

Proposta de especificações técnicas e de metodologia para avaliação da presença de nuvens, sombras e fumaça em imagens de satélite, fotografias aéreas e ortofotocartas

Paulo Danilo Vargas Alves

Diretoria de Serviço Geográfico do Exército – DSG

QG Ex – Bloco “F” – 2º Pav – SMU – CEP: 70.630-901 – Brasília-DF

pdaniloalves@hotmail.com

Abstract. This paper presents a proposal of technical specifications and of methodology for evaluation the presence of clouds, shadows and smoke in satellite images, aerial photographs and ortophotomap, indicating the components: size, shape, type of place and quality of data, to be used in evaluation, as well as the relationships between these components and the final results after the crossings. These specifications aim to seek a higher quality of geographical information contained in a cartographic product, be it matrix or vector. The work takes into account that quality of cartographic products is a topic that has gained increasing prominence and importance in recent times, and that the final quality of these products is directly linked to quality of inputs used, whether aerial photographs or satellite images, which serve as basis and source for the production of cartographic documents. Therefore, the components for evaluation, presented in this work, have the goal of establishing technical criteria, quantitative and qualitative, to set the conditions for the use of inputs that have the presence of clouds, shadows and smoke, resulting in a classification level within of the acceptable quality (NQA), which means a maximum and a minimum tolerable of overlap for clouds, shadows and smoke in a particular area of cartographic document.

Key-words: evaluation, geographic information, clouds and shadows.

1. Introdução

A qualidade dos produtos cartográficos é um tema que ganha cada vez mais destaque e importância nos tempos atuais. Isso se deve à necessidade crescente de aprimoramento destes produtos por conta das diversas formas de utilização dos mesmos, como por exemplo, em projetos de cunho econômico, ambiental, estratégico ou social, ou ainda, devido à complexidade que é adquirir mais fielmente possível os dados e relacioná-los entre si de acordo com a especificidade de cada local e projeto.

A qualidade final destes produtos passa indubitavelmente pela qualidade dos insumos (por exemplo: fotografias aéreas e imagens de satélite), que servem como base e origem para a produção dos mesmos, e estes, por sua vez, são dependentes da ausência de cobertura de nuvens, de sombras e de fumaça, para permitir a aquisição mais completa possível dos dados geográficos existentes.

Para Slama (1980, in Silva e Dalmolin, 2002), “*a nebulosidade é o fator mais incerto numa missão de levantamento fotogramétrico*”. As fotografias aéreas são utilizadas como insumos para trabalhos de fotogrametria ou como produtos para a confecção de ortofotocartas. As especificações técnicas usadas para o levantamento fotogramétrico no Brasil, bem como, aquelas recomendadas por entidades como a *International Society of Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)* e *American Society of Photogrammetry (ASP)* têm cláusulas bem claras, definindo que não serão aceitas fotografias com nuvens e que a faixa ou trecho que as apresentem devem ser revoados. Segundo essas especificações, em alguns contratos são permitidos até 10% de nuvens” (Silva e Dalmolin, 2002).

Outra forma de cobertura do espaço geográfico são as imagens de satélite, que sofrem com a sobreposição de nuvens, sombras e fumaça e devido à forma da tomada das cenas e pelo tamanho destas, poderão ter uma incidência maior de locais sobrepostos.

Ainda, a existência de sombras resultantes da presença de nuvens, relevo, elevações topográficas, vegetação, prédios e a outros objetos planimétricos, impossibilita a restituição fotogramétrica ou aquisição por outras formas nas áreas sobrepostas, bem como, impossibilita a visualização dos dados em imagens de satélite e em ortofotocartas, o que poderá gerar um produto final de baixa qualidade ou inviabilizar estes insumos para a produção cartográfica.

Portanto, a aceitabilidade de fotografias aéreas, imagens de satélite e ortofotocartas como insumos ou como produtos finais, dependerá da presença de nuvens, sombras e fumaça. Este trabalho apresenta os componentes: tamanho, forma, tipo do local e aspectos qualitativos dos dados para serem utilizados no momento da avaliação desta presença. Apresenta, ainda, as relações entre estes diversos componentes, classificando os resultados dentro de níveis de qualidade aceitáveis (NQA).

2. Objetivo

Apresentar uma proposta de especificações técnicas e de metodologia para avaliação da presença de nuvens, sombras e fumaça em imagens de satélite, fotografias aéreas e ortofotocartas.

3. Material e métodos

A determinação dos valores para cada componente, apresentados na **Tabela 2**, partiu do princípio que cada um possui certo grau de relevância na classificação final de um insumo ou produto cartográfico. As nuvens, sombras e fumaça sobrepõem áreas geográficas que por sua vez, possuem dados geográficos, que são possuidores de características próprias, portanto, os valores finais levam em consideração as relações entre os componentes e suas especificidades, tendo como referência a área geográfica, seu tamanho e seus dados.

Desta forma, os valores foram estabelecidos a partir de níveis de qualidade aceitáveis (NQA) para cada componente em relação com os demais, o que significa um limite máximo e mínimo toleráveis de sobreposição por nuvens, sombras e fumaça de uma determinada área e das informações contidas nela. Estes níveis de qualidade se basearam na ISO 2859-1 e em normas nacionais e internacionais para vôos fotogramétricos e aquisição de imagens de satélite, levando em consideração o componente “tamanho” e suas relações com os outros componentes, como mostra a **Tabela 1** abaixo:

Tabela 1: níveis de qualidade aceitáveis.

Elemento de qualidade	NQA 1	NQA 2	NQA 3	NQA 4
Presença de nuvens, sombras e fumaça	Possui baixo grau de influência na identificação dos dados.	Possui certo grau de influência na identificação dos dados.	Possui um maior grau de influência na identificação dos dados.	Possui alto grau de influência na identificação dos dados.

4. Resultados e discussão

4.1. Os componentes para avaliação da presença de nuvens, sombras e fumaça. Os componentes apresentados neste item devem ser levados em consideração no momento da avaliação e possibilitam a classificação das relações entre os mesmos.

Tabela 2: componentes para avaliação.

Componente	Significado	Tipo	Significado
Tamanho	Classifica a geometria de uma nuvem, sombra e fumaça de acordo com seu tamanho (área em relação ao total da imagem de satélite, fotografia aérea ou ortofotocarta).	Pequeno	A geometria da nuvem, sombra e fumaça possui tamanho que em relação à área total pode não influenciar na identificação das feições sobrepostas, porém deve ser analisada juntamente com os outros componentes.
		Médio	A geometria da nuvem, sombra e fumaça possui tamanho que em relação à área total pode influenciar na identificação das feições sobrepostas. Deve ser analisada juntamente com os outros componentes.
		Grande	A geometria da nuvem, sombra e fumaça possui tamanho que em relação à área total influencia na identificação das feições sobrepostas. Deve ser analisada juntamente com os outros componentes.
		Muito grande	A geometria da nuvem, sombra e fumaça possui tamanho que automaticamente reprovava o insumo. A reprovação leva em conta normas nacionais e internacionais que não aceitam mais de 10% de cobertura.

Forma	Classifica a geometria de uma nuvem, sombra e fumaça de acordo com sua forma.	Muito irregulares	Indica que a geometria da nuvem, sombra ou fumaça é muito irregular o que pode permitir certa visualização das informações geográficas, bem como, permitir a identificação de alguns objetos que possuem parte sobreposta, mas que têm continuidade depois dos limites desta geometria.
		Irregulares	Indica que a geometria da nuvem, sombra e fumaça é irregular o que pode permitir certa visualização das informações geográficas (menos que a anterior), bem como, permitir a identificação de alguns objetos que possuem parte sobreposta, mas que têm continuidade depois dos limites desta geometria (menos que a anterior).
		Regulares	Indica que a geometria da nuvem, sombra e fumaça é regular, ou seja, fica próximo a geometria de círculo hipotético, o que não permite a visualização das informações geográficas (menos que a anterior), bem como, não permite a identificação de alguns objetos que possuem parte sobreposta, mas que possuem continuidade depois dos limites desta geometria. (menos que a anterior).
		Circular	Indica que a geometria da nuvem, sombra e fumaça é circular, ou seja, não permite a visualização das informações geográficas (menos que a anterior), bem como, não permite a identificação de alguns objetos que possuem parte sobreposta, mas que possuem continuidade depois dos limites desta geometria. (menos que a anterior).
Tipo local	Classifica a geometria de uma nuvem, sombra e fumaça de acordo com o local em que a mesma está sobrepondo.	Denso em informações geográficas	O local sobreposto por nuvens, sombras e fumaça é denso em informações geográficas, como acidentes geográficos importantes, tais como região de concentração de prédios nas áreas urbanas, barragens e foz de rios, entre outros.
		Poucas informações geográficas	O local sobreposto por nuvens, sombras e fumaça não possui muitas informações geográficas importantes (idem acima).
Qualidade dos dados sobrepostos pelas nuvens, sombras e fumaça	Fatores condicionantes (classifica a geometria de uma nuvem, sombra e fumaça de acordo com índices de qualidades das informações geográficas sobrepostas)	Fatores econômicos	Fatores objetivos e simbólicos que influenciaram ou influenciam a existência da informação geográfica no conjunto de dados analisado.
		Fatores sociais	
		Fatores culturais	
		Fatores políticos	
		Fatores ambientais	
		Fatores históricos	

Observação 1: os componentes forma e tamanho podem ser definidos como um conjunto de nuvens, de sombras e de fumaças ou como geometrias individuais, para isso deve-se levar em conta a possibilidade de se identificar geometrias isoladas ou um conjunto delas quando estiverem próximas ou mesmo ligadas entre si.

Exemplo: uma nuvem e sua respectiva sombra, quando for o caso, podem ser avaliadas em uma mesma geometria.



Figura 01 – nuvem e sombra

Observação 2: existe outro componente que poderá influenciar na identificação das informações geográficas, que é o nível de transparência das nuvens, sombras e fumaça. Para esta especificação, quando o nível de transparência permitir a identificação das informações geográficas, deverá ser considerado como se não tivesse a cobertura, caso contrário, levar em conta os outros componentes. Assim este componente não se relaciona com os demais.



Figura 02 – nuvem com transparência que permite a visualização das feições

Tabela 3: transparência das nuvens, sombras ou fumaça.

Transparência	Classifica uma nuvem, sombra e fumaça de acordo com o grau de transparência.	Permite visualização	Mesmo existindo cobertura é possível visualizar e identificar as informações geográficas cobertas.
		Não permite visualização	A existência de cobertura não permite visualizar e identificar as informações geográficas cobertas.

4.2. Definição da medida da qualidade dos dados

a. Tamanho

Quanto ao tamanho (área em relação ao total da fotografia aérea, ortofotocarta ou imagem satélite), os fragmentos encontrados de nuvens, sombras ou fumaça são classificados em:

Tabela 4: tamanho das nuvens, sombras e fumaça.

Valores	Tipo	Significado
< 2,5% da área total	Pequeno	Quanto maior o tamanho das áreas, menor a possibilidade de identificação de informações geográficas e menor será a possibilidade de aproveitamento do material analisado. Ainda, quanto mais irregulares, maior a possibilidade de identificação de informações através da análise da continuidade dos objetos. Deverão ser observadas as relações com os outros componentes para a classificação final (ver próximo item)
2,5% - 7,5% da área total	Médio	
7,5% - 10% da área total	Grande	
> 10% da área total	Muito grande	Índice com reprovação automática, desde que observado as relações com os outros componentes.

O grau de cobertura é medido através da soma de todos os fragmentos encontrados na fotografia aérea, ortofotocarta ou na imagem de satélite.



Figura 03 – exemplo de tamanhos em relação à área total



Figura 04 – exemplo de tamanhos em relação à área total

b. Forma

Quanto à forma, os fragmentos encontrados de nuvens, sombras e fumaças são classificados em “muito irregulares”, “irregulares” e “regulares”, de acordo com o procedimento descrito por Meunier (1998). Com este método, calcula-se o índice de circularidade a partir da razão entre a área de um fragmento e a área de um círculo hipotético com o perímetro do fragmento, assumindo: (Moreira, 2010)

$$IC = \frac{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot S}}{P}$$

Onde:

IC = índice de circularidade;

π = 3,1416...

S = área do fragmento da nuvem, sombra e fumaça; e

P = perímetro do mesmo fragmento da nuvem, sombra ou fumaça.

Tabela 5: forma das nuvens, sombras e fumaça.

Valores	Tipo	Significado
índice < 0,4	áreas muito irregulares	Quanto mais irregulares as áreas, maior a possibilidade de identificação de informações geográficas e maior a possibilidade de aproveitamento do material analisado. Ainda, quanto mais irregulares, maior a possibilidade de identificação de informações através da análise da continuidade dos objetos. Deverão ser observadas as relações com os outros componentes para a classificação final (ver próximo item)
índice entre 0,4 e 0,65	áreas irregulares	
índice > 0,65	áreas regulares	
valor = 1,0	áreas perfeitamente circulares	Índice de 100% de cobertura da área. (ver relações com os outros componentes)



Figura 05 – forma das nuvens, sombras e fumaça

c. Tipo local

Tabela 6: tipo do local sobreposto pelas nuvens, sombras e fumaça.

Valores	Tipo	Significado
1- Denso	Denso em informações geográficas	O local sobreposto por nuvens, sombras e fumaça é denso em informações geográficas, como acidentes geográficos importantes, tais como região de concentração de prédios nas áreas urbanas, barragens e foz de rios, entre outros. Quanto mais densa de informações a área coberta, maior será o prejuízo para o documento cartográfico e menor será a possibilidade de aproveitamento do material analisado. Deverá ser verificado em outros documentos cartográficos antigos ou atuais, em outros insumos ou através da comprovação de campo. Deverão ser observadas as relações com os outros componentes para a classificação final (ver próximo item)
2- Pouco denso	Poucas informações geográficas	



Figuras 06 e 07 – exemplos de áreas poucas informações e densas em informações

d. Qualidade dos dados sobrepostos pelas nuvens ou sombras

Tabela 7: qualidade dos dados sobrepostos por nuvens, sombras ou fumaça.

Valores	Tipo	Significado
Importante Sim / Não	Fatores econômicos	Quanto mais importante for à informação para o contexto analisado (dentro dos tipos dos componentes), maior será o prejuízo para o documento cartográfico e menor será a possibilidade de aproveitamento do material analisado. Deverá ser verificado em outros documentos cartográficos antigos ou atuais, em outros insumos ou através da comprovação de campo. Deverão ser observadas as relações com os outros componentes para a classificação final (ver próximo item). A classificação é qualitativa, portanto a critério da importância das informações analisadas dentro dos tipos do componente.
	Fatores sociais	
	Fatores culturais	
	Fatores políticos	
	Fatores ambientais	
	Fatores históricos	



Figura 08 – exemplo de área importante para economia - fábrica

5. Relação entre os componentes e resultados das análises

Tabela 8: relação entre os componentes da avaliação: tamanho pequeno. (NQA - conforme Tabela 1)

Tamanho	Forma	Tipo Local	Qualidade	NQA
Pequeno < 2,5%	Muito Irregular índice < 0,4	Denso Info	Importante	2
			Não Importante	1
		Pouca Info	Importante	
			Não Importante	
	Irregular índice entre 0,4 e 0,65	Denso Info	Importante	2
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	1
			Não Importante	
	Regular índice > 0,65	Denso Info	Importante	3
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	2
			Não Importante	
Circular valor = 1,0	Denso Info	Importante	3	
		Não Importante		
	Pouca Info	Importante	2	
		Não Importante		

Tabela 9: relação entre os componentes da avaliação: tamanho médio.

Tamanho	Forma	Tipo Local	Qualidade	NQA
Médio 2,5% - 7,5%	Muito Irregular índice < 0,4	Denso Info	Importante	2
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	1
			Não Importante	
	Irregular índice entre 0,4 e 0,65	Denso Info	Importante	3
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	2
			Não Importante	
	Regular índice > 0,65	Denso Info	Importante	3
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	2
			Não Importante	
Circular valor = 1,0	Denso Info	Importante	4	
		Não Importante		
	Pouca Info	Importante	3	
		Não Importante		

Tabela 10: relação entre os componentes da avaliação: tamanho grande.

Tamanho	Forma	Tipo Local	Qualidade	NQA
Grande 7,5% - 10%	Muito Irregular índice < 0,4	Dense Info	Importante	3
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	2
			Não Importante	
	Irregular índice entre 0,4 e 0,65	Dense Info	Importante	3
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	2
			Não Importante	
	Regular índice > 0,65	Dense Info	Importante	4
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	3
			Não Importante	
Circular valor = 1,0	Dense Info	Importante	4	
		Não Importante		
	Pouca Info	Importante	3	
		Não Importante		

Tabela 11: relação entre os componentes da avaliação: tamanho muito grande.

Tamanho	Forma	Tipo Local	Qualidade	NQA
Muito grande > 10%	Muito Irregular índice < 0,4	Dense Info	Importante	3 e 4
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	
			Não Importante	
	Irregular índice entre 0,4 e 0,65	Dense Info	Importante	
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	
			Não Importante	
	Regular índice > 0,65	Dense Info	Importante	
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	
			Não Importante	
	Circular valor = 1,0	Dense Info	Importante	
			Não Importante	
		Pouca Info	Importante	
			Não Importante	

6. Classificação final da avaliação da presença de nuvens, sombras e fumaça

A classificação final da avaliação da presença de nuvens, sombras e fumaça em uma fotografia aérea, imagem de satélite ou ortofotocarta dentro de um dos NQA's, apresentados na **Tabela 1**, será resultado direto das relações entre os componentes mostrados nas **Tabelas 4 a 7**.

Estas relações foram obtidas através da construção de índices, onde cada sub-elemento dos componentes recebeu um valor de acordo com o maior ou menor grau de influência na observação dos dados geográficos. Os valores dos sub-elementos foram somados em cada relação apresentadas nas **Tabelas 8 a 11** e depois classificados de acordo com o valor tomado como limite entre cada NQA.

A classificação de importante e não importante no componente qualidade dos dados será definida de acordo com a finalidade e a utilização final do produto cartográfico, sendo a responsabilidade por esta classificação o produtor e/ou o usuário final.

7. Procedimentos de coleta e análise dos dados

Neste tópico são apresentados os procedimentos a serem utilizados na coleta e na análise dos dados.

- a. Estudo e análise do escopo do projeto;
- b. Definição do material a ser avaliado;
- c. Delimitação gráfica dos limites das nuvens, sombras e fumaça;
- d. Medição da área das nuvens, sombras e fumaça para definir e classificar o tamanho;
- e. Medição do perímetro das nuvens, sombras e fumaça para o cálculo do grau de circularidade;
- f. Delimitação da área das nuvens, sombras e fumaça através da utilização de um círculo que envolva o limite feito;
- g. Cálculo da diferença entre as áreas para definir e classificar a forma (usar fórmula);
- h. Verificação do tipo de local que está sobreposto pelas nuvens, sombras e fumaça;
- i. Classificação destes locais como denso ou não; (utilizar outros insumos e documentação secundária ou verificação em campo)
- j. Verificação da qualidade das informações geográficas que estão sobrepostas pelas nuvens, sombras e fumaça. (utilizar outros insumos e documentação secundária ou verificação em campo).
- k. Cruzamento entre os diversos componentes; e
- l. Definição final do resultado da avaliação conforme as tabelas de 8 a 11.

8. Conclusão

A utilização de fotografias aéreas e de imagens de satélite como insumos ou produtos finais, deve ter uma análise minuciosa em todos os itens previstos nas ISO's, sobre Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais Vetoriais. Particularmente no item "Completude dos Dados", atenção especial deve-se ter com a sobreposição das informações existentes no terreno, pela presença de nuvens, sombras e fumaça. As especificações técnicas existentes a respeito desta sobreposição fazem alusão apenas a uma porcentagem "X" do tamanho da área coberta com relação à área total do insumo, geralmente 10%, não levando em conta outros fatores que podem influenciar esta ocultação dos dados, mesmo em áreas menores que 10%.

Portanto, os componentes para avaliação, apresentados neste trabalho, têm a finalidade de estabelecer critérios técnicos, quantitativos e qualitativos, para definir as condições para a utilização de insumos que possuam a presença de nuvens, sombras e fumaça, resultando em uma classificação dentro de níveis de qualidade aceitáveis.

A utilização de um insumo classificado em um dos NQA estabelecidos fica a critério do produtor e/ou usuário, e dependerá diretamente de normas pré-estabelecidas entre os mesmos ou por algum órgão regulador.

9. Referências bibliográficas

Instituto Geográfico Português. **Regulamento técnico das coberturas para fins civis** (RTCAP), Versão 2006. ISO's - **2859-1, 19.113 e 19.114**. International Organization for Standardization, 2002.

Meunier, I. **Conservação da Reserva Ecológica de Dois Irmãos – Potencial e carências para a condução de um plano de manejo de área silvestre**. In: Machado, I. C., Lopes, A. V. & Pôrto, K. C. Reserva ecológica de Dois Irmãos: estudos de um remanescente de Mata Atlântica em área urbana. Recife: Imprensa Universitária - UFPE. 1998.

Moreira, Adelson de Azevedo. **Diagnóstico, a nível de paisagem dos fragmentos florestais na bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa-MG**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, 2010.

Redweik, Paula. **Fotogrametria aérea**. Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2007.

Silva, Daniel Carneiro da; Dalmolin, Quintino. **Mapeamento incremental: solução teórica para fotogrametria em áreas nubladas**. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 8, no 2, p.55-66, 2002.