

Estudo do potencial de um veículo aéreo não tripulado/ quadrirotor, como plataforma na obtenção de dados cadastrais.

Antoninho João Pegoraro¹
Jürgen Wilhelm Philips²
Aier Tadeu Gabriel Morcelli³

¹ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Avenida Roraima, 1000 - 97105-900 - Camobi, Santa Maria - RS, Brasil
ajpegoraro@gmail.com

² Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Campus Universitário Reitor João D. F. Lima - 88040-900 - Florianópolis – SC, Brasil
jphilips@gmx.net

³ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Avenida Roraima, 1000 - 97105-900 - Camobi, Santa Maria - RS, Brasil
aiermorcelli@gmail.com

Abstract. This article addresses part of a research that aimed to investigate the potential application of unmanned aerial equipment, quadrirotor MD4-1000 for updating multipurpose land registry. The text presents a report of the main activities, used methods, encountered problems, achievements and potentials to be explored. The methodology began with the operation of support equipment, obtaining aerial image and processing of collected data. Eighty-four takeoffs, four surveys of support points with RTK system and some maintenance that were used to evaluate the potential of the equipment were made. The images were processed in computational applications, resulting in products such as: panoramic views, verticals images at varying scales, stereoscopic pairs, mosaics and continuous ranges of flight. It was found that these products can be used in several phases of multipurpose land registry, especially in updating records are updated or the aid in the drafting of a registration database. It was concluded that the use of unmanned aerial vehicle quadrirotor MD4-1000 is promising in the updated records when the involved variables are know all the variables in operationalization to the final processing of cartographic products. It is a safe device, because besides the security incorporated systems, the fact that it is powered by electricity, the gradual loss of energy causes also gradually lose height, so should not be in free fall. By being built with an insulating material, there is no risk of causing short circuits. If operated within its technical limitations, may be used in any outside environment.

Palavras chave: multipurpose land registry, unmanned aerial vehicles, MD4-1000, remote sensing.

1.Introdução

O Cadastro Territorial Multifinalitário é um campo de interesse que necessita de constantes atualizações de dados espaciais. Entendendo que incorporar novas tecnologias deve ser um comportamento natural do profissional envolvido no levantamento desses dados, a estratégia desta proposta tem o propósito de trazer uma ferramenta de atualização ou busca desses dados a fim de facilitar ou melhorar os resultados obtidos. Com isso, avaliar o potencial do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) quadrirotor md4-1000 como plataforma de carga de um geossensor para obtenção de dados espaciais. A ideia central deste trabalho está alicerçada na hipótese de que é possível obter imagens aéreas, de uma forma sistemática, por meio de geossensores instalados aos quadrirotores, para fins de estudos cadastrais e ambientais.

Atualmente, existem vários tipos de equipamentos radio controlados e/ou autônomos voltados às investigações científicas; dentre eles destacam-se: balões, aviões, helicópteros, paramotores e os multirotores (drones com 4, 6, 8 ou mais hélices). Suas aplicações são variadas, bem como as tecnologias a eles incorporadas. No entanto, servem como alternativas de sensoriamento remoto para a obtenção de imagens aéreas.

A tecnologia, em geral, é melhorada para atender a algum objetivo estratégico, seja ele em nível organizacional ou governamental. Em razão disso, não é possível afirmar que a tecnologia está somente à disposição do bem estar humano, e assim sendo, a aplicabilidade, a eficiência e o propósito de algumas tecnologias continuam sendo objeto de estudo.

Segundo dados do IBGE (2010), o Brasil possui 5.565 municípios, dentre os quais somente 225 possuem população acima dos 100.000 habitantes. Em função dos altos custos dos serviços de levantamento fotogramétricos, os números apontam que somente 4% do universo de municípios podem contar com um acompanhamento e planejamento adequado da sua dinâmica ocupacional.

Sabe-se que a fotogrametria clássica continua sendo a melhor ferramenta para o recobrimento de grandes extensões de mapeamento em escala do mapeamento sistemático, entretanto, em áreas de pequena dimensão, ou para levantamentos por períodos curtos, ela não é viável do ponto de vista econômico. Nesse contexto, este trabalho buscou no potencial das aplicações do veículo aéreo md4-1000, não tripulado, material fotográfico possível de ser utilizado no auxílio do cadastro e o planejamento urbano.

Nesta pesquisa, o principal problema abordado foi à inexistência de um sistema eficiente e viável para o mapeamento de pequenas áreas ocupacionais que use sensoriamento remoto, para municípios de pequeno porte. Foram considerados para fins de pesquisa, municípios de pequeno porte aqueles com população até 50 mil habitantes, e densidade habitacional menor do que 80 hab/km², conforme Akaishi (2011). Diante desta deficiência, propor como uma alternativa a utilização VANTs, especificamente o modelo md4-1000, também referenciado nesta pesquisa como drone ou quadrirotor, como plataforma para obtenção de imagens aéreas para utilização no Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM). O trabalho traz para a discussão acadêmica uma alternativa de sensoriamento remoto viável, como apoio nos levantamentos de pequenas áreas, as quais exijam acompanhamento por períodos curtos, ou áreas de difícil acesso.

Os drones, VANTs, RPAs, UAVs, são nomenclaturas de sistemas de sensoriamento remoto que em pouco tempo tornaram-se atraentes para grupos de pesquisa envolvidos em projetos de construção e temáticas de investigação científica, porque de modo geral são de baixo custo e flexíveis para coleta de dados. Nesse sentido, a pesquisa relacionou algumas questões: o que se conhece hoje sobre esses equipamentos? Qual o ganho efetivo no uso desses equipamentos? Quais são as variáveis envolvidas? Quais os produtos que podem ser

obtidos e aplicados na fotointerpretação e fotogrametria? Existem vantagens e desvantagens encontradas em relação aos sistemas tradicionais?

2. Metodologia de trabalho

Os procedimentos executados foram aplicados para desenvolver metodologias e amparar a pesquisa com os resultados alcançados. A Figura 1 demonstra em síntese como se procederam as atividades de levantamento dos dados.

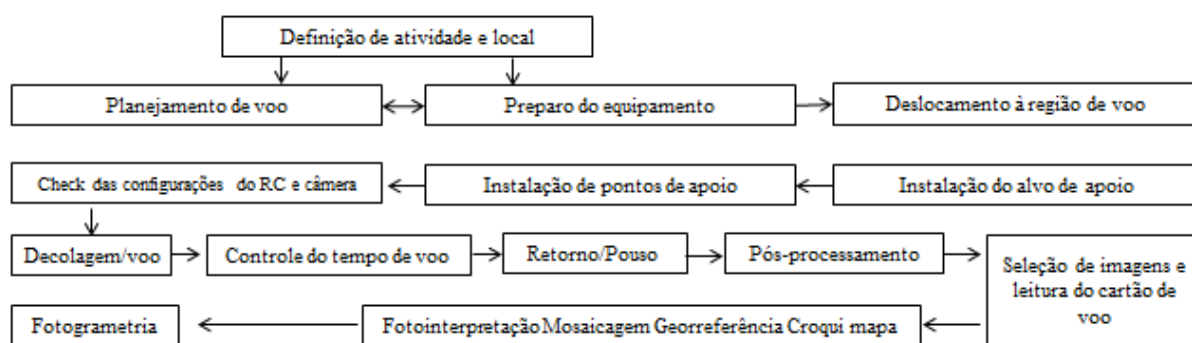


Figura 1 –Fluxograma de trabalho

As principais atividades práticas foram realizadas nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no Laboratório de Sensoriamento Remoto (LABSERE) do Centro de Ciências Rurais (CCR). Na medida em que os experimentos e a confiança evoluíram, foram escolhidas outras áreas, de modo que se pôde reunir materiais e experiências de levantamentos em áreas pontuais rurais e urbanas bem diferenciadas. A pesquisa, no entanto, não encerra neste trabalho, e o equipamento abre possibilidades para muitas outras investigações.

Todo o desenvolvimento do trabalho ocorreu a partir da proposição da escolha de um VANT e seus periféricos de apoio que apresentasse os requisitos necessários para esta finalidade e fossem feitos testes de avaliação para identificação de seu potencial. A escolha do md4-1000 e seus equipamentos de apoio se deveram ao fato destes se destacarem devido à simplicidade mecânica, à facilidade de execução de manobras de voos, possibilidade de programação e voo autônomo, tornando-se com isso campo de interesse da pesquisa. Após a escolha do equipamento e de seu fornecedor, iniciou-se a trajetória da pesquisa que partiu do marco zero apontado pela preocupação dos recursos para sua aquisição. A princípio, esta parecia a maior dificuldade, mas isto foi solucionado com a incorporação dos equipamentos a um projeto já vinculado à Universidade Federal de Santa Maria- UFSM e o Centro de Ciências Rurais – CCR, através de recursos do Programa Pró-Equipamentos - CAPES. Então a pesquisa propriamente dita se iniciou com a chegada do equipamento, interpretação de manuais, montagem do sistema, carga de baterias, domínio de softwares, treinamentos de voo, elaboração e execução de rotas, obtenção de imagens, avaliação dos resultados e conclusões.

O equipamento utilizado neste estudo, Figura 1, foi fabricado pela empresa alemã Microdrones, e foi escolhido devido às suas características técnicas. O md4-1000, é uma plataforma aérea que permite a obtenção de imagens fotográficas e vídeos, incorpora sensores que possibilitam a estabilidade do equipamento dentro de um comportamento aéreo eficiente para boas tomadas fotográficas, possui eficientes sistemas de segurança de voo e transmissão de dados, permite o acompanhamento direto da execução do voo Figura 2. Sua capacidade de programação de voo sugere planejamentos de rota que podem ser executados de forma manual ou automática.



Figura 1 – md4-1000.



Figura 2 – transmissão de dados

É um quadricóptero construído num chassi de fibra de carbono em conjunto com eletrônica adaptada para obtenção de fotografias e imagens de vídeo, a partir de uma determinada posição no ar. Este veículo emprega tecnologias que são normalmente encontradas apenas em aviação tripulada ou em VANTs militares, tais como GPS, navegação inercial, piloto automático e gravação de dados de voo, programação de voo.

2.1 Recobrimentos longitudinais e laterais (faixas de voo)

Considerando que para o estudo ambiental detalhado necessita-se de imagens de alta resolução obtidas em “escala grande” e que as imagens nessas condições normalmente abrangem áreas pequenas; que o quadricóptero md4-1000 no modo assistido tem as peculiaridades de decolagem vertical, voo reto e nivelado e deslocamentos laterais em ângulos precisos de 90° , então se usou destas características para comandar, via radiocontrole (RC), o drone e os disparos do obturador da câmera fotográfica.

O processo consistiu em primeiramente definir a área de interesse, deslocar-se até uma clareira próxima que servisse de ponto de decolagem; esta tinha como exigência que a vegetação rasteira não ultrapassasse a 0,35m de altura para evitar o contato com as hélices. Instalava-se um alvo de referência, posicionava-se o drone no sentido da faixa que iria executar orientado por uma bússola ou pelo GPS Etrex Vista e procedia-se a decolagem que controlada por RC levaria o drone até uma altura estimada, como já estava na direção de execução da faixa de voo, o passo seguinte consistia em deslocá-lo lateralmente em ângulos de 90° sobre a área de interesse. A partir desse momento deslocava-se o drone no sentido longitudinal e deixava-se que se estabiliza para se obter a imagem na condição de vertical. Para recobrimentos em faixas laterais ou em escala maior utilizou-se o mesmo procedimento, com o drone operando no mesmo sentido, deslocado lateralmente, porém em sentido contrário, “ré”. O processo repetia-se até que completasse o recobrimento necessário e o equipamento fosse conduzido ao pouso. A Figura 3 esquematiza o procedimento completo.

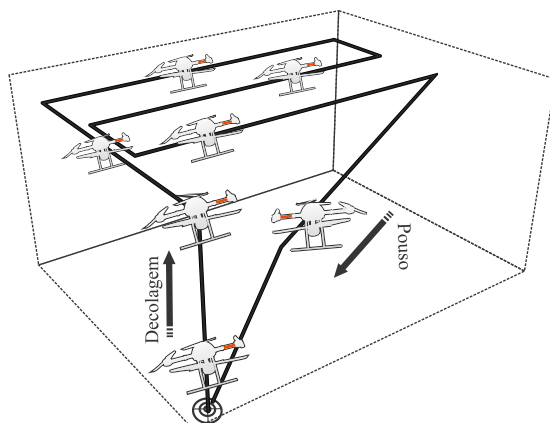


Figura 1 – Esquema de rota de voo sem auxílio da estação base.

Os procedimentos foram efetuados por 17 vezes em datas e locais distintos, conforme Tabela 3. O objetivo da repetitividade foi de verificar o cumprimento do recobrimento fotográfico por faixas de voo no modo assistido por comandos de RC, a fim de se buscar nos dados do relatório de voo e nos dados de imagem seu comportamento ao longo do recobrimento por faixas fotográficas.

Tabela 1 – Número do voo, data e local, horário da decolagem e altura média relativa às faixas de voo executados

Voo	Data/Local	Decolagem hora (Z)	Altura Média (m)	Variação (m)
Flight #82	15/02/2012 Novo Horizonte	11:20	82,06	0,31
Flight #86	03/03/2012 Área Politécnico – Fx1	13:27	107,99	0,79
Flight #86	03/03/2012 Área Politécnico – Fx2	13:27	106,10	0,23
Flight #93	17/03/2012 Área Pinus	15:50	94,84	0,56
Flight #94	31/03/2012 Área pinus	13:35	123,40	0,56
Flight #98	16/04/2012 Silveira Martins –Fx1	14:12	76,79	0,42
Flight #98	16/04/2012 Silveira Martins- Fx2	14:12	17,25	0,35
Flight #99	18/04/2012 Silveira Martins- Fx1	17:22	140,47	0,16
Flight #99	18/04/2012 Silveira Martins- Fx2	17:22	144,33	0,26
Flight #99	18/04/2012.Silveira Martins- Fx3	17:22	76,43	0,73
Flight #100	27/04/2012 Arroio do viado- Fx1	14:10	120,01	0,35
Flight #100	27/04/2012 Arroio do viado- Fx2	14:10	84,32	0,21
Flight #100	27/04/2012 Arroio do viado- Fx3	14:10	111,89	0,30
Flight #102	30/04/2012 Arroio do viado- Fx1	14:18	189,38	1,20
Flight #102	30/04/2012Arroio do viado- Fx2	14:18	116,54	0,68
Flight #103	05/05/2012.Área Pinus- Fx1	13:35	86,24	0,13
Flight #103	05/05/2012 Área Pinus- Fx2	13:35	104,35	0,14
		Variação média (m)		0,44

Esta metodologia foi à alternativa encontrada para o levantamento de imagens consecutivas com recobrimentos longitudinal ou lateral, sem as informações de telemetria e dawlink proporcionadas pela estação base.

Observação: Todas as mudanças de direção aconteceram nos ângulos de 90°.

A Figura 4, apresenta um exemplo de mosaico georreferenciado no aplicativo SIG ArcGIS® 9.2 onde utilizou-se o sistema de projeção UTM Zona 22 Sul e Datum SIRGAS 2000, a partir de pontos de apoio levantados no terreno pelo sistema RTK.



Figura 2 – Mosaico georreferenciado de um fragmento da área urbana do município de Silveira Martins- RS

3. Resultados e discussão

Embora este equipamento tenha um elevado potencial de aplicação, em contrapartida tem uma série de restrições, que também foram consideradas e apresentadas ao longo da pesquisa. Portanto cumpriu o foco principal do trabalho que foi de avaliar o potencial do quadrirotor md4-1000 como plataforma na obtenção de dados espaciais.

A metodologia aplicada consistiu desde a operacionalização do equipamento, treinamentos, programações e testes de voo em modos de operações diversos, porém por questões técnicas os resultados apresentados referem-se a operação no modo assistido.

Após um longo período de ajuste do equipamento os resultados demonstrados apresentaram eficiência para determinadas funções, porém ainda carecendo de mais pesquisas e testes. Inicialmente, este equipamento, foi escolhido para a pesquisa por apresentar características que se entendiam como importantes para aplicações científicas, especialmente as relacionadas ao cadastro técnico multifinalitário, passou a despertar interesse da comunidade geral, levando a sugestões de aplicações em situações que inicialmente nem foram pensadas.

Muitas foram às tentativas de obtenção de sua total potencialidade, pois a realidade apresentada nos folders de aplicação difere em muito da prática de campo.

Foi preciso 84 decolagens, e muitas idas frustradas a campo, até que fossem alcançados os resultados relatados.

Uma série de imprevistos, devido à falta de informações específicas por parte do fornecedor, manuais adaptados e incompletos, bem como problemas de ajuste e configurações do equipamento ocorreu até serem obtidos os primeiros resultados positivos. O objetivo deste

relato é informar que embora o equipamento tenha uma tecnologia embarcada sofisticada para VANTs, ainda assim pode apresentar deficiências na hora de operação por fatores mais inusitados possíveis.

4. Conclusões

Para projetos “pequenos”, em escalas grandes, depois de dominadas as técnicas e o equipamento ajustado na configuração adequada, estes equipamentos são muito úteis no georreferenciamento, atualização da base cadastral e na obtenção de modelos estereoscópicos para a fotointerpretação. É uma metodologia que pode dar respostas rápidas na busca de dados espaciais e atualizações temáticas. No caso da atualização do cadastro urbano, quando a meta principal é a identificação das alterações de ocupação do solo, estas fotos também podem ser utilizadas em cidades de pequeno e médio porte.

Sem dúvida, o sistema completo e na sua eficiência plena é um valioso instrumento para se obter imagens de pequeno formato, em escala grande, com resolução temporal na escala dos minutos. A operação do sistema, depois de compreendida é bastante simples. Os custos de manutenção, depois de o equipamento funcionar em sua plenitude se reduzem a zero. Os custos de operação se reduzem a cargas de baterias. O sistema de segurança, depois de bem compreendido seu funcionamento é muito eficaz, desde que sejam respeitadas todas as normas e limitações pertinentes. A montagem e desmontagem é muito prática. Decola e pousa em espaços reduzidos a pouco mais do seu tamanho.

A vantagem mais significativa da utilização do VANT md4-1000, refere-se ao fato dele ter incorporado em suas características básicas preocupações pertinentes à fotogrametria tradicional, tais como estabilidade de voo por sensores inerciais e GPS, altura constante, registros das informações de toda a rota de voo, georreferenciamento de imagens, facilidade de programação de planejamentos de voo, manobrabilidade e os parâmetros para restituição fotográfica.

Outra vantagem nesse sistema de quadrirotor é que o impulso é usado somente para compensar o peso e não para contrariar o torque, porque os quatro rotores eliminam o efeito giroscópico, assim o empuxo é totalmente utilizado para transportar a carga. A velocidade de cada rotor determina a direção do voo. Assim, os motores elétricos e a velocidade relativamente lenta dos rotores garantem baixas vibrações e o sistema opera em nível de ruído muito baixo.

O quadrirotor md4-1000 é equipado com um sistema abrangente de “caixa preta” (cartão SD) que registra cada movimento de controle de voo e comandos de posição. É o mesmo princípio usado na aviação tradicional para permitir a análise detalhadas do voo

O sistema não necessita de local de decolagem e pouso preparado, pode estar no ar em poucos minutos após a chegada ao local da missão. Também é equipado com muitos recursos de segurança para evitar que o operador cometa erros graves, e garanta um pouso seguro no caso de haver um problema técnico. Sua construção é rígida e ao mesmo tempo de baixo peso e com peças flexíveis, assim é possível operar, sem perigo de prejudicar seriamente pessoas ou as infraestruturas urbanas.

Sua autonomia de voo se reduz a carga das baterias, isto também está condicionado ao *payload* e as condições atmosféricas. Nos testes para esta pesquisa, não passou de 30 minutos.

Embora tenha recursos de estabilização, é muito instável em rajadas de vento e consome muita energia na estabilização.

A manutenção é restrita a empresa fabricante. A bateria do sistema principal é pesada. Quando o sistema não funciona corretamente, correm-se riscos e perde-se muito tempo com alternativas de solução. O sistema ainda não é reconhecido no espaço aéreo segregado e ainda não tem regulamentação específica.

Nesta pesquisa, a assistência técnica foi muito precária, os resultados alcançados foram a duras custas de insistências junto aos fornecedores, muito exercício de paciência e inúmeras idas a campo sem sucesso.

Neste trabalho, por problemas técnicos, a maioria dos dados levantados foi obtida no modo assistido, e ainda assim com restrições de alcance de rádio e carga de bateria. Portanto é de fundamental importância que antes de operacionalizar em missões reais, todos os acessórios estejam em condições ótimas de acordo com as especificações previstas.

Essa ferramenta ainda precisa ser mais explorada, mas já se podem obter bons resultados na área do cadastro, servindo para atualização de bases cartográficas cadastrais, identificação de construções não declaradas, identificação de novos loteamentos e assentamentos irregulares, descrever a situação fundiária, esquematizar ruas e construções. Percebeu-se, ao longo das pesquisas que, o equipamento tem elevada aplicação no reconhecimento visual e categorização dos elementos do terreno.

É um equipamento seguro, pois além dos sistemas de segurança incorporados a ele, o fato de ser alimentado por eletricidade permite que perca altura gradativamente, sendo assim não deverá cair em queda livre. Por ser construído com material isolante não corre risco de provocar curtos circuitos. Se operado dentro de suas limitações técnicas, pode ser utilizado em qualquer ambiente externo.

Agradecimentos

Ao Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (CCR-UFSM), na pessoa do Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira. A CAPES, pelo auxílio financeiro concedido.

Referencias bibliográficas

- Amorin, A. **Utilização do cadastro territorial multifinalitário na gestão de riscos**. Universidade Estadual Paulista – UNESP. São Paulo, 2009.
- Akaishi, A. G. **Desafios do planejamento urbano-habitacional em pequenos municípios brasileiros**. Revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo, Santo Andre, 2011.
- Eisenbeiss, H. **UAV Photogrammetry**. Doctor of sciences, University of Technology, ETH Zurich, Suica. 2009.
- Erba, D. A.; Oliveira, F. L.; Junior, P. N. L. **Cadastro Multifinalitário Como instrumento de política Fiscal e Urbana**. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, MA. Rio de Janeiro, 2005.
- Furtado, V. H.; Gimenes, R.A.V.; Camargo.; J. B. J.; Almeida, J. R. J. **Aspectos de segurança na integração de veículos aéreos não Tripulados (vant) no espaço aéreo brasileiro**. Grupo de Análise de Segurança – GAS, Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. VII Simpósio de Transporte Aéreo -Sitraer, Rio de Janeiro, 2008.
- Jensen, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2011.598p.
- Microdrone. Md4-1000 **Preliminary Users Manual**. EUA, 2010
- Stepaniak, M. J. **A Quadrirotor Sensor Platform**. A dissertation presented to the faculty of the Russ College of Engineering and Technology of Ohio University In partial fulfillment of the requirements for the degree Doctor of Philosophy. Ohio University, 2008.
- Tayebi, A.; Mcgilvray, S. **Attitude Stabilization of a VTOL Quadrirotor Aircraft**. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2008.