

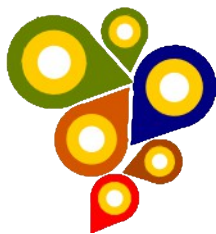


MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO
SECRETARIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO
INFRAESTRUTURA DE DADOS GEOESPACIAIS

RELATÓRIO PARA CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA DE CONVERSÃO DE DADOS CARTOGRÁFICOS DA SPU



1ª Edição 2015
(Versão 1.0 – Fevereiro 2016)



Histórico de Revisões

Data	Descrição	Autores	Versão
07/03/2016	Criação e Formatação do documento	Daniel	1

CAPÍTULO IV – DIGITALIZAÇÃO MATRICIAL

Neste capítulo é apresentada a metodologia que objetiva estabelecer os procedimentos operacionais a serem seguidos durante os trabalhos de digitalização

Nesta etapa os digitalizadores deverão adquirir as feições passíveis de interpretação na imagem digital, no que for possível, dentro de suas classes de feições de acordo com a ET-ADGV Patrimônio Imobiliário Público Federal.

Dentro deste contexto, esta metodologia apresenta os passos necessários para a etapa de aquisição de Digitalização Matricial

Esta metodologia pressupõe a utilização de um equipamento de varredura/captura de imagem denominado genericamente por scanner com a seguinte configuração mínima citada abaixo:

- Equipamento (scanner), para formato A0 com a resolução com resolução ótica real mínima de 600 dpi, ou 42 µm, para fotolitos e de 30 dpi, ou 84 µm, para carta impressa. A título de exemplo, o scanner Contex CRYSTAL G600.

4.1 OBJETIVOS

Apresentar uma metodologia para a digitalização do acervo cartográfico da SPU. A digitalização Matricial tem por finalidade criar arquivos digitais matriciais a partir do material físico

4.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

4.2.1 COLETA DO MATERIAL ANALÓGICO

O digitalizador deverá verificar os originais cartográficos (fotolitos) quanto à nitidez e quanto ao estado de conservação (falhas ou imperfeições de informações). Em caso de má conservação dos fotolitos, é feito o reparo por um técnico em cartografia, antes mesmo de digitalizar. Contudo, se o problema for de nitidez, serão utilizados os recursos do próprio software do scanner para correção. É mister considerar o perfeito acondicionamento desse material em locais bem arejados, visto que atualmente não se trabalha mais fotolitos analógicos, e, portanto materiais de reparos dificilmente são encontrados à venda. Como exemplo, pode-se citar a tinta utilizada para retoque grosseiro de grandes áreas; trama, que serve de preenchimento de feições de vegetação e

rodapé limite; e a fita vermelha adesiva própria para reparo em fotolitos negativos. O conserto, pois, depende muito mais da experiência e habilidade do técnico em trabalhar com o escasso material de reparo que ainda se encontra à venda, como pincéis apropriados e nanquim.

4.3 GEORREFERENCIAMENTO

4.3.1 FINALIDADE

O georreferenciamento busca posicionar corretamente o arquivo digitalizado matricialmente em relação ao espaço geográfico, tornando suas coordenadas conhecidas em sistema de referência previamente determinado.

4.3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse posicionamento se dá segundo os sistemas de coordenadas e projeção adotados na carta, ou que se pretendem estabelecer.

Quando ocorre a digitalização matricial, a carta passa a possuir coordenadas matriciais digitais (X_i, Y_i), oriundas do processo de digitalização. Dessa forma, ressalta-se a importância de uma correta digitalização, para que não ocorram distorções na imagem e, conseqüentemente, erros de coordenadas matriciais.

Após isso realiza-se a transformação dessas coordenadas matriciais (X_i, Y_i) em coordenadas planas de um sistema de referência adotado (E,N). Essa transformação apoia-se em transformações geométricas, quando se possui até seis pontos de controle e transformações polinomiais quando se dispõe de mais de seis pontos de controle. As transformações empregadas são Polinomiais de primeira ordem e de segunda ordem.

Deve ser estabelecida a relação matemática entre o sistema de coordenadas da imagem (linha, coluna) e o sistema de projeção cartográfica pré-determinado (no qual a carta foi construída), possibilitando que ao se usar uma imagem, determina-se imediatamente as coordenadas no sistema de projeção cartográfica. Este processo inicia-se com a obtenção das coordenadas de pontos da carta a serem georreferenciados, conhecidos como pontos de controle. Os pontos de controle são intersecções de estradas e de rios, represas, pistas de aeroportos, edifícios proeminentes, topos de montanha, entre outros. A obtenção das coordenadas dos pontos de controle pode ser realizada em

campo (a partir de levantamentos topográficos), ou outros mapas (em papel ou digital), previamente georreferenciados.

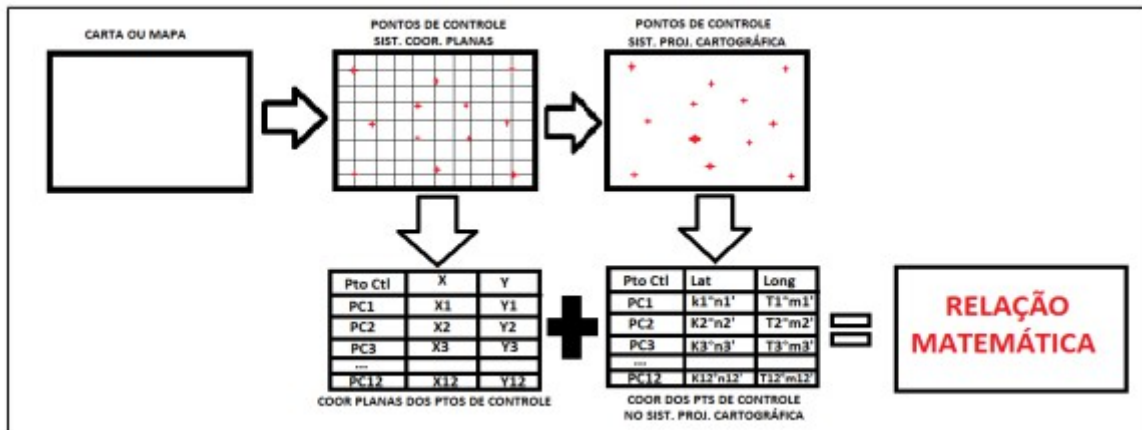


Figura 1:Relação Matemática

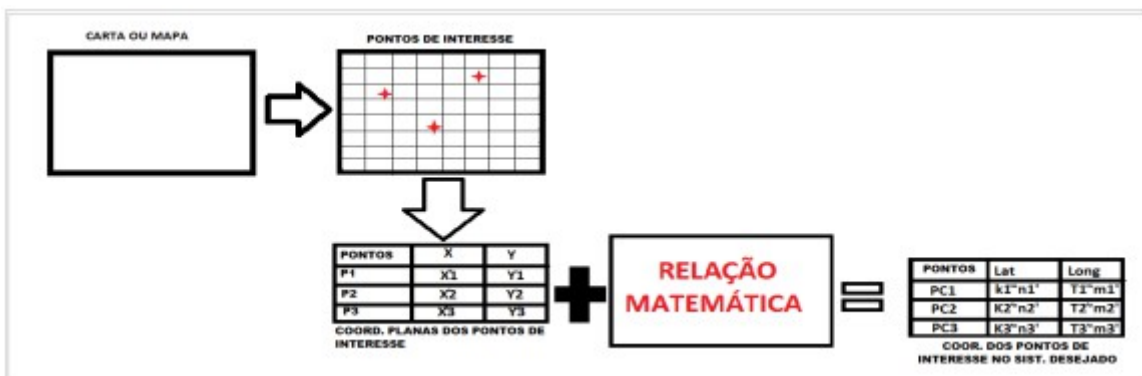


Figura 2:Obtenção dos pontos georreferenciados

No Brasil é adotado, desde 25 de fevereiro de 2015, de acordo com resolução 01/2005 do IBGE, o SIRGAS 2000. Esse Datum possui 21 estações de referência espalhadas pelo Brasil e outras pela América Latina.

Os pontos de controle devem ser selecionados no arquivo matricial (Carta ou fotolitos) de forma que sejam perfeitamente identificáveis, como por exemplo, intersecções de estradas e pontes, e principalmente, encontro de linhas do Grid de Coordenadas. Esses pontos devem ser bem distribuídos de forma a evitar que ocorram distorções sistemáticas. Atualmente são empregadas, no mínimo, 17 pontos de controle, distribuídos conforme apresentado na figura 3

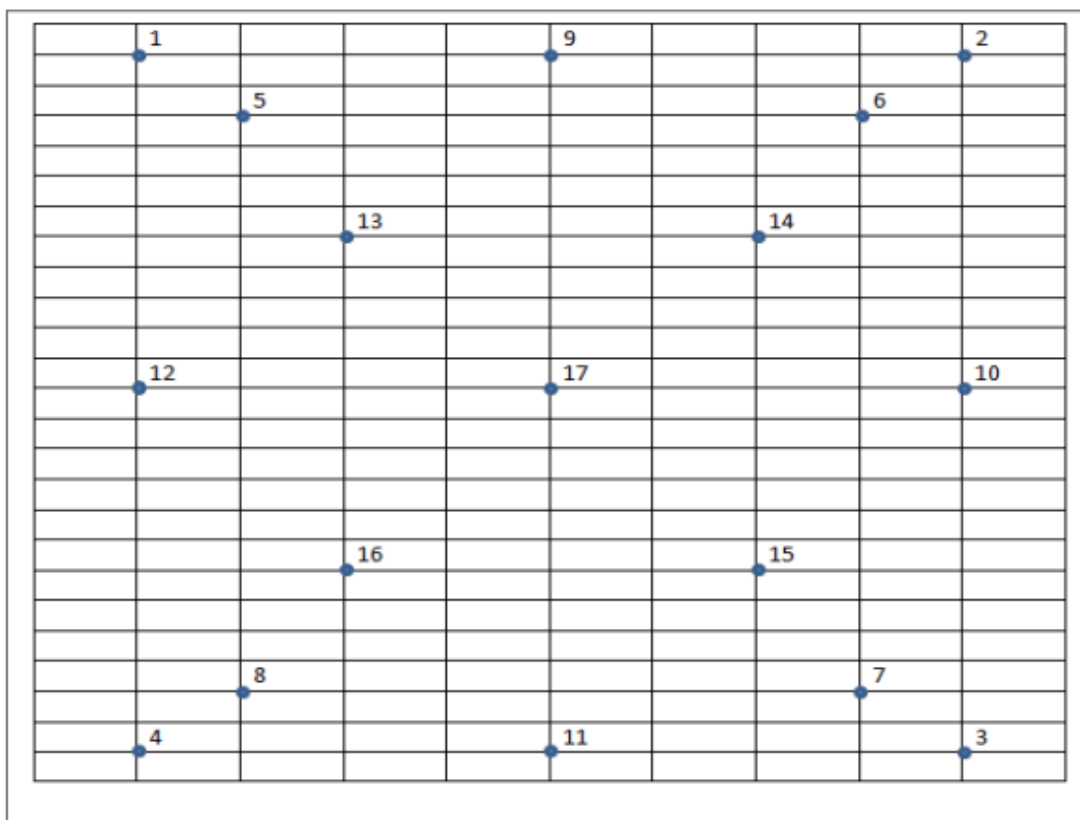


Figura 3: Distribuição de pontos de controle em uma carta

Após isso, esses valores são registros em uma tabela que contenha o identificador ("id") do ponto de controle, as coordenadas matriciais e as coordenadas planimétricas, sendo realizada a transformação polinomial imediatamente após o registro, seguindo-se da avaliação do resultado.

4.3.3 AVALIAÇÃO DO RMS

A definição para o valor limite do Erro Médio (RMS do inglês root mean square) foi efetuada observando as seguintes premissas:

A – A ET-ADGV estabelece, no item 1 do capítulo III, que um ponto analógico, quando convertido para o meio digital, agregará erros que podem implica na degradação da classificação do produto cartográfico. Portanto, o Padrão de exatidão dos produtos Cartográficos Digitais (PEC-PCD), presentes na tabela 2 da ET-ADGV, para um produto vetorizado, é função dos erros oriundos do processo de vetorização acrescidos daqueles advindos do produto analógico original, de tal

forma que somente ter-se-há classes C ou D para um produto digital obtido de um produto analógico.

B – Os erros do processo de vetorização são os seguintes:

B.1 – Erro de operação ao digitalizar o vetor sobre a feição matricial. Para fins deste manual, este erro é considerado nulo, pois a resolução óptica da digitalização do produto garante que a aquisição seja feita internamente aos conjuntos de pixels.

B.2 – Erro oriundo da resolução geométrica do scanner

B.3 – Erro de georreferenciamento do produto.

A partir das premissas acima, é possível definir o erro aceitável para o georreferenciamento, tendo em vista que os itens acima possuem valores pré-estabelecidos, ou seja:

Para o item A, temos

Tabela 4 – PEC Analógico e Digital

PEC (analógico)	epec	PEC-PCD (digital)	Epec-dig
A	0,5	A	0,28
B	0,8	B	0,5
C	1	C	0,8
		D	1,0

Fonte: ET – ADGV

Para o item B.1, $e_{vet} = 0$

Para o item B.2, scanners de custo e qualidade aceitável têm um erro geométrico aceitável de 0,1% ou seja, considerando a largura média das cartas de 58 cm, esse erro corresponde a 0,58 mm.

Para o item B.3: Para obter um produto digital classe C: Para obter um produto digital classe C:

$$e_{geo}^2 \leq e_{pec-dig}^2 - [(e_{pecA})^2 + e_{vet}^2 + e_{scan}^2] \quad (1)$$

$e_{geo} \leq 0,23$ mm na escala da carta

Para obter um produto digital classe D:

$$e_{geo}^2 \leq e_{pec-digD}^2 - [(e_{pecB})^2 + e_{vet}^2 + e_{scan}^2] \quad (2)$$

ou

$$e_{geo} \leq \sqrt{e_{pec}^2 + e_{vet}^2 + e_{escan}^2} \quad (3)$$

$e_{geo} \leq 0,23$ mm (Partindo de uma carta de classe B) ou $e_{geo} \leq 0,64$ mm (partindo de uma carta classe C) na escala da carta

Portanto, para atender a todos os casos, o erro do georreferenciamento aceitável deveria ser inferior ou igual a 0,15 mm na escala da carta. Porém à situação em que se encontram os fotolitos já antigos, não permitindo uma digitalização adequada, o RMS será definido por 0,3 mm na escala da carta.

C – Mesmo que o RMS esteja dentro da tolerância, deve-se remedir os pontos que apresentem o erro residual acima de 1,5 vezes o valor de RMS, refazendo os cálculos

D – Repetir o item C até que todos os pontos apresentem RMS inferior a 1,5 vezes o RMS, e a precisão esteja dentro dos limites estabelecidos.

4.4 REVISÃO DO GEORREFERENCIAMENTO

A revisão da etapa de georreferenciamento está calcada em três procedimentos distintos:

- verificação do georreferenciamento da carta impressa;
- verificação do georreferenciamento dos fotolitos;
- verificação do georreferenciamento da carta impressa e dos fotolitos simultaneamente.

Este trabalho deve ser realizado de forma distinta para cada tipo de insumo, levando-se em conta em consideração o erro de georreferenciamento aceitável e a resolução dos originais de acordo com os parâmetros definidos. É importante destacar um revisor somente para esta etapa.

4.4.1 REVISÃO DO GEORREFERENCIAMENTO DA CARTA IMPRESSA

A primeira atividade da revisão do georreferenciamento será a verificação do valor RMS da carta impressa.

Em seguida, deverá comparar os valores nominais das coordenadas dos cruzamentos de quadriculas planas (lidos nas molduras da carta) com os valores das coordenadas dos cruzamentos correspondentes lidos do arquivo matricial georreferenciado.

Exemplo:

Para uma determinada carta impressa na escala 1/100.000 observou-se um cruzamento de quadrículas, os valores nominais E=608000m e N= 9616000m para as coordenadas planas. Ao se colocar o cursor do mouse exatamente sobre este cruzamento, os valores de coordenadas lidos foram E = 608030m e N=9616040m, correspondendo a uma diferença de posicionamento planimétrico de 50 metros.

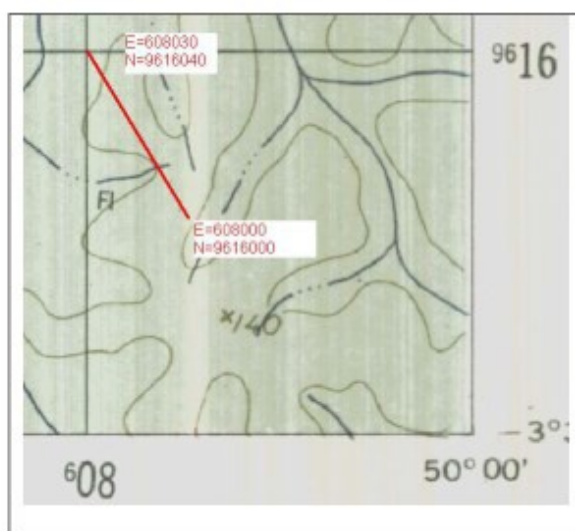


Figura 04:Revisão da Carta impressa

Como o RMS máximo permitido é 0,3 mm na escala da carta, ou seja, 30 m como sendo o limite para se refazer o georreferenciamento, e aí neste caso, um erro de posicionamento em 50 m implica refazê-lo.

4.4.2 REVISÃO DO GEORREFERENCIAMENTO DOS FOTOLITOS

Primeiramente o revisor deve conferir os valores do RMS de cada fotolito listado no relatório. Em seguida, inicia-se a conferência do fotolito preto, por meio da comparação entre os valores nominais das coordenadas dos cruzamentos de quadrículas planas (lidos nas molduras do fotolito) e os valores das coordenadas dos cruzamentos correspondentes lidos do arquivo matricial georreferenciado da carta impressa.

Exemplo:

Supondo-se o resultado de um procedimento similar ao apresentado, observou-se que o desvio padrão está dentro da tolerância considerada (neste caso, o valor do desvio padrão foi de 9,696931 m, enquanto que a tolerância é de 30 m).A revisão dos arquivos georreferenciados dos fotolitos azul e sépia deve ser feita utilizando como base o arquivo da carta impressa georreferenciada. O revisor deve escolher alguns pontos, confluência de rios e pontos de altimetria, bem distribuídos pela carta, e medir a distância entre o ponto selecionado no fotolito e o homólogo na carta, que deve atender à tolerância de 0,3 mm na escala da carta.

4.4.3 REVISÃO DO GEORREFERENCIAMENTO DOS FOTOLITOS E DA CARTA SIMULTANEAMENTE

A revisão de todos os arquivos georreferenciados, simultaneamente, é importante para verificar se a tolerância está realmente sendo atendida.

Exemplo: Supondo – se que um determinado ponto na confluência de rios, presente no arquivo georreferenciado do fotolito azul, tenha se deslocado de uma distância D1 em relação à carta impressa georreferenciada, conforme mostra a Figura 11, e esteja dentro da tolerância de 0,3 mm na escala da carta. Analogamente, supondo-se que um determinado ponto numa ponte tenha se deslocado de uma distância D2 em relação à carta impressa georreferenciada, conforme mostra a figura 12, e esteja dentro da tolerância de 0,3 mm na escala da carta. Verifica-se, porém, que quando os arquivos georreferenciados da carta e dos fotolitos azul e preto são sobrepostos, a distância D3, entre o rio e a ponte na carta, muda para D4, conforme mostra a figura 13, e isso pode representar um valor acima do tolerável, 0,3 mm na escala da carta, obrigando o Georreferenciador a refazer o georreferenciamento.

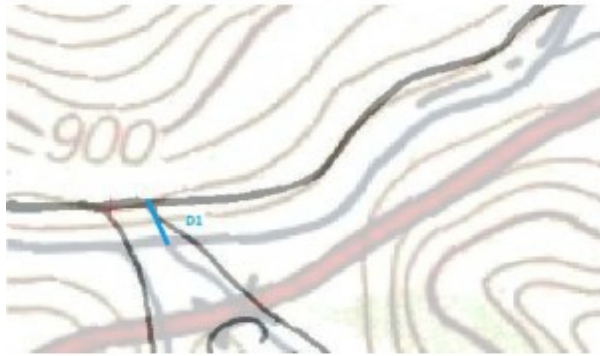


Figura 4: Deslocamento de ponto de confluência

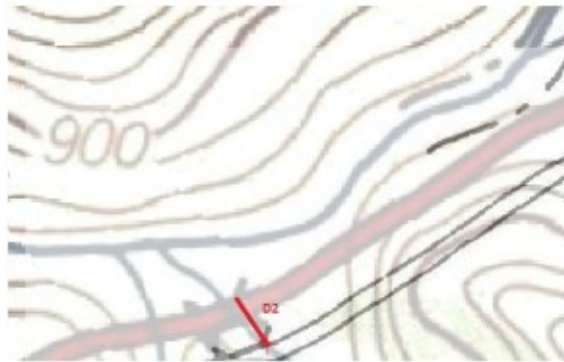


Figura 5: Deslocamento de ponto de ponte

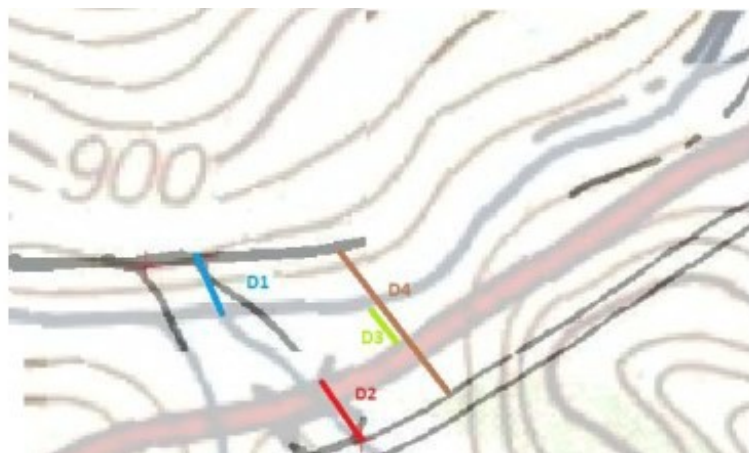


Figura 6: Deslocamento de feições

4.4.4 REMESSA DO MATERIAL GEORREFERENCIADO PARA A VETORIZAÇÃO

Antes da remessa, há a necessidade de se fazer a conferência do material produzido, observando:

-Se os arquivos matriciais estão georreferenciados e no Sistema Geodésico Oficial (SIRGAS 2000), e com o fuso correspondente da folha;

-Se o arquivo do projeto está no Sistema Geodésico Oficial (SIRGAS 2000);

-Se o relatório de georreferenciamento foi preenchido corretamente;

Feita a conferência e realizada a cópia de segurança, o material técnico deverá ser enviado para a fase de vetorização.

4.5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Manual Técnico de Vetorização – Exército Brasileiro – Departamento de Ciência e Tecnologia – Diretoria de Serviço Geográfico