altura de 82,5m momento em que foram obtidas 9 imagens que, juntamente aos dados de campo, resultaram no mosaico georreferenciado da Figura 4.

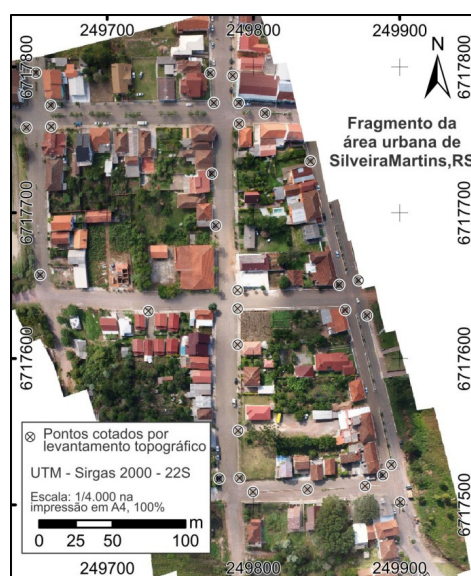
A simulação em 3D produzida com o aplicativo Autodesk 123D pode ser acessada em: <http://youtu.be/ffC2eSn4QY4>.





**Figura 4.** Mosaico georreferenciado com imagens obtidas no voo 082 a 82,5m de altura, bairro Novo Horizonte – Santa Maria – RS.

A segunda área a ser levantada foi na região urbana de Silveira Martins-RS, onde após o procedimento inicial, foi executado pelo drone MD4-1000 o voo 099 a uma altura média de 140,48m. Nesse voo, foram obtidas 23 imagens que juntamente aos dados de campo resultaram no mosaico georreferenciado da Figura 5.



**Figura 5.** Fotocarta resultante do mosaico e do levantamento topográfico de apoio.

O processamento das imagens no *software* Autodesk 123D, possibilitou gerar uma nuvem de pontos de forma totalmente automática. Esta nuvem de pontos após processada simulou um efeito em terceira dimensão (3D) sobre a área mosaicada. Tal

efeito é similar aos apresentados quando feita uma varredura por *scanner a laser*. No link <http://goo.gl/i2a2K>, encontra-se um vídeo ilustrando esse efeito com as imagens trabalhadas.

#### 4 Discussão dos Resultados

O pressuposto básico considerado nesse artigo é quanto ao uso do VANT MD4-1000, como plataforma de obtenção de imagens aéreas, de um modo geral, pode contribuir para a gestão pública. O objetivo desse texto é mostrar como é possível a obtenção e o tratamento de imagens e assim usá-las como material de apoio no processo de tomadas de decisão administrativas.

O VANT MD4-1000 da UFSM, mostrou-se uma alternativa promissora no levantamento de feições tanto em áreas urbanas quanto rurais, desde que conduzido dentro de suas limitações técnicas e normas de segurança. Para o levantamento de áreas urbanas, deve-se inicialmente definir a finalidade das imagens, a escala final desejada, os recobrimentos lateral e longitudinal, os pontos de interesse e o tamanho esperado do pixel no solo (GSD - *Ground Sample Distance*). Estabelecidos esses requisitos, deve-se planejar o recobrimento da área, definindo-se altura de voo, câmera a ser utilizada, capacidade de armazenamento, quantidade de faixas de passagem, extensão das faixas, locais de decolagem e pouso.

A instalação de todo o sistema para o início do voo foi de aproximadamente 10 minutos. As imagens foram obtidas, conforme metodologia apresentada. O tempo de cada voo foi em média 25 minutos. Embora as condições meteorológicas estivessem estáveis, o equipamento teve uma variação média na altura de voo de 0,186m. Essa variação não interferiu na qualidade das imagens obtidas.

A partir dos voos executados e das imagens obtidas, é possível concluir sobre a potencialidade da aplicabilidade em diferentes áreas do conhecimento, inclusive em aplicações isoladas tais como o estudo da paisagem em terceira dimensão 3D.

#### 5 Considerações Finais

O trabalho aborda o uso do VANT MD4-1000 como ferramenta para a obtenção de imagens aéreas para posterior processamento e aplicação em diferentes áreas do conhecimento. Os testes executados e os resultados obtidos servem de base para as considerações aqui pontuadas e abrem a possibilidade da aplicação em atividades que requeiram agilidade na obtenção de imagens aéreas em diferentes escalas.

Uma das conclusões diz respeito ao potencial de exploração para o sensoriamento remoto do equipamento. Os resultados mostraram uma dependência direta da metodologia de obtenção das imagens com a aplicação dessas imagens. O baixo custo, se comparado com equipamentos similares, torna o VANT uma opção que agrega valores quanto à rapidez e acesso na captura das imagens e por consequência no processamento dos dados no âmbito de pesquisas.

O uso de geoprocessamento para o levantamento de informações de cadastro urbano de prefeituras de médio e grande porte, ainda é insipiente devido a fatores tais

como a falta de recurso financeiro e a falta de capacitação técnica profissional. Entretanto, pode ser facilmente implantado com a adoção de Sistemas de Informações Geográficas gratuitas e com a profissionalização do pessoal técnico interno.

O trabalho chama atenção para o uso do VANT, que, aliando aos recursos de geoprocessamento na Gestão do Cadastro Municipal, auxiliam na melhoria da tomada de decisões. O gestor público, conhecedor dessas tecnologias, pode obter informações exatas do estado físico de sua jurisdição e desta forma controlar as variáveis que podem conduzir a melhorias na arrecadação.

Outra consideração, diz respeito às imagens do Google Earth, que dão suporte na construção e atualização de mapas temáticos a partir de imagens aéreas. Essas imagens, na maioria das vezes precisam de atualização e escala adequada. Por outro lado, a proposta do uso do VANT para a tomada de imagens aéreas traz como principal benefício o acesso imediato das imagens e em escalas que definam o grau de detalhamento desejado. Como um planejamento de voo pode ser armazenado em arquivo digital, este pode facilmente ser reproduzido para verificação, ou revoado de forma autônoma para que sejam feitos controles periódicos e evolutivos.

As dimensões exatas das parcelas (unidades cadastrais), não foram objeto deste estudo, porém o sistema é muito útil em comparações de percentuais de ocupação de solo, áreas acrescidas, melhorias implantadas, padrões de construção, acessibilidades existentes e características das vizinhanças. Estudos complementares poderão viabilizar resultados mais direcionados.

O trabalho não esgota aqui as possibilidades, deixa como recomendação o uso deste sistema por consórcios de prefeituras.

## Referências

1. Toffler, A. A Terceira onda. Rio de Janeiro: Record, 1980
2. Tigre, P. B Gestão da Inovação: A Economia da Tecnologia no Brasil, 2a ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2006
3. Friedman, T. L. O mundo é plano: o mundo globalizado do século XXI, Rio de Janeiro, Ed. Objetiva, 2009
4. Drucker, P. Sociedade pós-capitalista. São Paulo: Pioneira, 2002
5. Davenport, T., Prusak, L. Conhecimento empresarial. Rio de Janeiro: Campus, 1998
6. Nonaka, I., Takeuchi, H. Criação de Conhecimento na Empresa: Como as Empresas Japonesas Geram a Dinâmica da Inovação. Rio de Janeiro: Campus, 1997
7. Davenport, T. H. Ecologia da Informação. São Paulo: Futura, 2001
8. Coelho, H. Tecnologias de Informação, Lisboa, ed. D. Quixote, 1996
9. Wolf, P. Elements of photogrammetry. 2.ed. Estados Unidos: McGraw Hill, 1983
10. Fontes, L.C.A.A. Fundamentos de Aerofotogrametria Aplicada a Topografia, Universidade Federal da Bahia – Técnicas de Geomensura, 2005
11. Gardiol, M., Philips, J. Levantamentos Externos e Internos de Edificações – Uma Solução Fotogramétrica – Cobrac 2000
12. Tommaselli, A. Fotogrametria Básica - Métodos Fotogramétricos Aproximados. Presidente Prudente, Editora: Edição do Autor. 194p. 2009
13. Loch, C. Cadastro Técnico Multifinalitário: Instrumento de Política Fiscal e Urbana in: Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana, Escola Nacional de Administração Pública - ENAP, Brasília, DF, 2005

14. Cordovez, J.C.G. Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana, anais do I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 17 e 18 de outubro de 2002
15. Erba, D.A, O Cadastro Territorial: passado, presente e futuro in: Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana, Escola Nacional de Administração Pública - ENAP, Brasília, DF, 2005
16. Mather, P.M. Computer processing of remotely-sensed images: An Introduction. New York, Ed. John Wiley & Sons. 1999
17. Carvalho, G. A. L., Débora V. B. Geoprocessamento na gestão urbana municipal – a experiência dos municípios mineiros Sabará e Nova Lima. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE, p. 3643-3650. 25-30 abril 2009
18. Quaritsch, M. Collaborative microdrones: Applications and Research Challenges. Turim, Itália, 2008
19. Meister, O., Mönikes, R., Wendel, J., Frietsch, N., Schlaile, C., Trommer, G. Development of a GPS/INS/MAG Navigation System and Waypoint Navigator for a VTOL UAV. Proceedings on SPIE Unmanned Systems Technology IX 9- 12, Orlando, 2007
20. Eisenbeiss, H. Uav Photogrammetry. Doctor of sciences, University of Technology Dresden, Germany, 2009