

**DISCUSSÃO SOBRE A ANÁLISE DA QUALIDADE DE UM SISTEMA-CÂMARA
FOTOGRAFICA, SCANNER, IMPRESSORA - ATRAVÉS DE TÉCNICAS
MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO.**

Francisco Carlos Bragança de Souza⁽¹⁾

⁽¹⁾ M.Sc. Engenheiro Civil

Doutorando em Engenharia de Produção - Orientador Prof. Doutor Carlos Loch
UFSC - Centro Tecnológico - Departamento de Engenharia Civil - GT Cadastro
Cx. Postal 476 - 88010.970 - Florianópolis - SC
E-mail ecv3fcs@ecv.ufsc.br

ABSTRACT

This study discusses the possibility of performing a qualitative assessment of a product generated by using close-range photogrammetry techniques, transformed for digital media by means of a scanner and printed in colors. Several observations will be presented regarding the theory of Multiple Criteria Decision Aid, and a preliminary definition will be given for the criteria which characterize the equipment involved. Finally, the cognitive tree for criteria will be shown, together with some considerations on alternative choices to solve this problem.

Keywords: close-range photogrammetry, scanner, printer, multiple criteria decision aid.

RESUMO

Este trabalho visa discutir a possibilidade de avaliar qualitativamente o produto gerado a partir de fotografias coloridas de pequeno formato, tomadas a curta distância, transformadas para meio digital por scanner e impressas a cores. Serão feitas algumas observações sobre a teoria da tomada de decisão multi-critério e definidos preliminarmente os "critérios" que caracterizam os equipamentos envolvidos. Por fim, será apresentada a árvore cognitiva de critérios e algumas considerações sobre a escolha de alternativas de solução do problema.

Palavras chave: fotografias de pequeno formato, scanner, impressora, multicritério.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas na avaliação da qualidade de produtos cartográficos é a série de imprecisões que ocorrem durante a confecção da "representação da verdade de campo". (cartas, mapas, etc.).

Estas imprecisões ocorrem, já no início do processo de confecção do original cartográfico, onde os levantamentos topográficos, a tomada de fotografias aéreas ou terrestres e os imageamentos por satélite, entre outras formas de aquisição de dados, possuem sua cota de erros que tem sido largamente pesquisada visando sua minimização.

Adquiridos os dados, passa-se então para a fase de preparação dos mesmos, também impregnada de erros, onde destacam-se o desenho topográfico, as orientações relativa e absoluta no caso da fotogrametria, os processos de tratamento de imagens do sensoriamento remoto e mais recentemente a possibilidade de transformação de fotografias convencionais para meio digital através de scanners, sem esquecer que já existem no mercado, câmaras fotográficas digitais cuja aplicação tende a se estender também à cartografia.

Feita a aquisição dos dados e seu tratamento, a etapa final do processo cartográfico é o chamado produto final, que pode ser uma planta topográfica em desenho convencional, uma imagem de satélite classificada, um mosaico fotográfico controlado, uma ortofotocarta ou a "saída" de uma impressora conectada a um PC, produtos estes também sujeitos a imprecisões.

Fica claro que a qualidade do produto final depende do que ocorreu durante o processo de confecção, mas ao contrário do que possa parecer, a melhora da qualidade final não é apenas a soma das melhoras de qualidade dos estágios intermediários, mas sim a interação entre elas, conceito que agrega outras variáveis (tecnológicas, custos, precisão final, etc) que serão fortemente influenciadas pelo objetivo (finalidade) que se quer atingir no processo de produção cartográfica.

Nosso trabalho consistirá numa tentativa de avaliar, sob uma ótica de apoio à decisão por técnicas multicritério, um sistema composto por câmara fotográfica de pequeno formato, scanner e impressora colorida.

2. O PROCESSO DE DECISÃO

No processo de apoio à decisão, duas são as fases fundamentais: a primeira, na qual nos deteremos neste trabalho, trata da formulação e da identificação do objetivo de topo do processo de avaliação; a outra fase, chamada de síntese, constitui-se na avaliação propriamente dita do sistema e recorrerá a aplicação de metodologias multicritério que servirão de apoio a modelização das preferências e sua agregação. Como nossa proposta é a discussão da possibilidade da aplicação das técnicas de multicritério para avaliar o sistema câmara-scanner-impressora, a limitação do presente trabalho à fase de análise e formulação se constitui na primeira etapa, talvez a mais difícil, de uma metodologia que se pretende, seja estendida à toda a atividade cartográfica, onde, devido as imensas restrições econômicas, culturais e operacionais, se encontram grandes dificuldades para o planejador decidir qual caminho seguir e que decisão tomar procurando harmonizar objetivos, meios e fins.

Em nossa formulação, pretendemos estabelecer uma metodologia de uso dos equipamentos envolvidos visando ordenar um processo de decisão em que os critérios característicos da câmara, scanner e impressora sejam combinados, objetivando a qualidade final do trabalho. O objetivo de topo se traduz por uma fotografia colorida, impressa com a precisão geométrica, textura, nitidez e definição de cores suficiente para seu uso futuro.

Nem sempre a melhora da qualidade final será representada pela maximização de todos os critérios intermediários, sob pena da geração de desperdícios durante o processo. Uma foto para cartão postal, por exemplo, deve ter excelente definição de cores, mas as exigências quanto a precisão geométrica podem ser relaxadas.

No caso do sistema câmara-scanner-impressora, embora não partamos para a análise definitiva, após definidos os critérios (parâmetros característicos de cada equipamento), serão comentados os conceitos necessários para a escolha das alternativas de solução.

3. CÂMARA FOTOGRÁFICA

Para nosso estudo utilizaremos uma câmara fotogramétrica PENTAX PAMS 645, com tamanho de positivo igual a 49,4mm x 39,6mm e foco fixo de 8 m com abertura ajustada em f/11 que nos recomenda uma profundidade de campo (distância ao objeto a ser fotografado) de no mínimo 2,7 m.

Como esta câmara é adaptada para fotogrametria a curta distância e possui um sistema de vácuo para planificação do filme, esta distorção, bem como aquela causada pela emulsão colorida de positivo (esta câmara trabalha diretamente com o positivo e não como negativo das câmaras convencionais) não serão consideradas. Para nossa investigação, consideraremos que a tomada das fotografias foi executada levando-se em conta os limites de inclinação e distância entre fotos consecutivas (base-line) necessários para a formação do par estereoscópico.

Tomadas estas precauções ficaremos então com o critério de profundidade de campo que determinará a escala de fotografia de forma inversamente proporcional ao outro critério, embora fixo, que será o tamanho do positivo (filme) e que influenciará o processo de digitalização.

A definição destes critérios como características da câmara fotográfica fará com que, no processo de integração dos critérios dos outros equipamentos (scanner, impressora) os mesmos tenham uma forte influência (peso) para o alcance do objetivo de topo do processo.

4. SCANNER E IMPRESSORA

Para iniciarmos a caracterização (definição dos critérios) do scanner e da impressora, temos que abordar o tema resolução em termos de produção de imagens digitais.

Existem três tipos de resolução a serem considerados:

- Resolução de Digitalização;
- Resolução de Saída; e
- Resolução da Impressora.

4.1. Resolução de Digitalização

A resolução de digitalização consiste no número de pixels criados a partir de uma área específica do original. Por exemplo, digitalizar um original de 300 ppi (pixels por polegada) produziria 90 mil pixels (300 pixels horizontalmente x 300 pixels verticalmente) de cada polegada quadrada do original. O ajuste da resolução de digitalização permite o controle do número de pixels criados e assim a quantidade de informações capturadas.

O número total de pixels criados a partir de uma imagem digitalizada é determinado tanto pela resolução do scanner quanto pelo tamanho físico do original (em nossa câmara: 49,4mm x 39,6mm). Digitalizar uma imagem de 4"x5" (10,1cm x 12,7cm) a 100 ppi resultará em 200 mil pixels. Digitalizar uma imagem de 8"x10" (20,3cm x 25,4cm) com a mesma resolução produzirá 800 mil pixels. Portanto, a relação entre a resolução de digitalização e a resolução de saída se baseia no tamanho do original. Para reproduzir um original 8"x10" com tamanho de saída de 8"x10" e resolução de saída de 300 dpi (pontos por polegada), a imagem precisa ser digitalizada a apenas 300 ppi. Para reproduzir um original de 4"x5" com o mesmo tamanho de saída de 8"x10"

e resolução de saída de 300 dpi, é necessário que a imagem seja digitalizada agora a 600 ppi. Quanto menor for a original, mais alta deve ser a resolução de digitalização.

Exemplo

Tamanho do Original	Tamanho da Saída	Resolução de Saída	Resolução da Digitalização Necessária
1"x1,5" (35mm slides)	8" x 10"	300 dpi	2190 ppi
4" x 5"	8" x 10"	300 dpi	600 ppi
8" x 10"	8" x 10"	300 dpi	300 ppi

Uma observação importante é que a resolução máxima de um scanner pouco interfere na qualidade das digitalizações, ela simplesmente mostrará o quanto ele pode ampliar um original. Como mostram os dados anteriores, quanto maior a resolução, maior deverá ser a capacidade de armazenamento do arquivo de imagem.

4.2. Resolução de Saída

A resolução de Saída é a resolução na qual o arquivo de imagens deve ser enviado a um dispositivo de saída específico.

Ela é determinada pela resolução da impressora a ser utilizada. Por exemplo, para imprimir em uma impressora laser colorida de 400 dpi, a resolução de saída (do processo de digitalização) adequada seria 400 ppi. Geralmente é seguro enviar uma imagem com 75% da resolução da impressora.

4.3. Resolução da Impressora

A resolução da impressora é o número máximo de pontos por polegada que ela pode criar. Por exemplo, uma impressora a laser de 300 dpi pode criar pontos que são 1/300 de uma polegada. A maneira como a resolução da impressora se relaciona à resolução de saída depende do fato de a impressora usar a técnica de retícula ou de tom contínuo para reproduzir imagens.

A impressão por retícula é aquela que nos dá a correta resolução de saída ao se multiplicar por 1,5 a 2,0 a frequência de tela. No processo de impressão a fotografia é elevada por meio de uma tela de fios para criar um padrão de retícula. O espaçamento de uma linha para outra é chamado de frequência, também conhecido como largura de ponto ou frequência de tela e é medido por linhas por polegada (lpi). Um jornal utilizando papel-jornal de alta absorção pode permitir telas de 65-85 lpi, as revistas normalmente são impressas em 120-150 lpi, enquanto a arte final mais apurada usa 200 lpi. Por comparação, o filme pode gerar até 12.000 lpi.

Ao calcular a resolução de saída para uma digitalização a ser impressa em um dispositivo de retícula, devemos nos basear na frequência de tela e não na resolução da impressora.

Ao contrário dos dispositivos de retícula, que criam tonalidades, cores e contornos através do ajuste cuidadoso do tamanho dos pequenos pontos, os dispositivos de tom contínuo reproduzem imagens com pigmentos misturados e sobrepostos. Os dispositivos de tom contínuo não precisam que as imagens sejam desmembradas dentro de uma frequência de tela. Portanto, a resolução de saída que esses dispositivos precisam está mais diretamente relacionada à resolução de impressão do que com os dispositivos de retícula.

4.4. Imagens Coloridas

O scanner captura uma imagem por três canais separados de escalas de cinza. Ele faz isso pela leitura da intensidade da luz que passa através do original, no caso de um scanner de transparência, ou que o original reflete, no caso de um scanner plano. A luz então, passa através dos filtros vermelho, verde e azul (RGB). Esses canais de escala de cinza são atribuídos às cores que correspondem aos filtros através dos quais eles foram adquiridos. Quando os canais de escalas de cinza fornecem a cor apropriada, as tonalidades de cinza são substituídas por tonalidades de cores. Quanto mais escuras forem as áreas da imagem em tonalidades de cinza, menos cor ela obterá.

Para representar a maior faixa possível de tons para as cores correspondentes do RGB (red,green,blue), cada um dos canais deverá ter a "profundidade" de oito bits (número de bits atribuídos para controlar cada pixel). Os canais coloridos são então mesclados e a imagem colorida é criada.

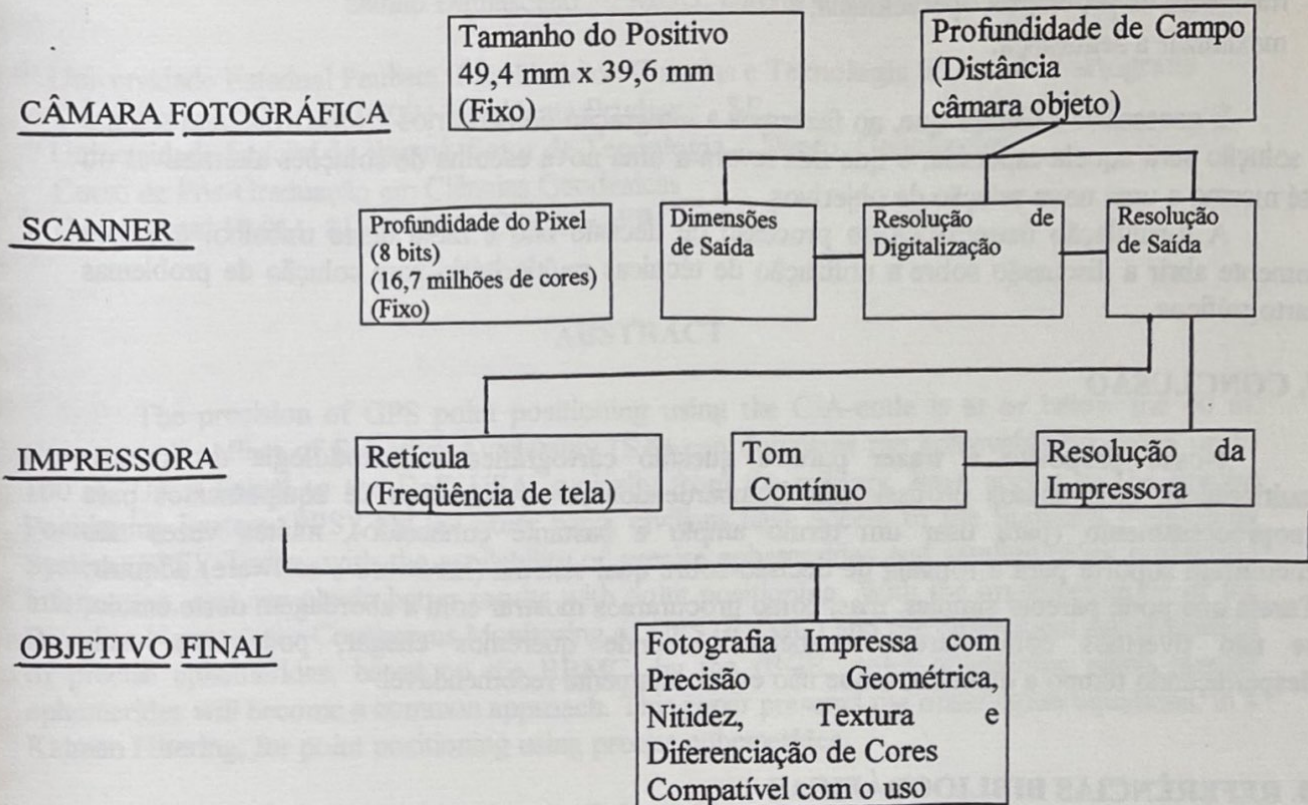
Quando os três canais são mesclados, os oito bits que controlam cada pixel em cada canal são combinados. Como resultado, cada pixel de imagem colorida é controlado por 24 bits os quais proporcionam 16,7 milhões de combinações de cores, parâmetro este considerado fixo no estudo em questão.

4.5. Critérios característicos

Os critérios a serem utilizados para o scanner e a impressora são os seguintes:

- Dimensões da saída (tamanho do impresso final)
- Resolução de saída (da digitalização)
- Resolução de digitalização
- Resolução da Impressora
 - . modo de retícula
 - . tom contínuo
- Pixel com profundidade de 8 bits (16,7 milhões de cores)

5. ÁRVORE COGNITIVA DE CRITÉRIOS



6. AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE OPERAÇÃO

A solução dos problemas de qualidade cartográfica são, na maior parte das vezes, dependentes do estudo dos dados, da análise da solução de problemas anteriores similares e de como a questão presente se posiciona em termos de objetivos e limitações.

Para a avaliação de soluções alternativas, inicialmente deveremos gerar algumas soluções que vão sendo retroalimentadas pelos resultados anteriores. Segundo Leonardo Ensslin e Roberto Krischer em seu trabalho "Introdução à Análise de Viabilidade"; "A medida que nosso conhecimento se expande e penetramos nos melindres do problema, nossa compreensão de suas profundas implicações aumentam e conseqüentemente passamos a ser mais exigentes, em termos de seus objetivos, restrições, limitações e histórico".

Após determinar que as soluções selecionadas são tecnicamente possíveis (capacidade de hardware e software envolvidos no presente problema) passa-se à fase de avaliação propriamente dita, a qual está intimamente ligada a definição do objetivo final proposto. Aqui, as soluções são hierarquizadas para posterior escolha.

Entende-se por solução, a melhor forma de utilização dos equipamentos envolvidos, maximizando suas potencialidades, de uma forma racional, para a obtenção de um produto cartográfico final com características pré-definidas.

Para a seleção da melhor alternativa, além de identificar aquela que mais proximamente atende ao objetivo de topo (produto final), devemos considerar e agregar à árvore cognitiva, o quanto ela se aproxima dos objetivos intermediários que são:

- minimizar custos;
- minimizar o tamanho dos arquivos;

- minimizar o tempo gasto no processo;
- minimizar o risco de perda dos dados;
- maximizar a qualidade dos serviços;
- minimizar os problemas operacionais; e
- maximizar a segurança.

É necessário salientar que, ao fazermos a integração dos critérios e objetivos, nem sempre a solução será aquela esperada, o que nos levará a uma nova escolha de soluções alternativas ou até mesmo a uma nova seleção de objetivos.

A formulação matemática do processo de decisão não é meta deste trabalho, que visa somente abrir a discussão sobre a utilização de técnicas multicritério para solução de problemas cartográficos.

7. CONCLUSÃO

Nosso propósito é trazer para a questão cartográfica a metodologia de decisão multicritério, pois nossos profissionais, bombardeados por vendedores de equipamentos para geoprocessamento (para usar um termo amplo e bastante conhecido), muitas vezes não encontram suporte para a tomada de decisão sobre qual sistema (hardware e software) adquirir. Tarefa que pode parecer simples, mas, como procuramos mostrar com a abordagem deste ensaio, se não tivermos com clareza estabelecido aonde queremos chegar, poderemos estar desperdiçando tempo e dinheiro, o que não é absolutamente recomendável.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANA E COSTA, Carlos A. Métodos de Decisão - Multicritérios e Aplicações. UFSC. Apostila, 1996.
- BANA E COSTA, Carlos A. O que Entender por Tomada de Decisão Multicritério ou Multiobjetivo. UFSC. Apostila. 1996.
- BANA E COSTA, Carlos, A.; VINCKE, Philippe. Readings in Multiple Criteria Decision Aid. UFSC. Apostila, 1996.
- EL-HAKIM, Sabri F. Potentials and Limitations of Photogrammetry for Precision Surveying, 1979.
- ENSSLIN, Leonardo; KRISCHER, Roberto. Introdução à Análise de Viabilidade - Apostila - CPGEP - Florianópolis-SC, 1996.
- DERENYI, Eugene. Analogue Photogrammetry-Laboratory Projects. Department of Surveying Engineering University of New Brunswik-Lecture. Notes nº 46. 1977.
- HORNSTEIN, Jonathan. Scanner. Digitalização de Imagens. Seu Consultor Pessoal. Editora Campus, 1996.
- NORTON, Peter. Desvendando Periféricos e Extensões. Editora Campus, 1996.