Capítulo 3

CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO FINAL CARTOGRÁFICO: NORMA BRASILEIRA

3.1 Introdução

Neste capítulo apresenta-se uma visão geral da norma brasileira de Cartografia vigente, BRASIL (1984), com ênfase no controle de qualidade posicional, abordando também o exemplo do controle do processo de criação de mapoteca digital, IBGE (2001). Discute-se também uma proposta de interpretação para alguns pontos específicos, no que se refere ao controle de qualidade do produto final.

Foi também realizado um estudo de normas de controle de qualidade aplicado à Cartografia em cerca de 60 países. Ao final é apresentado um resumo comparativo da norma brasileira com as normas vigentes em outros 18 países, sendo apontadas sugestões de alterações e complementações.

3.2 Controle da Qualidade Posicional no Brasil

Em nosso país, o decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984 estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional, em BRASIL (1984), tratando de temas como: o controle do processo e do produto final, com sua classificação; os elementos obrigatórios de uma carta; o Sistema Geodésico Brasileiro e outros. Além disso, o IBGE (2001) apresenta metodologias de validação do processo de digitalização, sendo tratado em conjunto no item 3.2.1 em tema relacionado a BRASIL (1984). A seguir procura-se resumir os tópicos de maior interesse para a presente pesquisa, bem como a sua abordagem nessa documentação.

3.2.1 Disposições iniciais

O Capítulo I de BRASIL (1984), trata do controle no processo, tendo por objetivo estabelecer procedimentos, padrões ideais e padrões mínimos para a elaboração da Cartografia Nacional, aplicando-se a qualquer empresa produtora pública ou privada e aos usuários. A CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia) responsabiliza-se pela aprovação e registro das normas apresentadas por entidades que possuem competência para isso.

No que se refere à finalidade do mapeamento esse decreto enumera as normas técnicas de produção, ou seja, Norma Cartográfica Brasileira (NCB–xx), Norma Técnica para Cartas Gerais (NCB-Gx), Norma Técnica para Cartas Náuticas (NCB-NM), Norma Técnica para Cartas Aeronáuticas (NCB-AV), Norma Técnica para Cartas Temáticas (NCB-Tx), Norma Técnica para Cartas Especiais (NCB-Ex), Norma Cartográfica Geral (NCB-Cx) e Prática Recomendada pela COCAR (PRC-XX).

No que diz respeito à natureza, esta lei menciona as seguintes normas: Norma Cartográfica de Padronização, Norma Cartográfica de Classificação, Norma Cartográfica de Terminologia, Norma Cartográfica de Simbologia, Norma Cartográfica de Especificação, Norma Cartográfica de Procedimento, Norma Cartográfica de Ensaio ou Teste e Norma Geral.

Tais normas foram elaboradas e são de responsabilidade dos órgãos competentes de acordo com sua finalidade (DSG - Divisão de Serviço Geográfico, DHN - Divisão de Hidrografia e Navegação, IBGE, etc). Maiores detalhes da nomenclatura destas podem ser vistas na consulta direta ao decreto.

As cartas com escala menor que 1:25.000 terão articulação, formato e sistema de projeção segundo norma própria de acordo com os termos do art. 15 do Decreto Lei 234/67. No caso de grandes áreas ou extensas regiões, as cartas mencionadas em tal artigo terão tratamento sistemático, observadas as normas a respeito.

3.2.2 Documentos cartográficos em meio digital

Fazendo um comentário paralelo, no que se refere ao controle do processo, considerando a transição da Cartografia analógica para a digital, deve-se apontar que existe outro documento, IBGE (2001), que apresenta uma metodologia de validação para a produção da Mapoteca Digital.

O objetivo dessa metodologia é a validação do processo de vetorização de documentos cartográficos nas escalas de 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000. É sempre recomendada e exigida a geração dos arquivos vetoriais tendo como material de entrada os fotolitos dos documentos cartográficos, por serem dimensionalmente mais estáveis. No que se refere aos parâmetros de vetorização recomenda-se que a distância entre os vértices de um elemento em trechos em curva acentuada não deve exceder metade do erro gráfico (0,1 mm * M) da carta topográfica. Isso pode ser visualizado na tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Distâncias máximas toleradas para o espaçamento entre os vértices das linhas ou polilinhas vetoriais.
Fonte: Adaptado de IBGE (2001).

Escalas	**Tolerâncias (m)**
1:25.000	2,5
1:50.000	5,0
1:100.000	10,0
1:250.000	25,0

Um controle inicial é feito pela sobreposição dos vetores aos arquivos matriciais, obtidos a partir dos fotolitos, sendo que os quatro cantos da folha têm que coincidir com as coordenadas inseridas numericamente no sistema. Ou seja, os cantos de folha dos arquivos vetoriais têm que se sobrepor perfeitamente aos cantos de arquivos matriciais.

Outro processo de controle da qualidade é feito em relação à topologia, coerência dos níveis de informação, cores e outros, como definido em IBGE (2001).

Caso o arquivo vetorial seja reprovado por quem encomendou, este deverá ser devolvido ao produtor que deverá aplicar um processo de correção desse arquivo, que, sendo aprovado em nova versão, deverá ser convertido para o Sistema Geodésico Brasileiro em vigor, caso necessário.

3.2.3 Controle da qualidade do produto final

O Capítulo II do decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, trata do controle de qualidade do produto final, assunto de importância direta para a presente pesquisa, abrangendo os seguintes tópicos:

a) Classificação de uma carta quanto à exatidão: os documentos cartográficos devem obedecer ao PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica), que se refere a um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90 % de probabilidade, ou seja, PEC=1,6449*EP, onde o EP corresponde ao Erro-padrão (equivalente aos termos desvio-padrão e erro médio quadrático[1]). Assim, o EP num trabalho cartográfico não ultrapassará 60,8% do PEC. Esse valor foi definido mediante a inversão da fórmula anterior, obtendo-se EP=PEC/1,6449=0,608*PEC. Como norma em planimetria é estabelecido que 90 %

[1] Afirmação que está no documento BRASIL (1984).

dos pontos bem definidos num documento cartográfico e testados no terreno não deverão apresentar erro superior ao PEC planimétrico estabelecido. Já em termos de altimetria 90 % dos pontos interpolados e testados no terreno não deverão resultar em erro superior ao PEC altimétrico estabelecido.

b) No que se refere às classes estabelecidas apresenta-se na tabela 3.2 um resumo dos parâmetros do PEC e respectivos EP para planimetria e altimetria.

Tabela 3.2 – Resumo dos parâmetros estabelecidos pela norma de controle de qualidade geométrica de documentos cartográficos.

Classe	PLANIMETRIA		ALTIMETRIA	
	PEC	EP	PEC	EP
A	0,5 mm	0,3 mm	1/2 Eq	1/3 Eq
B	0,8 mm	0,5 mm	3/5 Eq	2/5 Eq
C	1,0 mm	0,6 mm	3/4 Eq	1/2 Eq

Fonte: NERO (2000) adaptado de BRASIL (1984).

Onde:

PEC=Padrão de exatidão cartográfica

EP=Erro padrão

Eq=eqüidistância das curvas de nível

Nessa tabela, a primeira coluna, com as letras A, B e C, indica as possíveis classes segundo o decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, e as demais apresentam os parâmetros quantitativos de PEC e EP estabelecidos em termos de planimetria e altimetria. Para calcular o valor em termos reais deve-se multiplicar o valor da tabela pelo módulo da escala do mapa; e no caso da altimetria pela eqüidistância das curvas de nível.

O decreto menciona que é obrigatória a indicação da classe da carta no rodapé, sendo que no caso de nenhuma das classes anteriores ter sido atingida deve-se indicar o valor do PEC obtido para essa folha, que é o resultado de uma análise sobre os pontos amostrais. Outra ressalva, diz respeito à não recomendação da

ampliação de um documento cartográfico, sendo que em casos excepcionais tal situação deverá ser explicitada por cláusula contratual e tendo a indicação no rodapé de “Carta ampliada a partir de (..... documento cartográfico) em escala (... tal)”. Toda a carta resultante de ampliação não terá validade para fins de regularização fundiária ou de propriedade de imóvel (BRASIL (1984)).

3.2.4 Elementos obrigatórios de uma carta

No Capítulo III, são tratados os elementos obrigatórios de uma carta, que são os seguintes:

1) Índice de nomenclatura e nome da folha segundo o acidente geográfico mais importante;

2) Legenda com símbolos e convenções cartográficas segundo a norma de produção do documento na escala especificada;

3) Escala numérica e gráfica, acompanhada da indicação da eqüidistância entre as curvas de nível, de acordo com a especificação dessa escala;

4) O referencial planimétrico e altimétrico, bem como a convergência meridiana e declinação magnética com sua variação anual;

5) O relevo deve ser apresentado por curvas de nível, hachuras ou pontos cotados ou por curvas de nível e pontos cotados, admitindo-se também o relevo sombreado;

6) Quadriculado e/ou reticulado de coordenadas conforme as normas de produção para a escala especificada;

7) Esquema de articulação das folhas adjacentes por meio de diagrama da situação no Estado, na região ou país, conforme a norma;

8) Apresentação das datas de execução do vôo, dos trabalhos de campo, da restituição, e da compilação com seus respectivos executores. Citação das fontes no caso de se tratar apenas de uma compilação;

9) Como unidade de medida adota-se o Sistema Internacional de Unidades – SI, levando-se em consideração a Legislação Metrológica Brasileira. Em caso especiais, como no atendimento de exigências internacionais é admitido o uso de medidas estrangeiras, devendo-se fazer constar a unidade utilizada em lugar bem visível no documento.

3.2.5 Sistema Geodésico Brasileiro

O Capítulo IV trata do Sistema Geodésico Brasileiro, que corresponde legalmente ao estabelecido nas "Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos" (IBGE (1995)), onde estão definidos:

1) Referencial planimétrico: Sistema Geodésico Sul-americano de 1969 (SAD-69);

2) Referencial altimétrico: coincide com o nível médio dos mares registrado pelo Marégrafo de Imbituba, no litoral de Santa Catarina.

Fazendo um comentário, se deve ressaltar que recentemente (início de 2005), foi adotado o novo sistema de referência denominado SIRGAS 2000, Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000, que é praticamente idêntico ao ITRF 2000 e WGS-84 considerando a precisão de 1 cm (IBGE (2004)). Este sistema tem por objetivo principal compatibilizar os sistemas geodésicos utilizados pelos países da América do Sul, de modo a promover a definição e estabelecimento de um referencial único com precisão compatível com a tecnologia atual de

posicionamento. Detalhes do novo sistema de referência podem ser vistos em BLITZKOW e MATOS (2002) e na página do Projeto SIRGAS em IBGE (2004).

Novas iniciativas vêm sendo tomadas para a atualização do referido decreto e das normas de legislação cartográfica no país, por meio do grupo de trabalho GT6, do IBGE (projeto PMRG), que é o responsável por esse tema.

3.3 Proposta de interpretação do Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984

Depois de resumir os principais pontos do decreto que rege a atual norma brasileira de controle de qualidade na Cartografia, pode-se destacar um ponto que vem sendo interpretado de duas formas diferentes. Quando se fala em acurácia (exatidão no decreto) planimétrica e no teste dos 90% obedecendo a um valor de PEC, a pergunta é: deve-se testar cada coordenada planimétrica isoladamente (X, Y) com o valor da tolerância (PEC) ou deve-se fazer um teste com a composição das duas coordenadas? Esse decreto não é explicito num ou noutro sentido.

O próprio termo acurácia planimétrica (em oposição ao termo acurácia altimétrica) admite duas interpretações: de cada coordenada planimétrica ou da composição das duas coordenadas planas. Caso se recorra à origem dessa norma, supostamente baseada em MERCHANT (1982), ver-se-á que esta preconiza o teste isolado para cada coordenada, para efeito de detecção e eliminação de tendências e para o teste de precisão; no entanto, define acurácia horizontal como a composição das duas e fala do CMAS, Erro circular padrão de mapas, que prevê a avaliação da composição das coordenadas planimétricas.

A figura 3.1 procura mostrar a diferença prática entre uma e outra interpretação da norma brasileira, para uma mesma tolerância (PEC) de magnitude

“a”. No teste que compõe as coordenadas planimétricas o ponto deveria estar dentro de um círculo de diâmetro “2a” para cumprir a norma; já no caso do teste com as coordenadas isoladas o ponto deveria estar dentro de um quadrado de lado “2a”. O ponto vermelho obedece às especificações em ambas as interpretações, mas o ponto preto apenas à segunda.

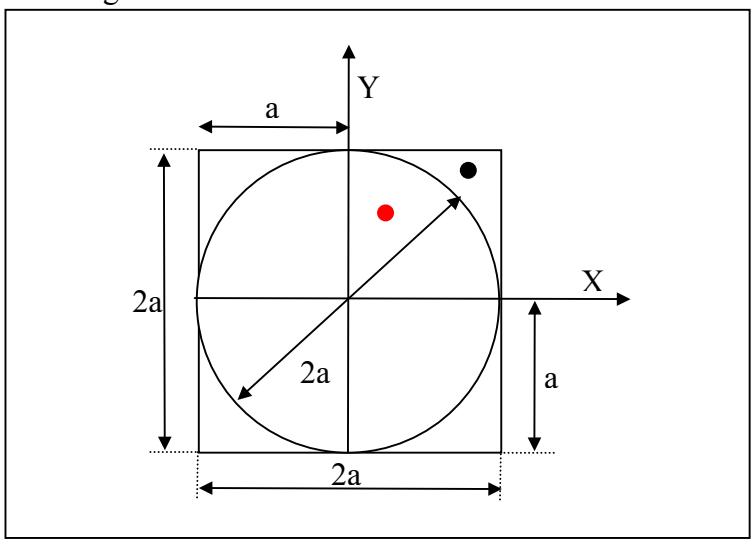

Figura 3.1 – Possibilidades de interpretação da norma brasileira: Para a interpretação do teste com a composição do erro nas duas coordenadas o ponto vermelho seria aceito, mas o preto não. Para a outra interpretação, os dois pontos seriam aceitos.

Do ponto de vista teórico e prático, qualquer das duas maneiras de efetuar o controle seria possível, porém os valores de comparação devem ser diferentes, como se mostra a seguir.

Quando se fala no teste de coordenadas feito separadamente, o tratamento é de variáveis unidimensionais e o limite de 90 % é obtido com Z=1,6449 na curva de Gauss e isso concorda com a norma brasileira que preconiza o PEC=1,6449*EP e fala que 90 % dos pontos não devem apresentar erro superior a esse limite.

Caso se quisesse utilizar a segunda interpretação, teria que se pensar na análise de uma variável bidimensional (erro circular) e o valor de comparação deveria ser PEC=2,146*EP (coincidente com o CMAS), que corresponde à

probabilidade de 90 % (volume abaixo da superfície que representa a probabilidade bidimensional). Como a norma brasileira não adota esse valor de PEC não deve ser interpretada dessa maneira.

Para entender melhor esses conceitos têm-se um resumo a seguir:

1) Curva da função distribuição normal unidimensional e sua forma: na Engenharia, conforme destacam importantes autores como CID CID et al (1999) e AZORÍN e SÁNCHEZ-CRESPO (1994) e na Cartografia, de acordo com GEMAEL (1994), os erros, como em muitos outros casos, têm comportamento de uma função distribuição normal, caracterizada por uma curva de GAUSS, sendo ilustrada na figura 3.2 a interpretação do desvio-padrão σ, de uma função distribuição normal unidimensional. Nessa figura têm-se diversos intervalos em torno da média: $\mu \pm Z*\sigma$, sendo que para cada valor de Z está associada uma probabilidade (área debaixo da curva). A equação que representa a função distribuição normal unidimensional é apresentada na equação 3.1, a seguir:

$$f(x) = [1/\sigma*(2\pi)^{1/2}]*e^{-0,5*[(x-\mu)/\sigma]*[(x-\mu)/\sigma]} \qquad -\infty < x < \infty \qquad (3.1)$$

Para obter-se a probabilidade correspondente a um intervalo pode-se realizar a integração dessa função entre os pontos que definem o intervalo, ou consultar uma tabela que associa probabilidade com o valor de Z (por exemplo, em COSTA NETO (1996)). A tabela 3.3 fornece alguns valores, mais utilizados na prática.

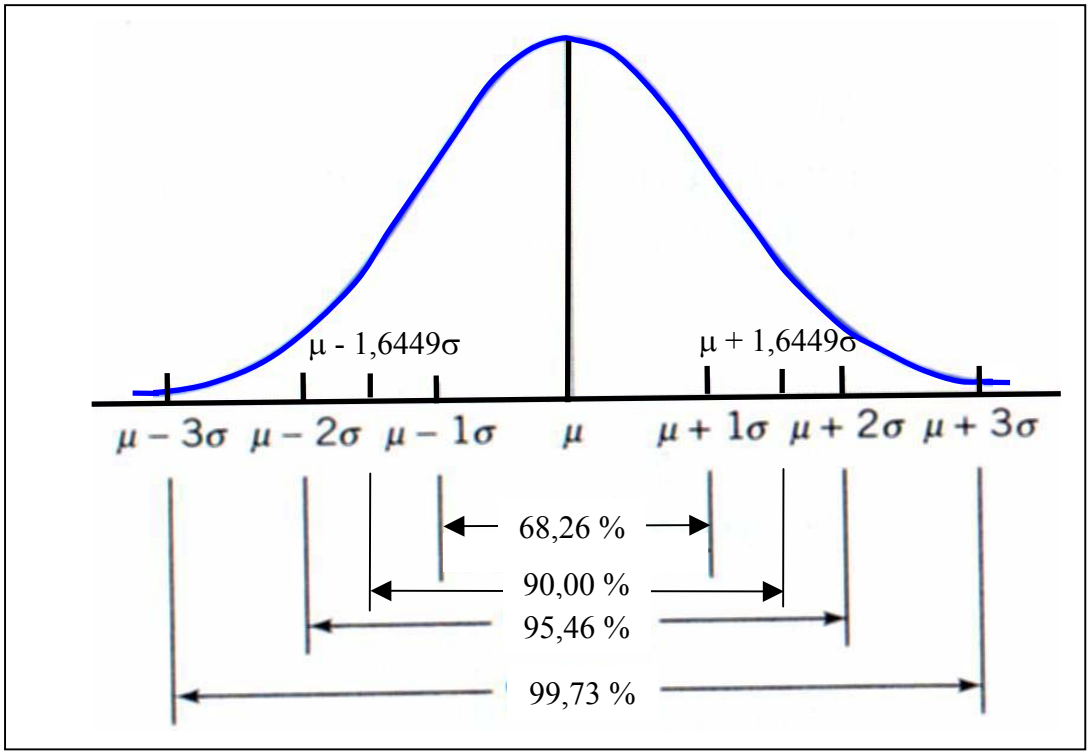

Figura 3.2 – Representação gráfica da Função Distribuição Normal Unidimensional e distintos intervalos de confiança.
Fonte: Adaptado de MONTGOMERY(2005).

Tabela 3.3 – Diversas definições de erros lineares e suas respectivas probabilidades.
Fonte: Adaptado de MARC IR (1991).

Definição	Probabilidade	Desvio padrão (Z*σ)
Erro provável linear (LPE)	0,5	0,6745σ
Erro padrão linear (LSE)	0,6827	1,0σ
Padrão de acurácia linear de mapeamento ($LMAS_{90}$)	0,90	1,6449σ
Padrão de acurácia linear de mapeamento ($LMAS_{95}$)	0,95	1,96σ
Certeza prática linear (LPC)	0,9973	3,0σ

Em termos de erros na Cartografia a função distribuição normal unidimensional está associada ao erro linear, onde as coordenadas são analisadas de modo independente (X ou Y ou Z).

2) Curva da função distribuição normal bidimensional e sua forma: ao se falar na posição no plano, as duas coordenadas devem ser tratadas conjuntamente. O erro total é obtido através da composição dos erros como na equação 3.2:

$$et=[(\Delta N)^2 + (\Delta E)^2]^{1/2} \qquad (3.2)$$

Onde:

et = erro total na posição;

ΔN = erro na coordenada N;

ΔE = erro na coordenada E.

Isto é o mesmo que a diferença métrica entre a posição no mapeamento e a posição "verdadeira" ou de comparação.

Aplica-se então a estatística de variáveis bidimensionais e, a probabilidade não está associada a uma área debaixo de uma curva, mas ao volume debaixo uma superfície (figura 3.3), que conforme PFOSER e JENSEN (1999) é o caso em que uma função de distribuição normal é composta de duas distribuições normais unidimensionais de dimensões x e y, como se pode ver na equação 3.3, denominada função ditribuição normal bidimensional (Z_b).

$$f(x,y)=[1/(2\pi\sigma_c)^2]*e^{-\{[(x-\mu)*(x-\mu)+(y-\mu)*(y-\mu)]/2*\sigma c*\sigma c\}} \quad -\infty < x < \infty \text{ e } -\infty < y < \infty \quad (3.3)$$

Aparecem então distâncias notáveis, que correspondem ao raio de um círculo, centrado na posição correta, que determinam a probabilidade (em porcentagem) de que os pontos estejam nesse intervalo (dentro do círculo).

Em concreto a questão pode ser visualizada na figura 3.3, baseada em ARIZA (2002a), que por sua vez está apoiada em MALING (1989) e LEUING (1998), sendo denominada por estes como probabilidades circulares.

Na figura 3.4 os erros referem-se apenas à planimetria, considerando as duas componentes em conjunto, sendo que a tabela 3.4, a seguir, apresenta os pontos notáveis dessa figura, indicando o erro, suas probabilidades e os desvios-padrão (raios de círculo).

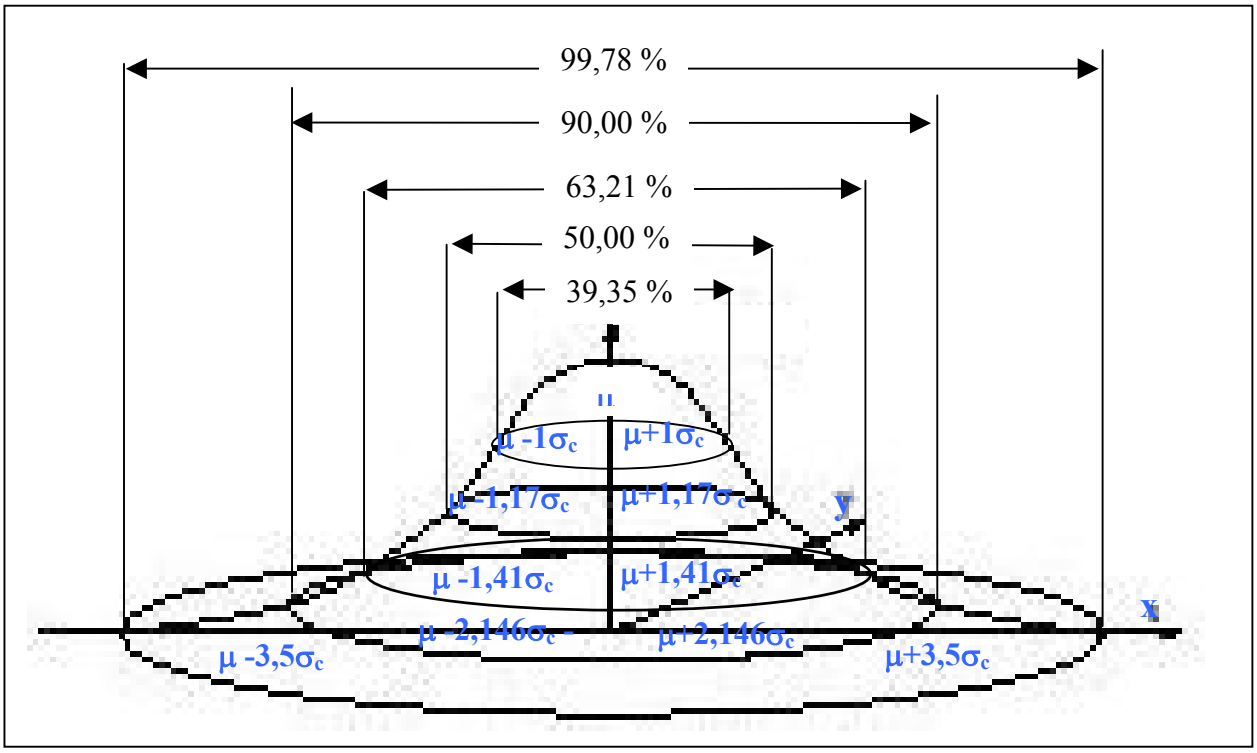

Figura 3.3 – Representação gráfica da Função Distribuição Normal Bidimensional e distintos intervalos de confiança.
Fonte: Adaptado de PFOSER e JENSEN (1999).

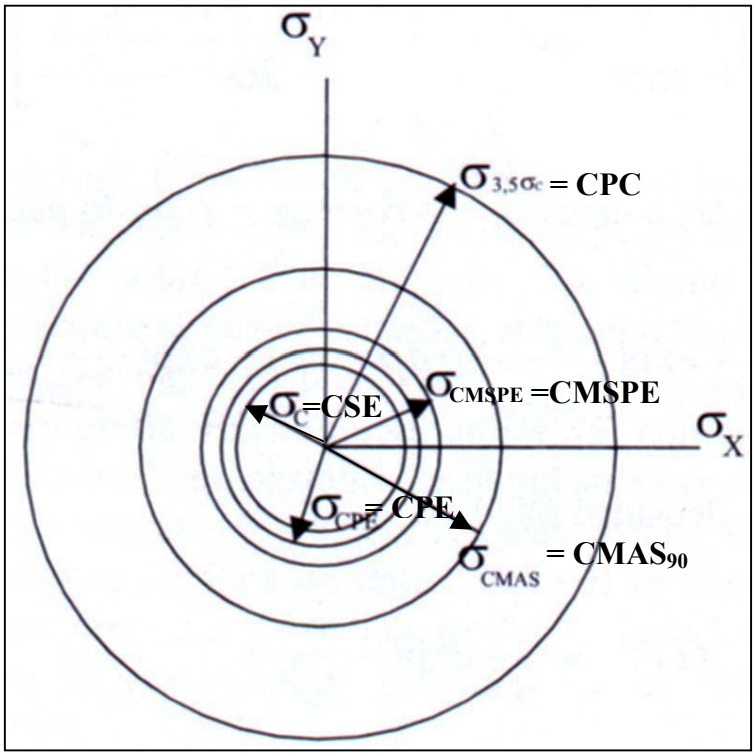

Figura 3.4 - Relação entre as probabilidades circulares e os desvios padrão correspondentes.
Fonte: Adaptado de ARIZA (2002a).

Tabela 3.4 – Diversas definições de erros circulares e suas respectivas probabilidades.
Fonte: Adaptado de MAILING (1989) apud ARIZA (2002a) e MARC IR (1991).

Definição	Probabilidade	Desvio padrão ($Zb*\sigma_c$)
Erro circular padrão (CSE)	0,3935	$1,0\sigma_c$
Erro circular provável (CPE)	0,50	$1,1774\sigma_c$
Erro circular provável padrão médio (CMSPE)	0,6321	$1,4142\sigma_c$
Padrão de acurácia circular do mapeamento ($CMAS_{90}$)	0,90	$2,1460\sigma_c$
Padrão de acurácia circular do mapeamento ($CMAS_{95}$)	0,95	$2,4477\sigma_c$
Certeza prática circular (CPC)	0,9978	$3,5\sigma_c$

Levando em conta a abordagem bidimensional, o erro padrão a ser considerado é o erro circular padrão (σ_c), dado pela equação 3.4.

$$\sigma_c = [(\sigma_X^2+\sigma_Y^2)/2]^{1/2} \qquad (3.4)$$

Analisando os dois casos (uni e bidimensional), abordados anteriormente, tem-se que o exame isolado das coordenadas tem a vantagem de possibilitar a detecção e eliminação de erros sistemáticos em uma ou em ambas componentes planimétricas.

No que se refere aos 10 % de pontos de controle que estiverem com erros superiores aos valores do PEC de acordo com a classe estabelecida, a norma brasileira não faz nenhuma menção. Porém, sugere-se adotar o limite de $3*\sigma$, ou seja, a certeza prática linear, o que apontaria para o valor de 0,9 mm para a classe A, 1,5 mm para a classe B e 1,8 mm para a classe C. Aplica-se o mesmo raciocínio para a altimetria (classe A, 1*Eq, classe B, 1,2*Eq e classe C 1,5*Eq).

Outra discussão é sobre a aplicação ou não dessa norma a produtos digitais. Partindo do pressuposto de que a norma publicada em BRASIL (1984) tem influência de MERCHANT (1982), pode-se afirmar que embora não mencione explicitamente, poderia se aplicar tanto para bases cartográficas analógicas como para digitais, já que o referido artigo trata do tema dentro do *National Digital*

Cartography Data Standards – Padrões de Dados Cartográficos Digitais Nacionais – NDCDA. Não é uma norma completa para o meio digital, mas o que preconiza para o controle posicional pode ser aplicado a documentos nessa forma. É o que se fará na parte prática desse trabalho.

3.4 Resumo comparativo das diversas normas, incluindo a norma brasileira

Para facilitar uma comparação mais global e visualizar as diferenças entre as diversas normas apresentadas nesse trabalho em contraponto com a norma brasileira apresenta-se a tabela 3.5, ao final desse item.

Na referida tabela constam as principais características gerais e relevantes de cada uma das normas descritas nas seguintes colunas:

1) País: país de origem da norma ou sistema de controle de qualidade de origem;

2) Fonte/Norma: Referência e fonte bibliográfica corresponde à norma ou documento vigente;

3) Feições: tipo de feições utilizadas para a aplicação do controle de qualidade posicional. Podem ser pontuais (pontos bem definidos e identificáveis, tais como cantos de caixas de inspeção), lineares (por exemplo, trechos de estradas ou meio fio) e áreas (por exemplo, quadras de um loteamento);

4) Classificação: corresponde à definição da classe final que é atribuída ao produto cartográfico depois da avaliação da componente posicional. Pode ser em classes fixas (A, B e C, no caso do Brasil), em uma única classe (como é o caso da norma adotada na Espanha), de acordo com a finalidade (como é adotada na última norma americana, MPLMIC (1990)), por incertezas dos elementos, ou seja, classe dos elementos, como é o caso da França e da Bélgica, em que cada classe pode ter erro

admissível diferente ou porcentagem variável para um mesmo erro, ou dependendo do produto final (no caso da Inglaterra, onde foram definidos os erros esperados de acordo com o tipo de documento cartográfico);

5) (n) e medidas: tamanho da amostra/grandeza/medida, coluna que descreve o que é apresentado oficialmente nas diversas normas em termos de tamanho da amostra e tipo de elemento amostrado (pontos, distâncias, áreas). No caso da norma brasileira não é mencionado o número de pontos, mas fala-se de coordenadas de pontos de controle (PCs), caso semelhante ao da Inglaterra, mas onde se mede também "distâncias". Já na norma dos Estados Unidos, formulada pela ASPRS (1990) é mencionado o número de 20 pontos de controle para a amostra (PCs bem definidos e identificáveis); e no caso de países que adotam feições lineares e ou de áreas estão incluídas as medidas desses elementos. Porém, onde não constam os tamanhos amostrais não são apresentados números, sendo que quando aparece o termo "menor possível", considera-se que fica a cargo da empresa contratante definir o tamanho da amostra;

6) Observações: aponta características interessantes e diferenciais de cada norma, tais como a distribuição espacial da amostra. As únicas normas que tratam desse assunto são as duas últimas normas americanas, ASPRS (1990) e MPLMIC (1999), além da última norma colombiana, ICONTEC (2001), emprego da fórmula de Koppe (primeira norma alemã, que considera o efeito da declividade nos erros e detalhada em ASP (1980) e ARIZA (2002a));

7) (1-α): nível de confiança, que descreve os distintos níveis de confiança, como no caso das normas francesas mais atuais (FRANÇA (2002a, 2002b)), onde o nível de confiança é variável de acordo com o tipo de feição. Em muitas documentações, o

nível de confiança nem sequer é mencionado, existindo também situações em que se varia o mesmo, como é o caso da norma da Inglaterra, apresentado em OS (1997). Maiores detalhes devem ser vistos na consulta direta das próprias normas.

8) Erro: Conceito de erro: corresponde ao conceito de erro adotado pela norma, que pode ser o erro linear (L), baseado na função de distribuição normal unidimensional e, o erro circular (C), na função de distribuição bidimensional. Percebe-se que a maioria dos países adota a função de distribuição normal bidimensional. No caso do Brasil, como se apontou, deve-se interpretar como sendo a unidimensional;

9) (X, Y): corresponde ao tipo do teste realizado na planimetria, que pode ser feito isolado para cada uma das coordenadas ou em conjunto. Na maioria das normas não fica clara essa regra, podendo gerar dupla interpretação. Outras mencionam as duas possibilidades e algumas omitem essa afirmação.

10) Escala: corresponde às escalas que são mencionadas na fonte. Por exemplo, no caso do Brasil, não se diz a escala, portanto, se admite como aplicável a qualquer escala; o que acontece também nos casos da Colômbia, França, Noruega, Finlândia e outros. Já no caso da Nova Zelândia, fala-se das escalas 1:50.000 e 1:250.000, existindo outros para outros países.

Tabela 3. 5 – Resumo comparativo da situação do controle de qualidade posicional nos diversos países.

País	Fonte/Norma	Feições	Classificação	(n) e medidas	Observações	(1-α)	Erro	(X,Y)	Escalas
Brasil	BRASIL (1984)	Pontuais	Classes fixas	Não, PCs	-	90 %	L	Isolado	qualquer
Estados Unidos	USBB (1947)	Pontuais	Única classe	Não, PCs	(7), (10), (12)	90 %	-	-	qualquer
Estados Unidos	MERCHANT (1982)/ASPRS (1990)	Pontuais	Classes fixas	Sim, 20 PCs	(1), (8)	90 %	C/L	Isolado	≥ 1:20.000
Estados Unidos	FGDC (1998a)/MPLMIC (1999)	Pontuais	Finalidade	Sim, 20 PCs	(1), (8), (9), (11)	95 %	C/L	Conjunto	qualquer
Colômbia	IGAC (1994)	Pontuais	Única classe	Não, PCs	-	90 %	L	Isolado	qualquer
Colômbia	ICONTEC (2001)	Pontuais	Finalidade	Sim, 20 PCs	(1), (8), (11), (13)	95 %	C/L	Conjunto	qualquer
Canadá e outros	OTAN (2001)	Pontuais	Classes fixas	Não	(12)	50, 90, 95 %	C/L	Conjunto	qualquer
Alemanha	NDATAVLBD (1983)	Pontuais	Única classe	Sim, 30 PCs	(2), (7)	90 %	C/L	Conjunto	1:5.000, 1:10.000
Alemanha	LB (1996)	Pontuais	Única classe	Sim, 25 PCs	-	95 %	L	Isolado	1:10.000
Bélgica	CCNBDT (1990)	Pontuais e Lineares	Por incerteza	Sim 30 PCs, 30 Distâncias	(3)	99 %	C/L	Conjunto/ Isolado	qualquer
França	IGN (1989)	Pontuais e Lineares	Por incerteza	Sim, 100/200 PCs, Distâncias	(15)	99 %	C/L	Conjunto	qualquer
França	FRANÇA (2002a, 2002b)	Pontuais e Lineares	Por incerteza	Menor possível, PCs, Distâncias	(6), (8)	variável	C/L	Conjunto	qualquer
Rep. Tcheca	SLABOCH (2002)	Pontuais	Por incerteza	Não, PCs	-	talvez 90 %	C/L	Conjunto	1:10.000
Holanda	ARONOFF (1982)	Pontuais	Por incerteza	Menor possível, PCs	-	-	-	-	qualquer
Holanda	GROOTEN (2003)	Pontuais	Por incerteza	Não, PCs	(14)	-	-	-	1:10.000
Finlândia	NLS_1 (1995)	Pontuais, Lineares, Áreas	Por incerteza	Não, PCs, Distâncias, Áreas	(8), (13)	90, 95, 99 %	C/L	Conjunto	qualquer
Noruega	NMA (1994)	Pontuais	Única classe	Não, PCs	(8), (13)	-	-	-	qualquer
Suécia	NLS_2 (2000)	Pontuais	Única classe	Não, PCs	(8)	68, 95, 99 %	L	Isolado	1:10.000
Espanha	ICC e DB (2002) MARTNEZ et al (2004)	Pontuais	Única classe	50 PCs, ARIZA (2001)	(5), (11)	90 %	L	Isolado	qualquer
Inglaterra	OS (1997)	Pontuais	Depende do produto final	Não, PCs, distâncias	(4), (5)	63, 95, 99 %	C/L	Conjunto	≥1:10.000
África do Sul	DWAF (1997)	Pontuais	Única classe	Não, PCs	(8), (11), (13)	95 %	L	Isolado	1:50.000
Japão	GSI (2002)	Pontuais	Única classe	Não, PCs	(8), (10), (13)	variável	-	-	qualquer
Austrália	AUSLIG (2000)	Pontuais	Única classe	100 PCs	(8)	90 %	L	Isolado	1:100.00, 1:250.000
Nova Zelândia	LINZ (2001)	Pontuais	Única classe	Não	(8)	90 %	-	-	1:250.000, 1:50.000

Onde: L = linear; C/L = circular e linear; (1) distribuição espacial; (2) fórmula de Koppe; (3) testes distintos: teste F e W; (4) precisão relativa; (5) melhora da acurácia; (6) estatística k; (7) cartografia analógica; (8) cartografia analógica e digital; (9) alternativas para aumentar tamanho da amostra; (10) distintas tolerâncias para diferentes escalas; (11) menciona sobre os pontos fora da tolerância; (12) referência para vários países; (13) inferências das normas série ISO 19.000; (14) Razão de 1/10 entre fonte mais acurada e base cartográfica; (15) rejeição parcial da base cartográfica.

3.5 Sugestões para a reformulação da norma brasileira

As informações e comentários da tabela apresentaram uma visão geral do controle posicional pelo Mundo. O estudo detalhado dessas normas forneceu idéias para uma revisão da norma brasileira, BRASIL (1984), e para o desenvolvimento de futuras pesquisas.

Dessa forma, enumeram-se a seguir algumas sugestões:

1) Utilizar os termos LSE e LMAS em vez dos termos EP e PEC ou indicar a equivalência;

2) Quanto aos 10 % dos pontos restantes explicitar o limite da certeza prática linear (LPC) para cada uma das classes e definir as ações corretivas do produtor;

3) Deixar claro ao usuário que se deve fazer a análise de modo isolado para cada componente planimétrica;

4) Definir e propor um tipo de amostragem que leve em conta a distribuição espacial dos pontos, tal como é apresentado em normas da Colômbia e dos Estados Unidos;

5) A exemplo da norma da OTAN (2001) e do FGDC (1998a), incluir as formulações e a metodologia de aplicação das análises estatísticas;

6) Informar sobre a possibilidade e a forma de eliminar os erros sistemáticos (através dos testes t ou Z) e de verificar a precisão da carta (teste χ^2);

7) Indicar, como opção, a possibilidade de utilizar o conceito do erro circular, para variáveis bidimensionais, ou seja, aplicando o CMAS, igual a 2,146*LSE;

8) Metodologia para rejeitar partes do mapeamento. Por exemplo, definindo áreas homogêneas ou área de influência ao redor de um ponto ou coordenada com limite de erro fora da especificação;

9) Inclusão de propriedades apresentadas em outras normas, tais como divisão dos elementos a serem amostrados em classes, uso da fórmula de Koppe, análise baseada em testes diferentes como o teste F e teste W, tipos de elementos diferentes (lineares e de áreas) nas análises estatísticas e determinação da precisão relativa (obtida pela comparação da distância entre feições), eliminação os efeitos sistemáticos;

10) Propor modelos matemáticos de transformação geométrica para a melhora da acurácia posicional, a exemplo do que é feito na Inglaterra e Espanha;

11) Inserir conceitos das normas da série ISO 19.000, na medida do possível.

Deve-se ressaltar que alguns desses pontos já são testados no presente trabalho por meio dos experimentos práticos, que serão apresentados em capítulos posteriores.