

Considerações quanto à Utilização de Sensores Imageadores Aéreos Digitais no Mercado Brasileiro

Eng. Civil Emanuele Teles Ouriques de Mello, M. Eng. ¹
Dr. Carlos Loch ²

¹ UFSC - Depto. de Engenharia de Produção
CEP 88040-900 Florianópolis SC
✉ emanuele@ecv.ufsc.br

² UFSC - Depto. de Engenharia Civil
CEP 88040-900 Florianópolis SC
✉ loch@ecv.ufsc.br

Conteúdo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introdução 2. Objetivos 3. Metodologia 4. Sensor em uso avaliado 5. Sensores digitais avaliados <ol style="list-style-type: none"> 5.1. CASI 5.2. DMC2001 5.3. LASERSCANNER 5.4. ADS40 6. Considerações quanto à utilização de Sensores Imageadores Aéreos Digitais não Orbitais no Mercado Brasileiro <ol style="list-style-type: none"> 6.1. Quanto às resoluções 6.2. Quanto às aplicações 6.3. Quanto ao tipo de produto 6.4. Quanto à certificação 6.5. Quanto à aquisição 6.6. Quanto à produtividade 6.7. Quanto aos recursos humanos 6.8. Quanto aos equipamentos considerando o tamanho dos arquivos 6.9. Quanto à disponibilização dos dados 6.10. Quanto à mudança de paradigma 7. Referências Bibliográficas
-----------------	---

Resumo: Este artigo aborda a inserção dos novos sensores aerotransportáveis digitais no mercado brasileiro avaliando suas características e potenciais. A utilização da Fotogrametria apresenta diversas vantagens, entre as quais o rápido trabalho de campo, exigindo um mínimo de permanência com equipes pequenas. Os argumentos mais marcantes a favor das câmaras eletrônicas atuais não estão centrados na qualidade da imagem, mas sim no prazo e na praticidade. Com uma câmara sem filme, pode-se ver uma imagem em instantes, às vezes segundos após capturá-la, e até mesmo escolher o melhor ângulo para obtê-la. A grande vantagem reside exatamente em eliminar o longo processo de obtenção da imagem via filme; evita-se o processo da revelação, digitalização do filme e trabalhos de edição da imagem na tela para obter uma versão digital de alta qualidade. Avaliando a qualidade da imagem (resolução espacial) e as características técnicas de cada tipo de sensor digital, percebe-se que ainda há campo para aperfeiçoamentos no que diz respeito ao custo e a qualidade de imagem. Para determinar a predisposição do mercado brasileiro em absorver estas novas tecnologias, fez-se uma pesquisa sobre as características de alguns destes novos sensores (DMC2001, ADS40, CASI, Laserscanner) e relacionou-as com os produtos oriundos do sistema em uso, utilizado como exemplo para este artigo o Sistema completo da Zeiss. A partir deste conhecimento, realizam-se as considerações quanto à utilização de sensores imageadores aéreos digitais não orbitais no mercado brasileiro, propriamente dita, envolvendo suas vantagens e desvantagens, certificação dos produtos; a mudança de paradigma; os custos; as aplicações; os clientes entre outros.

Palavras chave: Sensores, mercado brasileiro.

Abstract: This article approaches the insert of the sensor new airborne digital in the Brazilian market evaluating their characteristics and potentials. The use of Photogrammetry presents several advantages, among the ones which the fast field work, demanding a minimum of permanence in field with small teams. The most outstanding arguments in favour of the current electronic cameras are not centered in the quality of the image, but in the period and in the practical. With a camera without film, you can see an image in instants, sometimes seconds after capturing it, and even choosing the best angle to obtain it. The great advantage resides exactly in eliminating the long process of obtaining the image through film; it is avoided the process of the revelation, digitalization of the film and works of edition of the image in the screen to obtain a digital version of high quality. Evaluating the quality of the image (space resolution) and the characteristics techniques of each type of sensor digital, it is noticed that there is still field for improvements in what concerns the cost and the image quality. To determine the predisposition of the Brazilian market in absorbing these new technologies, it was made a research on the characteristics of some of these new ones sensor (DMC2001, ADS40, CASI, Laserscanner) and relate them with the products originated from of the system in use, used as an example for this article the complete System of Zeiss. Starting from this knowledge, take place the considerations with relationship to the use of the airborne digital sensors at the Brazilian market, involving their advantages and disadvantages, certification of the products; the paradigm change; the costs; the applications; the customers among others.

Keywords: Sensors, Brazilian market.

1. Introdução

A fotogrametria tem sofrido um desenvolvimento tecnológico muito grande nestes últimos anos.

Quase todos os grandes fabricantes têm lançado equipamentos, ou melhor, sistemas fotogramétricos digitais compreendendo desde câmaras preparadas para voo apoiado, módulos de escanização dos diapositivos, processamento para aerotriangulação totalmente automatizado, até restituição realizada totalmente em meio digital, gerando-se a partir destas as cartas de traço, modelo digital do terreno e finalmente, é possível produzir-se as ortofotocartas digitais.

Entretanto, em 2000, no congresso da ISPRS em Amsterdam, apresentaram-se novos produtos, ou seja, os sensores imageadores digitais, equipamentos que dispensam os módulos de escanização.

Os argumentos mais marcantes a favor das câmaras eletrônicas atuais não estão centrados na qualidade da imagem, mas sim no prazo e na praticidade. Com uma câmara sem filme, pode-se ver uma imagem em instantes, às vezes segundos após capturá-la, e até mesmo escolher o melhor ângulo para obtê-la. A grande vantagem reside exatamente em eliminar o longo processo de obtenção da imagem via filme; evita-se o processo da revelação, digitalização do filme e trabalhos de edição da imagem na tela para obter uma versão digital de alta qualidade.

Avaliando a qualidade da imagem (resolução espacial) e as características técnicas de cada tipo de câmara digital, percebe-se que ainda há campo para aperfeiçoamentos no que diz respeito ao custo e a qualidade de imagem. Se considerarmos a Fotogrametria Terrestre como precursora da Aérea, como acontece sempre, pode-se entender a aplicação desta nova tecnologia digital também nesta linha.

Quando se imagina uma contratante como uma prefeitura, secretarias de governo ou mesmo as empresas privadas, percebe-se o interesse que o potencial destas inovações provoca entre as diferentes alternativas de produtos diretos e principalmente aqueles produtos derivados que somente a informática permite que se produza.

Considerando estes fatores, conclui-se ser imprescindível um estudo preventivo do uso e aplicação dos novos equipamentos que estão sendo lançados no mercado, assim como sua aplicabilidade direcionada ao mercado brasileiro.

2. Objetivos

Comprovar, mediante uma comparação de resultados previamente obtidos, as vantagens e os pontos fracos do uso de câmaras aéreas digitais, realizando um estudo de diretrizes de aprimoramento baseado nas necessidades do mercado consumidor.

Apontar a predisposição do mercado brasileiro em suportar os novos sensores digitais

3. Metodologia

Em função da tecnologia de sensores digitais aerotransportáveis ser muito nova, e os produtos existentes apenas poderem ser disponibilizados pelos fabricantes, este material foi utilizado para apontar considerações sobre o mercado para os sensores recém lançados. Esta avaliação foi realizada da seguinte forma: utilizei produtos oriundos de um dos sensores aéreos analógicos em uso no mercado, para que pudessem ser usados de parâmetro para as vantagens e desvantagens da inserção dos sensores digitais no mercado brasileiro, se comparado com o sensor em uso atualmente a partir de todo o conhecimento previamente obtido, realizam-se as considerações quanto à utilização de sensores imageadores aéreos digitais não orbitais no mercado brasileiro, propriamente dita, envolvendo suas vantagens e desvantagens, certificação dos produtos; a mudança de paradigma; os custos; as aplicações; os clientes, etc.

4. Sensor em uso avaliado

Considerando que o Laboratório de Fotogrametria Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Santa Catarina possui completos o Sistema Fotogramétrico Phodis e o Image Station, ambos de fabricação Zeiss, e através destes sistemas digitais, optou-se por adotar como sistema em uso, um dos mais utilizados no mercado mundial e de fácil acesso, uma vez que nossos trabalhos são desenvolvidos no LABFSG da UFSC. Como câmara, por tratar-se de equipamentos de fabricação Zeiss, optou-se pela RMK Top. A RMK é uma câmara comercialmente disponível da série Carl Zeiss, Oberkochen, Alemanha. O primeiro instrumento da série RMK, é de 1955, e esta série, RMK Top, está sendo fabricado desde 1990.

O sistema modular RMK, oferece interfaces interessantes para acessórios e adaptações de novos componentes (idênticos para todas as câmaras), assim como: berço, um magazine para filme, e um computador. O sistema sensor ainda dispõe de um controlador de nível automático, um controlador de deriva, mecanismos de exposição e planejamento de voo automático e compensador motor FMC (Forward Motion Compensation) - até trinta milímetros por segundo, pode agir este compensador sem comprometer a qualidade geométrica da câmara.

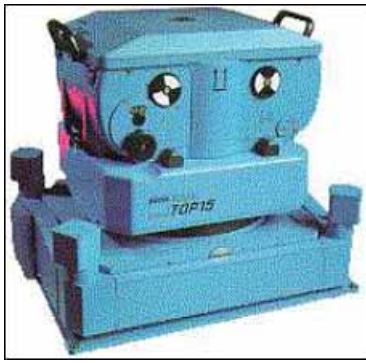


Figura 1 : Câmara RMK Top



Figura 2 : Diapositivo oriundo da Câmara RMK Top

5. Sensores digitais avaliados

5.1. CASI

O CASI é um sensor multiespectral que possibilita a geração de imagens digitais programáveis no intervalo do espectro visível (430 nm) ao infravermelho próximo (870 nm) e uma visada com um ângulo de $34,2^\circ$ na faixa. As imagens geradas pelo CASI são bidimensionais, ou seja, são construídas por linha-coluna no sentido do deslocamento da aeronave, em tempo real, podendo-se fazer uma seleção prévia de até 12 bandas que melhor se adaptam as diferentes áreas, conforme as características ambientais locais.

Esta maneabilidade do sensor é de vital importância para se obter resultados mais satisfatórios na classificação automática de imagens. A disponibilidade de 12 imagens simultâneas da área de interesse permite a estruturação de sistemas matriciais consistentes com o maior número de correlações possíveis, o que proporciona resultados muito mais eficientes do que naqueles sensores que apresentam menores números de fendas ou bandas espectrais.

O uso do CASI para aplicações ambientais, por exemplo, para casos de detecção de fontes poluidoras e grau de contaminação da água, deve ser o principal objetivo a ser buscado através do uso deste tipo de sensor.



Figura 3 : Imagem oriunda do CASI

5.2. DMC2001

A Digital Modular Camera 2001, é um sensor apresentado à comunidade científica no último congresso da ISPRS, em julho de 2000, em Amsterdam. Trata-se de um sensor imageador passivo em sistema de moldura, ou seja, um sensor inovador, pois se trata de um sensor digital que capta as imagens, obtendo como produto uma imagem semelhante às imagens obtidas através de sensores analógicos convencionais, o que permite que se prossiga com as etapas de restituição, desenvolvimento de ortofotos, etc, sem que seja necessário treinamento ou adaptação do mercado para que possa trabalhar com estas imagens ou o sensor.

Este sensor é desta maneira denominado, em função da composição da estrutura da câmara propriamente dita. Pode-se adquirir o sensor com apenas duas das câmaras pancromáticas, e adquirir os outros módulos gradativamente. A disposição de cada uma das câmaras é representada a seguir, onde as quatro câmaras pancromáticas ficam na periferia, e as outras, no centro do módulo. Esta composição melhora, consideravelmente a geometria do produto final, uma vez que age utilizando uma sobreposição nos módulos referentes a cada uma das câmaras, ela acaba por transformar o cone de projeção, diminuindo, por exemplo, os efeitos de distorção

radial nas extremidades da imagem.

As outras câmaras, que ficam no centro do módulo, são as que captam o vermelho, o verde e o azul, ainda com a opção de uma captação no infravermelho, que depois se sobrepõe à imagem obtida a partir das câmaras pancromáticas, obtendo desta forma o produto final com a devida resolução espacial, e espectral.

Quanto à resolução radiométrica, estes sensores, particularmente, são perceptíveis até mil valores de cinza em sua resolução radiométrica, o que permite visualização em regiões com sombras.

Quanto à resolução espacial, podemos observar que para um voo, a uma altura de 1375m, sendo a distância focal da câmara em torno de 153mm, é de aproximadamente cinco centímetros.

Em função de todos os aspectos acima citados, esta câmara permite a composição automática de mosaicos sobre a área sobrevoada.

A principal vantagem na utilização nesta câmara consiste no fato de que não há alteração na Fotogrametria em si. A obtenção das imagens permite que se continue trabalhando com os mesmos sistemas de restituição que se usa quando se trabalha com um produto híbrido.

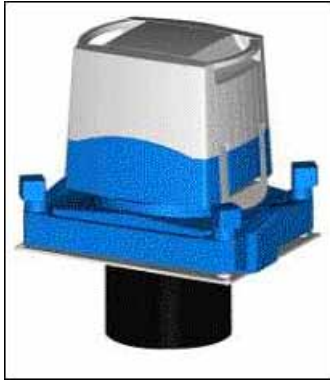


Figura 4 : Imagem da DMC2001

5.3. LASERSCANNER

Trata-se de um sensor ainda não utilizado no Brasil; no entanto bastante conhecido em outros países, tais como na Alemanha. Este sensor permite medições planialtimétricas com precisão de até quinze centímetros, o que é muito superior àqueles resultados que normalmente são obtidos em mapeamentos de classe "A", na escala 1:2000, que obtinham precisão não superior a 1 metro.

O princípio do sensor consiste na emissão de ondas na faixa laser do espectro eletromagnético. A energia emitida é refletida pelo solo ou o primeiro corpo e recebida pelo sensor. O tempo decorrido é gravado e transformado em um arquivo de distâncias percebe-se que as altitudes do relevo são obtidas ponto a ponto.

Em função de a tecnologia dos sensores e da informática ter aperfeiçoado seu potencial vertiginosamente nos últimos tempos, agora é possível determinar e gerar arquivos de posicionamento de uma aeronave com precisão altíssima, utilizando um sistema de posicionamento híbrido, que consiste na fusão do GPS – *Global Positioning System* e do INS – *Inertial Navigation System*. Estes arquivos, o de distâncias e os de posicionamento - são relacionados, o que permite a geração do modelo digital do terreno. Em função da varredura por pulsos, a geração do produto obtido através do Laserscanner, permite um modelo digital do terreno considerando ou não a vegetação ou edificações, logo se pode "limpar" a área, obtendo o modelo no nível do solo e outro no nível da vegetação e edificações.

O imageamento propriamente dito é obtido através de um sensor que opera simultaneamente com o Laserscanner, obtendo imagens em quatro faixas espectrais a do vermelho, do verde e do azul – modelo de cor RGB - e ainda, a do infravermelho. O modelo de cor RGB usa um sistema de coordenadas cartesianas cujo espaço de interesse é um cubo unitário. As cores primárias RGB são aditivas, isto é, a contribuição individual de cada uma resulta no branco. Observando o cubo na diagonal, e considerando igual quantidade de cada cor primária ter-se-ão os níveis de cinza. Além disto, obtém-se ainda imagens na faixa do infravermelho, que capta e torna visíveis aspectos imperceptíveis ao olho humano em função da faixa espectral que lhe é sensível, como por exemplo, quantidade de clorofila como fator determinante na saúde da vegetação.

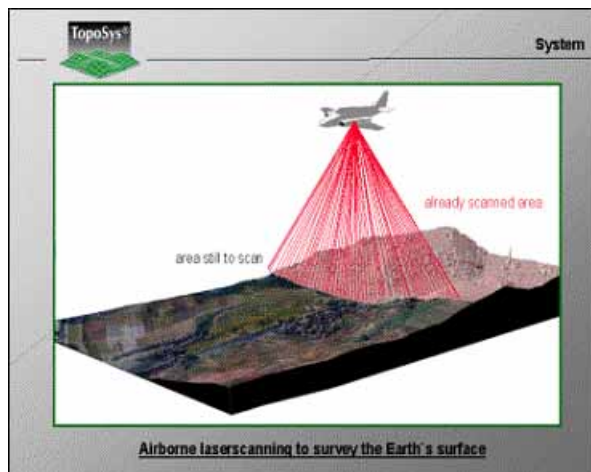


Figura 5 : O imageamento com o Laserscanner

5.4. ADS40

Trata-se de um sensor, no sistema de varredura que conta com três sensores lineares de alta resolução. Ao colocar os três sensores lineares em distintas posições do plano focal tem-se como resultado três vistas com três perspectivas diferentes na direção do voo, uma frontal, uma vertical e uma posterior. As imagens provenientes de cada linha resultam em faixas distintas. Cada uma destas faixas oferece uma perspectiva diferente dos objetos sobre o terreno. Ao contar com três faixas, provenientes dos três sensores existem três combinações de perspectivas possíveis para a observação estereoscópica: Frontal e Vertical, Vertical e Posterior, ou Frontal e Posterior.

A ótica do sensor ADS40 foi especialmente desenhada para a aquisição de imagens de alta resolução pancromáticas e multiespectrais. A lente em si é similar no peso e nas dimensões à objetiva de uma câmara aérea RC30 da LH Systems. Ambos os desenhos óticos são totalmente diferentes atendendo aos diversos requerimentos de registro de informação que devem satisfazer.

Em uma câmara aérea de película fotográfica, o elemento crítico a controlar é a distorção geométrica, no caso deste sensor digital o ponto chave é preservar a Telecentricidade do lado da imagem. Esta especificação é em geral importante para qualquer sensor digital de imagem. O sensor ADS40 utiliza sete sensores lineares, três pancromáticos (frontal, vertical e posterior) e quatro linhas espectrais (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo, e opcionalmente, pode-se instalar outro infravermelho). Este sensor permite também acesso a seu conteúdo radiométrico.

Devido à característica linear do sensor, para poder reconstruir fielmente a imagem, é imprescindível conhecer a orientação e posição de cada linha registrada. Teoricamente, isto pode ser realizado mediante técnicas de aerotriangulação. Dado o volume de dados envolvidos, esta técnica exigiria demais do computador. O método alternativo é registrar os dados de posição e atitude do sensor para cada linha de imagem durante a tomada. Esta segunda alternativa resultaria onerosa. Considerando o anterior, optou-se por uma solução de compromisso entre ambas, incorporando um Sistema de medição de Posição e Orientação (POS) que mede parâmetros até um certo grau de exatidão, suficientes para aliviar os computadores nos trabalhos de aerotriangulação a níveis razoáveis.



Figura 6 : Imagem do ADS40

6. Considerações quanto à Utilização de Sensores Imageadores Aéreos Digitais Não Orbitais no Mercado Brasileiro

Imagens de satélite e fotografias aéreas não são competitivas. Esta ainda é, hoje em dia, uma afirmação unânime entre os pesquisadores de Fotogrametria.

De acordo com a afirmação acima, fica evidente uma lacuna para levantamentos visando mapeamentos. Hoje em dia esta lacuna é preenchida com os sensores aéreos suborbitais analógicos, que fornecem produtos que podem vir a ser digitalizados e servir de dados de entrada para os sistemas fotogramétricos. No entanto, ainda resta um espaço, que consistiria em obter em nível suborbital, imageamentos simultâneos a partir de um mesmo sensor, visando os mais diversos tipos de mapeamento. Ou ainda, o desenvolvimento de sensores que dispensem o scanner do processo fotogramétrico. Vê-se então aqui, um vasto mercado para a utilização e desenvolvimento destes novos sensores digitais no mercado mundial, tendo em vista, é claro, suas mais diversas aplicações. Com a realidade dos sensores imageadores aéreos digitais suborbitais, estas propriedades das imagens tornar-se-ão corriqueiras na Fotogrametria propriamente dita, beneficiando o usuário do produto final, que adquirirá em menos tempo, com um menor custo um produto de qualidade para os mais variados fins.

6.1. Quanto às resoluções

Quanto à resolução espacial

Assim como na Fotogrametria Terrestre, ainda existe muito campo para aperfeiçoamento no que diz respeito à resolução espacial para sensores imageadores digitais. No entanto, o sistema Laserscanner, por na verdade ser dois sensores distintos simultâneos garante uma boa resolução espacial. No mercado brasileiro em geral, é necessário que se digitalize um produto com escala 1:8000, com resolução aproximada de 15 μ m para a aerotriangulação, e, nos vôos experimentais com os novos sensores digitais, esta resolução ainda não é alcançada. É devido a este fator que os próprios fabricantes não recomendam uma substituição do sistema híbrido pelo digital.

Quanto à resolução espectral

Sem nenhuma dúvida os sensores digitais são superiores aos analógicos em função da resolução espectral. Eles permitem que se tenha acesso a este conteúdo em faixas espectrais independentes, permitindo uma visualização de nuances mais claramente. O CASI, especialmente, permite que este trabalho seja realizado por até 288 fendas espectrais, permitindo que venha a fornecer dados espectrais impensáveis em sensores analógicos. Neste sentido, a inserção destes sensores digitais no mercado é um salto mais que

significativo.

Quanto à resolução radiométrica

A DMC2001 e o ADS40, permitem que se trabalhe em regiões de sombra separado do resto da fotografia, o que também era impossível nos sensores analógico, pois o que não estava em sombras queimaria. Desta maneira, estes sensores permitem esta visualização a partir de um mesmo produto, reduzindo o trabalho de levantamento propriamente dito.

6.2. Quanto às aplicações

Devido ao aperfeiçoamento em função da resolução espacial e mais os fatores de ordem econômica, os fabricantes da DMC2001 e do ADS40, declaram que seus sensores digitais não concorrem com seus sensores analógicos, mas complementam. Suas aplicações são distintas em função do alcance ao conteúdo radiométrico da imagem e ainda acesso ao conteúdo espectral. Desta maneira, suas aplicações são mais direcionadas para o Meio Ambiente, Vegetação, Recursos Naturais, Qualidade e monitoramento de água, Substrato aquático, Uso do Solo, Defesa, Transportes, Urbanismo, Turismo.

6.3. Quanto ao tipo de produto

A DMC201, fornece ao usuário um produto em um quadro, com número de pixels variando em função da modulação da câmara em uso. Este quadro pode ser até de 13500 X 8000 pixels. Como produto então, tem-se um quadro, como os utilizados atualmente, gerados com projeção cônica utilizando todos os princípios da Fotogrametria. Logo o sistema para a utilização destes produtos pode ser exatamente o mesmo utilizado hoje em dia. Desta maneira, não há uma necessidade de adequação dos profissionais a manipulação destes novos produtos, mas uma atualização destes profissionais quanto ao seu potencial.

Já o CASI, o ADS 40 e o Laserscanner, produzem uma imagem por varredura, que, portanto está mais sujeita às distorções em função da deriva da aeronave. Seu produto é uma imagem em faixas contínuas. No entanto, estes produtos, apresentam sérios problemas de retificação e visualização estereoscópica. Os sistemas para trabalhá-los, já não são mais os mesmos. O Laserscanner, no entanto, gera um arquivo *.dat, com uma nuvem de pontos. Logo o seu produto apresenta-se diretamente em visão ortogonal, com um erro planialtimétrico máximo de quinze centímetros em coordenadas absolutas.

6.4. Quanto à certificação

Um grande problema existente no Brasil atualmente, no que diz respeito ao uso de produtos digitais, é a falta de credibilidade jurídica destes. Não há nenhuma espécie de regulamentação para o uso de produtos digitais. Na verdade, o problema é ainda mais grave: já existe jurisprudência quanto à validação de provas elucidativas em alguns processos, onde imagens oriundas de sensores digitais foram rejeitadas. Muito se fala no país, a respeito de segurança de dados. O assunto hoje em dia contemplado restringe-se, exclusivamente, a segurança de dados nos sistemas. Entretanto, deve-se contemplar ainda, segurança nos dados de entrada, pois, nenhum sistema apresentará resultado eficiente e verídico, se os dados de entrada não corresponderem à realidade.

6.5. Quanto à aquisição

Aparentemente, o custo de aquisição dos sensores digitais é muito superior aos sistemas em uso, mas isto é normal em se tratando de nova tecnologia. No entanto, suas vantagens e aplicações fazem com que a relação custo benefício abaixe consideravelmente. De qualquer maneira, é um investimento inicial alto para o mercado brasileiro, ainda mais se esta tecnologia ainda está em aperfeiçoamento. Visando estes fatos recomenda-se a aquisição destes produtos para desenvolvimento em território nacional, visando atender aos objetivos de interesse comum. Para que seja possível o desenvolvimento desta tecnologia no Brasil, é importante que esta seja adquirida através de uma rede cooperativa, para que possa integrar o mercado e institutos de pesquisa (integrando os vários níveis e gerações da comunidade científica em regiões diferentes) à nova realidade, visando desenvolvimento comercial e tecnológico em âmbito nacional. A partir do momento que se trata de equipamentos para pesquisa, exclusivo em território nacional, de acordo com o regulamento aduaneiro, não existem taxas de importação dos equipamentos.

6.6. Quanto à produtividade

Os novos sistemas sensores permitem um imageamento simultâneo de determinada área de interesse. Em um mesmo vôo, pode-se captar informações em pelo menos quatro faixas espectrais - RGB e IR - com acesso ao seu conteúdo radiométrico. Esta possibilidade é, por si só, um incremento na produtividade dos levantamentos fotogramétricos.

No entanto, o maior salto na produtividade do sistema fotogramétrico como um todo, é a eliminação do scanner do processo. Este fator, em primeiro lugar, economiza o tempo dispensado em revelação e digitalização dos produtos. Minimiza a possibilidade de problemas com filme como, por exemplo, os oriundos de uma má revelação.

Outro ponto importante é eliminar um sistema passível de manutenção do processo. Não existe mais a possibilidade de atraso no desenvolvimento dos trabalhos em função da disponibilidade do equipamento, elimina-se a dependência. É também mais ecológico, pois extingue a utilização dos produtos químicos utilizados na revelação, cuja eliminação pode vir a causar danos ambientais.

6.7. Quanto aos recursos humanos

O objeto de estudo em questão é tecnologia nova, inclusive nos países aonde os sistemas sensores vêm sendo desenvolvidos. Para que se possa absorver todas as informações sem nenhum tipo de interferência, é importante que os profissionais envolvidos nestes estudos, assim como os profissionais que venham a manipular estes equipamentos tenham um bom conhecimento de idiomas. Desta maneira, este profissional acessa a toda e qualquer informação, preferencialmente, no idioma em que o autor escreveu, não se submetendo assim a algum erro de tradução em função do desconhecimento da técnica por parte do tradutor.

A automação de uma maneira geral, permite que profissionais sem conhecimento pleno da tecnologia desenvolvam trabalhos obtendo resultados sem confiabilidade. No entanto, os softwares não exigem que quem os manipula tenha conhecimento da ciência. Porém, este profissional pode cometer erros grosseiros, simplesmente por não dominar a tecnologia em si. De qualquer maneira, ele dificilmente sentir-se-á seguro quanto aos resultados, ou, determinar os parâmetros que o influenciam e ainda, quais outros parâmetros ou resultados aquele produto anteriormente obtido pode vir a afetar em sua utilização prática.

É importante exigir que o profissional que venha a manipular esta ou qualquer outra tecnologia tenha pleno conhecimento da mesma, de forma que consiga garantir qualidade em qualquer que venha a ser o seu resultado.

6.8. Quanto aos equipamentos considerando o tamanho dos arquivos

Se considerar uma imagem de dimensões 23 X 23 cm, que se deseja digitalizar com uma resolução de 21 μ m, teremos que a quantidade de pixels nesta imagem será de 119.954.648 pixels. Considerando que cada pixel tem uma profundidade de 8 bits, que 1MB tem 1024Bytes e que 1Byte é igual a oito bits, o sistema gera para esta imagem, com esta resolução um arquivo de 117 MB, se estivermos trabalhando em imagem pancromática. Caso, se esteja trabalhando no sistema RGB, teremos, portanto um arquivo de 351MB. Avaliando este fato, ou seja, estar trabalhando com apenas uma imagem gera um arquivo deste tamanho, basta multiplicar pela quantidade de imagens para obter o tamanho dos arquivos quando se trabalhar com o recobrimento de uma grande área em uma grande escala. Por isso, requer-se equipamentos com grande capacidade de armazenamento e velocidade de processamento para suportar os sistemas.

6.9. Quanto à disponibilização dos dados

Com respeito à disponibilidade dos dados oriundos destes sistemas sensores, são necessários cuidados técnicos e conceituais, a fim de garantir os direitos autorais e do proprietários destes conteúdos quando da sua disponibilização para os seus usuários. Sabendo-se da importância da disponibilização destes conteúdos, o dilema se encontra na seleção das mídias de informação - internet, CD, fita dat ou o produto impresso e na elaboração da política de disponibilização.

Devemos considerar este aspecto seriamente, pois não adianta gerar produtos de qualidade que só podem ser exibidos em tela. É importante também ênfase nos produtos de *output* para que sejam disponibilizados no mercado

6.10. Quanto à mudança de paradigma

Toda nova tecnologia passa sempre pelo mesmo processo: lançamento, analogia com o sistema padrão e determinação de outras aplicações e por fim, desenvolvimento. Os sistemas sensores abordados nesta dissertação encontram-se na fase de analogia com o sistema padrão e determinação de outras aplicações, uma vez que já foram experimentados pelos pesquisadores vinculados a seus fabricantes. Para que possam ser aceitos, devem mostrar-se competitivos ou até superiores aos sistemas atualmente utilizados. É neste intuito que, neste momento, cabe a comunidade científica desenvolvimento de pesquisas para que se comprove a competitividade, aplicabilidade, a vulnerabilidade, e ainda as novas perspectivas de mercado para as aplicações destes novos sistemas sensores, bem como as de seus produtos.

É somente a partir deste aval que se pode pensar em uma mudança de paradigma, considerando, é claro, todos os aspectos acima citados.

7. Referências Bibliográficas

Andrade, J. Bittencourt de. *Fotogrametria*. Curitiba, SBEE, 1998, 258p..

EOS SYSTEM INC, *PhotoModeler Pro – user manual (version 3.0)*. Canadá, 1997.

Fagundes, P.; Tavares, P. *Fotogrametria*. SBC, 1991.

Loch, C. Lapolli, E. M. *Elementos básicos da Fotogrametria e sua utilização prática*. 4 ed., Florianópolis/SC: Ed. da UFSC, 1998.

Lohr,U.; Schaller,J. *High Resolution Digital Elevation Models for various Applications*. 2/99,3-5,Wichmann-H?thig,ISSN 0953-1523,Heidelberg 1999a

Lohr,U.; Schaller,J. *Trassenbefliegungen mit dem TopoSys Laserscanner, GIS Geoinformations systeme*, 2/99,3-5,Wichmann-H?thig,ISSN 0953-1523,Heidelberg,1999 b

Lugnani, J. B. *Aerofotogrametria*. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1977.

Martins, J. M. *Implementação de um sistema de informação predial utilizando fotogrametria digital à curta distância*. Florianópolis, 2000. Dissertação de Mestrado- Engenharia Civil, UFSC

Martins, J. M.; Zimmermann, C. C. ; Loch, C. *Calibração da Câmara Pentax PAMS 645 utilizada em Trabalhos de Fotogrametria à curta Distância*. 3/4 Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinâlitário. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

Novo, E. M. L. de M. *Sensoriamento Remoto; Princípios e Aplicações*. 2a ed., Ed. Edgard Blucher Ltda., São Paulo, 1992.

Schaller J, Lohr U, Mannheim K., Hack T. *New GIS and Laserscanning Methods for Monitoring Powerline Utilities* In: 20th Annual International ESRI User Conference, San Diego, Cal. June 26th-30th, 2000

Tommaselli, A. M. G.; Tozzi, C. L. *Calibração de Câmaras digitais*. Anais do XV Congresso Brasileiro de Cartografia. Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Vol.2, 1991. 239-249p..

Zanette, A P. *Um modelo de sistema de informações em 3D para o Campus da UFSC utilizando os recursos da fotogrametria*

