TAMANHO DA AMOSTRA NO CONTROLE DE QUALIDADE POSICIONAL DE DADOS CARTOGRÁFICOS

Sample Size for Positional Quality Control of Cartographic Data

JOÃO BOSCO NOGUEIRA JÚNIOR
JOÃO FRANCISCO GALERA MONICO
VILMA MAYUMI TACHIBANA

Universidade Estadual Paulista – Unesp
Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT
Departamento de Cartografia
Departamento de Matemática, Estatística e Computação
Rua Roberto Simonsen, 305, 19060-900 Presidente Prudente, SP
bosco@pos.prudente.unesp.br
{galera, vilma}@prudente.unesp.br

RESUMO

A determinação do tamanho da amostra é um fator de extrema importância quando se trata de controle de qualidade de produtos cartográficos, pois se pretende uma amostra parcimoniosa, mas representativa da população. Além disso, praticamente quase todas as demais etapas envolvidas nesse processo estão condicionadas a essa determinação. A verificação da acurácia de uma carta, através de um teste de campo, baseado em uma amostra de pontos da mesma, é realizada de formas diferentes em cada país. Esse tipo de controle é muito influenciado pelas peculiaridades de cada país, tais como: dimensão, situação econômica dentre outras. No Brasil, apesar de existir legislação específica sobre isto, o Decreto Lei 89.817/84, não há especificação que defina o número de pontos de referência que deve ser usado na análise. Portanto, visando contribuir com o assunto se desenvolveu um estudo sobre amostragem voltada ao uso em cartografia com a finalidade de fornecer embasamento teórico e prático para a execução desta etapa em controle de qualidade de produtos cartográficos. Alguns resultados experimentais obtidos através de simulações em cartas na escala 1:2.000, com diferentes tamanhos de população, intervalos de confiança e erro máximo permissível são apresentados.

ABSTRACT

Identification of the amount of points necessary for quality control of cartographic data it has been an activity of great value in the field of Cartographic Science. It aims at find the smallest size of the sample to be used in that evaluation process, which has to be representative of the population. Practically, almost all other stages involved in the process are conditioned to this determination. Accuracy evaluation of the cartographic product, through a field test, based on a sample, is carried out. The control is very influenced by the peculiarities of each country, such as dimension and economic situation. In Brazil, in the effective legislation, the Decree Law 89.817/84, there is no specification that suggests the number of reference points to be used in the evaluation process. The main aim of this paper is to investigate theoretical and practical aspects in order to obtain a significative sample to be applied in the process of quality control of cartographic products. Some experimental results obtained with simulations using maps in the 1:2000 scale, with different population size, confidence intervals and tolerable maximum error are presented.

1. INTRODUÇÃO

O processo de produção de documentos cartográficos é, em sua essência, bastante complexo. Envolve operações e métodos específicos, utilizando instrumentos sofisticados e precisos, com pessoal altamente qualificado para operá-los. Em face dessa complexidade e da natureza do produto final obtido, torna-se necessária a adoção de procedimentos de controle que garantam sua qualidade. A questão da manutenção e da melhoria da qualidade de documentos cartográficos brasileiros vem sendo objeto de estudo de Leal e Dalmolin (2002) e Nogueira Jr. (2003), que propõem o emprego de procedimentos estatísticos mais flexíveis.

Um produto poderá ser identificado como satisfatório ou não para o fim a que se destina, quando submetido a um teste de controle de qualidade. Porém, a inspeção completa não eliminará o risco de existirem itens defeituosos, nem mesmo permitirá uma avaliação dos riscos de ambas as partes, tanto do usuário como do produtor. É natural que tanto o consumidor como o produtor desejem fixar, com base em sua experiência anterior e razões econômicas, os riscos a que estarão expostos ao adotarem um critério de decisão; isso é alcançado na inspeção por amostragem.

Freqüentemente é necessário, na prática, tirar conclusões válidas sobre um grande grupo de indivíduos ou objetos. Ao invés de examinar todo o grupo (chamado população) – o que pode ser difícil ou mesmo impossível – pode-se cogitar de avaliar apenas uma pequena parte (amostra) dessa população. O objetivo é obter resultados sobre a população a partir daqueles observados na amostra; tal processo denomina-se inferência estatística. O processo de obtenção ou extração de amostras é chamado amostragem. A qualidade de um produto pode ser abordada

considerando dois pontos de vista distintos: o do usuário e do produtor. Isso também é válido para a Cartografia.

O usuário poderá, por exemplo, fixar seu risco em 10%, o que significa que, em uma série de cartas apresentadas para inspeção, uma carta, em cada dez, poderá ser de má qualidade; o valor do risco é fixado tendo em vista as conseqüências perturbadoras que lhe trará pela utilização de um produto de má qualidade. O produtor poderá, de sua parte, fixar seu risco, por exemplo, em 5%, isto é, de uma série de cartas de boa qualidade apresentadas, uma em cada vinte será rejeitada como sendo de má qualidade; ele assim o faz, tendo em vista a perturbação e prejuízo que lhe trará a rejeição do material de boa qualidade (LOURENÇO FILHO, 1982). Segundo o mesmo autor, o usuário, muito compreensivelmente, tentará reduzir seu risco, se possível a zero. Por outro lado, o produtor tentará agir de maneira semelhante. Contudo, para amostras de tamanho n fixo, não é possível reduzir simultaneamente ambos os riscos; a redução de um deles acarreta o aumento do outro. Os interessados também desejarão reduzir ao mínimo, compatível com os riscos anteriormente escolhidos, a quantidade a inspecionar. Pretenderão, para isso, fixar o tamanho n da amostra o menor possível.

O sucesso de uma análise estatística envolve aspectos importantes sobre as formas de amostragem. Daí, a necessidade de garantir que a amostra a ser utilizada seja obtida por processos adequados. Cuidado especial deve ser tomado quanto aos critérios usados na seleção dos elementos da amostra, pois caso se cometa erros grosseiros na seleção dos mesmos, o trabalho todo ficará comprometido e os resultados finais serão, provavelmente, bastante incorretos.

Com base nos problemas acima mencionados, desenvolveu-se nesse trabalho, um estudo baseado em Pereira (1979) e Rocha (2002), com o objetivo de identificar critério científico para a definição do número de pontos a serem amostrados numa avaliação de um produto cartográfico, com discussão de aspectos teóricos e práticos sobre o assunto.

2. AMOSTRAGENS PROBABILÍSTICAS

Uma amostra deve ser representativa da população, ou seja, com exceção de discrepâncias inerentes à aleatoriedade sempre presente no processo de amostragem, a amostra deve possuir as mesmas características básicas da população no que diz respeito à variável pesquisada. Existem dois tipos de amostragem: a probabilística e a não probabilística. A amostragem será probabilística se todos os elementos da população tiverem probabilidade conhecida, e diferente de zero, de pertencer à amostra. Caso contrário, a amostragem será não-probabilística.

A amostragem probabilística implica em um sorteio com regras definidas, cuja realização só será possível se a população for totalmente acessível e a sua utilização é a melhor recomendação que se deve fazer no sentido de garantir a representatividade da amostra. Portanto, nessa seção será tratado somente da amostragem probabilística, adequada a esse trabalho.

Alguns dos principais tipos de amostragens probabilísticas são: sistemática; por meio de conglomerados; estratificada; múltipla e casual simples. Nesse trabalho será adotada a casual simples, apresentando a seguir algumas considerações sobre a mesma.

A amostragem casual simples é o processo de amostragem probabilística em que as combinações de *n* elementos diferentes, dentre os *N* que compõem a população, possuem igual probabilidade de vir a ser a amostra efetivamente sorteada (COCHRAN, 1977). Ou seja, de uma população com *N* elementos, todas as amostras possíveis de tamanho *n* têm a mesma chance de serem selecionadas. Esse procedimento é também conhecido como amostragem aleatória simples, amostragem simples ao acaso e amostragem aleatória simples sem reposição. Cada elemento é sorteado sem reposição e, em cada etapa do sorteio, todos os elementos remanescentes têm igual chance de seleção. O número de possíveis amostras é calculado pela combinação de *N* elementos *n* a *n* ($C_{N,n}$) e a probabilidade de cada amostra ser sorteada é 1/ $C_{N,n}$ (SILVA, 2001). Na prática, a amostragem simples ao acaso pode ser realizada numerando-se a população de 1 a N, sorteando-se, a seguir, por meio de um dispositivo aleatório qualquer, n números dessa seqüência sem reposição, os quais corresponderão aos elementos sorteados para a amostra.

3. TAMANHO DA AMOSTRA NA AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

O tamanho de uma amostra diz respeito à quantidade de unidades do universo que são pesquisadas ou analisadas. Sabe-se que a seleção das amostras deve ser feita mediante um processo aleatório, a fim de que seja evitada uma possível tendenciosidade. São dois os fatores que interferem no dimensionamento da amostra:

a) Estabelecimento do erro máximo permissível ε;
b) O valor do intervalo de confiança $1-\alpha$ (probabilidade de acerto).

Dessa forma, a probabilidade (P) de que a diferença entre a média amostral ($\overline{X}$) e a média populacional (μ) seja menor que o erro máximo permissível (ε) corresponde ao valor do intervalo de confiança ($1-\alpha$), ou seja, em 100 repetições desse experimento, pode-se garantir que em P($1-\alpha$)% deles a diferença ($\overline{X}-\mu$) é menor que o erro máximo permissível.

$$P\left\{\left(\overline{X}-\mu\right)<\varepsilon\right\}=1-\alpha \qquad (1)$$

Dada a equação:

$$\overline{X}-\mu=\varepsilon \qquad (2)$$

na qual $\overline{X}$ é a estimativa da média populacional, obtida da amostra selecionada, suposta ter distribuição normal com parâmetros μ e σ^2/n (para n suficientemente grande $\overline{X}$ aproxima-se de uma distribuição normal, de acordo com Teorema Central de Limite (BOLFARINE e BUSSAB, 1994); μ é a média da população e ε corresponde ao erro máximo da estimativa. Se $\overline{X}$ tem distribuição normal, com média $\mu = 0$ e variância $\sigma^2/n = 1$, tem-se a distribuição normal padrão ou reduzida e a variável aleatória z terá distribuição normal $N(0,1)$. Dessa forma:

$$z = \frac{\sqrt{n}\left(\overline{X} - \mu\right)}{\sigma} \sim N(0,1). \tag{3}$$

Então,

$$\left(\overline{X} - \mu\right) = z\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{4}$$

onde z é obtido à partir da tabela normal em função do intervalo de confiança; σ é o desvio padrão populacional e n corresponde ao tamanho da amostra.

Como $\overline{X} - \mu = \varepsilon$, substituindo em (4), vem:

$$\varepsilon = z\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{5}$$

Da equação (5) facilmente se deduz que:

$$n = \frac{z^2\sigma^2}{\varepsilon^2} \tag{6}$$

Essa expressão, segundo Pereira (1979), é válida se a população de interesse for extremamente grande (N infinito) ou se são selecionada amostras com reposição. No caso de amostras sem reposição de uma população finita é necessário introduzir um fator de correção:

$$\varepsilon = z\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \tag{7}$$

Logo, pode-se obter o valor de n, o que é dado por:

$$n = \frac{z^2\sigma^2 N}{(N-1)*\varepsilon^2 + z^2\sigma^2} \quad (8)$$

Essa fórmula indica o tamanho mínimo que deve ter a amostra para uma população finita ao se fazer a estimação de μ com um erro máximo ε, a um nível de confiança desejado (α).

Dependendo do valor de z, tem-se uma certa probabilidade P($1-\alpha$). Assim, para $z = 1$, $P(1-\alpha) = 0{,}68268$. Isso significa que a probabilidade de se extrair uma amostra de modo que ($\overline{X} - \mu$) seja menor do que z em 100 casos corresponde a 68,268%.

4. DETERMINANDO O TAMANHO DA POPULAÇÃO

No modelo matemático (8), nota-se que para calcular o tamanho da amostra é necessário definir o grau de confiança (z), o valor do erro máximo permissível (ε) e o desvio padrão (σ), restando ainda a definição do tamanho da população (*N*). Para isso, pode-se, por exemplo, utilizar o software chamado *DXF2XYZ*, disponível gratuitamente na internet no endereço www.guthcad.com.au por *Guthirie CAD/GIS Software 199-2000*. Esse software fornece uma listagem de coordenadas por níveis de informações específicos escolhidos, ou o total de coordenadas (população) existentes em todos os níveis que compõem uma base cartográfica digital, sendo que, para isso, a mesma deve estar em formato DXF.

Recomenda-se a não inclusão de níveis de informações que contenham textos, símbolos, etc., para a execução desse procedimento.

5. ESCOLHA DOS PONTOS A SEREM AVALIADOS

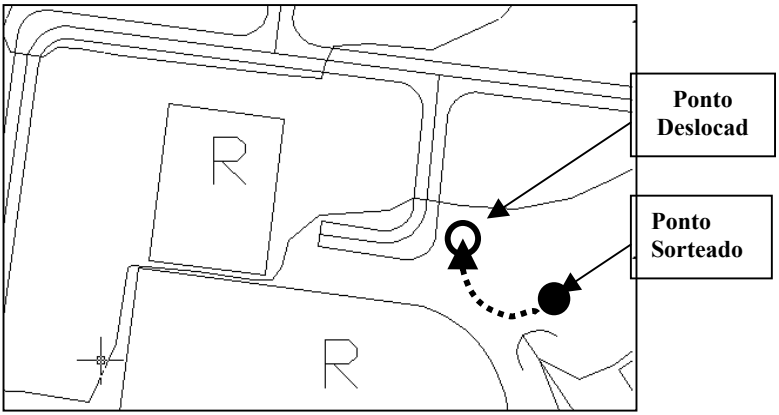
Definido o tamanho da amostra, a próxima etapa consiste na escolha efetiva dos pontos testes de forma aleatória. Isso é feito através de sorteio, utilizando-se para isso uma tabela de dígitos aleatórios, calculadora, etc. Porém, para isso é necessário que se possua uma relação seqüencial de todas as coordenadas que compõem a carta. O software *DXF2XYZ*, utilizado para determinar a população da carta a ser avaliada, gera um arquivo que fornece essa listagem.

Os pontos a serem avaliados são sorteados "*n*" vezes, até que se complete o total de pontos da amostra determinados anteriormente.

Após a geração da listagem dos números aleatórios referentes ao tamanho da amostra, os mesmos devem ser localizados na carta e verificado se são bem definidos, ou seja, de fácil identificação e que tanto na carta quanto no campo propiciem facilidade e condições de coleta de dados. Exemplos de pontos bem definidos são cruzamentos de vias, canto de cerca, etc. Caso um determinado ponto

sorteado não atenda a essas exigências, deve-se procurar um ponto próximo que as atenda e, considerá-lo como novo ponto teste. A Figura 1 ilustra essa situação. O ponto sorteado não é bem definido e desta forma, o mesmo foi deslocado para um novo local o mais próximo possível e que possui as características ideais para um ponto teste.

Figura 1 – Ponto sorteado e ponto efetivo (deslocado) a ser medido



Ressalta-se que, no sorteio dos pontos a serem avaliados, corre-se o risco de que haja concentração dos mesmos em determinadas regiões da carta ou que determinadas folhas possam não ser contempladas com pontos testes. Isso implica na possibilidade de se aceitar uma carta desqualificada a partir de testes baseados em uma amostra de boa qualidade (risco do usuário) ou de se rejeitar uma carta qualificada com uma amostra de qualidade ruim (risco do produtor).

A sugestão que se faz para solucionar esse problema está no emprego da amostragem estratificada, na qual os estratos são divisões em grupos não sobrepostos de elementos da população, sendo que os elementos que compõem o estrato têm características semelhantes enquanto que elementos pertencentes a estratos (grupos) diferentes são heterogêneos. Desta forma, torna-se mais fácil e mais eficiente escolher, independentemente, uma amostra aleatória simples dentro de cada um desses grupos.

6. EXPERIMENTO E ANÁLISES DOS RESULTADOS

A partir do desenvolvimento das equações referentes à determinação do tamanho da amostra é apresentado a seguir um exemplo com o intuito de mostrar como se deve proceder para a determinação do número mínimo de pontos

necessários para se efetuar a avaliação da qualidade posicional de um produto cartográfico.

Para essa determinação, adotou-se como exemplo um produto cartográfico na escala 1:2.000, considerando-se z = 1, z = 1,64, z = 1,96 e z = 3, ou seja, a probabilidade de se extrair uma amostra de modo que ($\overline{X}-\mu$) seja menor do que z em 100 casos corresponde a 68,26%, 89,90%, 95% e 99,73%, respectivamente.

Considerou-se o valor do desvio padrão (σ) para a classe A como sendo igual a 0,3mm x denominador da escala da carta, conforme especificado pelos Padrões de Exatidão Planimétrica (BRASIL, 1984) e valores de erro máximo permissível (ε) iguais a de 1%, 10% e 33%.

Dessa forma, na equação (8), aplicando-se os valores anteriormente especificados, variou-se o tamanho da a população, pois se assumiu que a mesma fosse desconhecida, obtendo-se o tamanho da amostra a ser utilizada para a avaliação do produto cartográfico. Esses valores são apresentados na Tabela 1 e ilustradas nas Figuras 2, 3 e 4.

Tabela 1 – Tamanho da amostra necessária para um erro máximo ε e um desvio padrão $\sigma = 0,6$ - Carta de Escala 1:2.000

N	ε = 1% = 0,006m				ε = 10% = 0,06m				ε = 33% = 0,2m			
	z				***z***				***z***			
	1	**1,64**	**1,96**	**3**	**1**	**1,64**	**1,96**	**3**	**1**	**1,64**	**1,96**	**3**
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4	5
10	10	10	10	10	9	10	10	10	5	7	8	9
15	15	15	15	15	13	14	14	15	6	10	11	13
20	20	20	20	20	17	19	19	20	6	11	13	16
50	50	50	50	50	34	42	44	47	8	17	21	31
100	99	100	100	100	50	73	80	90	8	20	26	45
150	148	149	149	150	60	97	108	129	9	21	28	53
500	476	491	494	497	83	175	217	322	9	23	32	70
1000	909	964	975	989	91	212	278	474	9	24	33	75
1500	1304	1421	1444	1475	94	228	306	563	9	24	34	77
2000	1667	1862	1901	1957	95	237	322	621	9	24	34	78
3000	2308	2699	2783	2903	97	247	341	692	9	24	34	79
4000	2857	3482	3623	3830	98	252	351	735	9	24	34	79
5000	3334	4216	4424	4737	98	255	357	763	9	24	34	80
10000	5000	7290	7935	9000	99	262	370	826	9	24	34	80
15000	6000	9630	10788	12857	99	264	375	849	9	24	34	81
20000	6667	11471	13153	16364	100	265	377	861	9	24	35	81
30000	7500	14182	16845	22500	100	267	379	874	9	24	35	81
40000	8000	16083	19596	27693	100	267	381	880	9	24	35	81
50000	8333	17489	21725	32143	100	268	381	884	9	24	35	81
100000	9091	21195	27754	47369	100	268	383	892	9	24	35	81
200000	9524	23708	32226	62069	100	269	383	896	9	24	35	81
300000	9677	24683	34055	69231	100	269	384	897	9	24	35	81
400000	9756	25202	35050	73470	100	269	384	898	9	24	35	81
500000	9804	25523	35675	76271	100	269	384	898	9	24	35	81
1000000	9901	26192	36995	82569	100	269	384	899	9	24	35	81

Figura 2 – Ilustração do tamanho da amostra para $\varepsilon = 1\%$ e vários valores de z

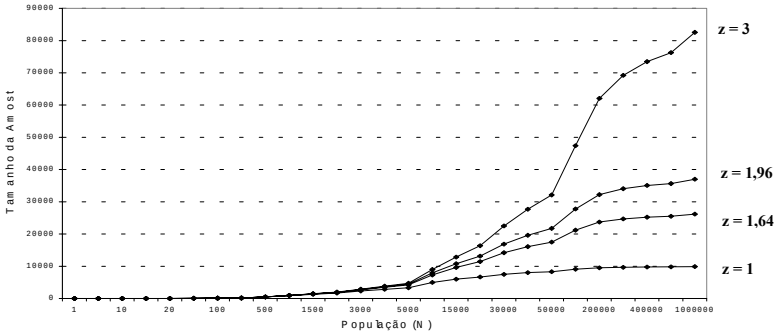


Figura 3 – Ilustração do tamanho da amostra para $\varepsilon = 10\%$ e vários valores de z

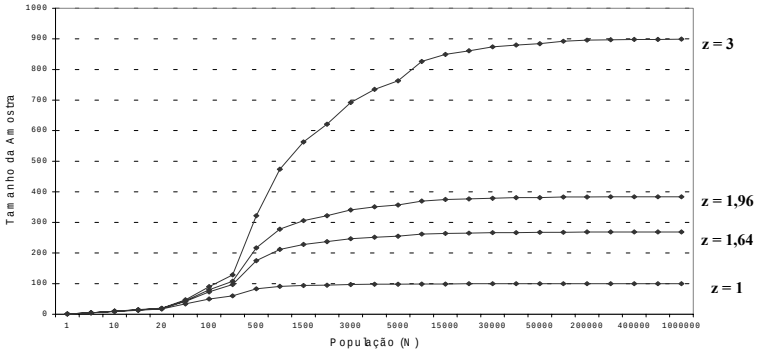
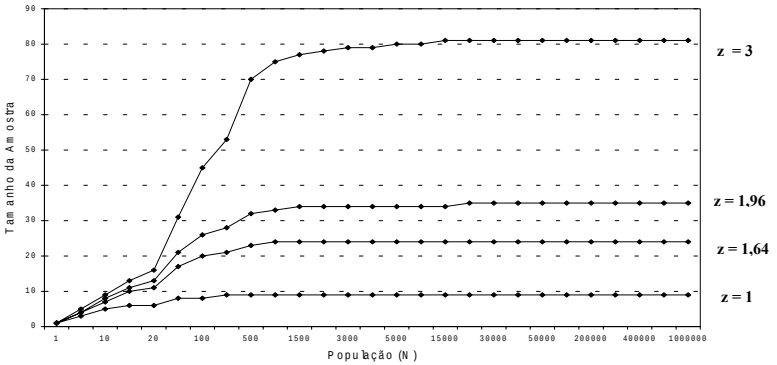


Figura 4 – Ilustração do tamanho da amostra para $\varepsilon = 33\%$ e vários valores de z



Geralmente, um produto cartográfico apresenta uma população com número de pontos maiores que 100.000. Nesse caso, pode-se utilizar a equação (6) para o cálculo do tamanho da amostra. A Tabela 2 mostra os cálculos do tamanho da amostra baseados nas equações (6) e (8), considerando-se o erro de 33%. Observa-se que praticamente não há diferenças, principalmente quando o valor de N aumenta.

Tabela 2 – Tamanho da amostra necessária para um erro máximo de 33% e um desvio padrão $\sigma = 0{,}6$ - Carta de Escala 1:2.000

N	$n = \frac{z^2\sigma^2}{\varepsilon^2}$				$n = \frac{z^2\sigma^2 N}{(N-1)*\varepsilon^2 + z^2\sigma^2}$			
	Z				z			
	1	1,64	1,96	3	1	1,64	1,96	3
100	9	24	34	81	8	20	26	45
150	9	24	34	81	9	21	28	53
500	9	24	34	81	9	23	32	70
1000	9	24	34	81	9	24	33	75
1500	9	24	34	81	9	24	34	77
2000	9	24	34	81	9	24	34	78
3000	9	24	34	81	9	24	34	79
4000	9	24	34	81	9	24	34	79
5000	9	24	34	81	9	24	34	80
10000	9	24	34	81	9	24	34	80
15000	9	24	34	81	9	24	34	81
50000	9	24	34	81	9	24	35	81
100000	9	24	34	81	9	24	35	81
500000	9	24	34	81	9	24	35	81
1000000	9	24	34	81	9	24	35	81

Analisando-se os resultados da Tabela 1 nota-se que o tamanho da amostra cresce de acordo com o aumento da população e do intervalo de confiança. Como exemplo para uma população da carta como sendo de 200.000 pontos, intervalo de confiança de 95% e erro máximo permissível de 1%, tem-se o tamanho da amostra necessária de 32.226 pontos, tornando impraticável a sua utilização em um controle de qualidade posicional. Esse número difere de estudos efetuados anteriormente, como por exemplo os citados por Merchant (1982), que especifica que 20 pontos são adequados para a avaliação da qualidade posicional da carta. Nesse caso, está se considerando um valor ε muito pequeno; correspondendo a aproximadamente 0,006m.

Pode-se notar que, para a mesma população, ao mesmo intervalo de confiança e com o valor do erro máximo permissível de 33%, o tamanho da amostra necessária ao controle de qualidade diminui consideravelmente, passando para 35.

Na Tabela 1, onde foi adotado erro máximo permissível de 33%, ou seja, considerando-se $\varepsilon = 1/(3\sigma)$, que corresponde a 0,2m nesse exemplo, pode-se notar que os valores obtidos como tamanho da amostra são mais condizentes com a realidade e praticáveis no controle de qualidade posicional de um produto cartográfico. Para a população de 200.000 pontos, $1-\alpha$ = 90% e ε = 0,2m, o tamanho da amostra é 24; bastante próximo do proposto por Merchant (1992). Sendo o erro padrão da carta em análise igual a σ_A e considerando que a coordenada de referência deve ter precisão σ_A pelo menos igual a $1/(3\sigma_A)$, parece razoável assumir que o erro máximo permissível da amostra seja da ordem de $1/(3\sigma_A)$, ou seja 33%.

Dos resultados apresentados nota-se também que, para um determinado intervalo de confiança e erro máximo permissível, a partir de determinado valor do tamanho da população, o valor da amostra permanece constante. Por exemplo, para z = 3 e erro máximo permissível de 33% (0,2m), a partir da população de 15.000 pontos, o tamanho da amostra corresponde a 81 pontos, e se mantém constante à medida que o tamanho da população vai aumentando. O mesmo ocorre com os demais valores, e são iguais, quer seja utilizado a equação (6) (população infinita) ou a equação (8) (população finita). Logo, para um produto cartográfico, pode-se considerar o tamanho da população como sendo infinito e usar a equação (6).

7 CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentados os fundamentos teóricos pertinentes ao processo de definição dos elementos necessários para a determinação do tamanho da amostra para o controle de qualidade de produtos cartográficos. Foi apresentado uma aplicação para essa determinação, adotando-se como exemplo um produto cartográfico na escala 1:2000, considerando-se z = 1, z = 1,64, z = 1,96, e z = 3. Considerou-se 0,6 m como sendo valor do desvio padrão (σ) para a classe A, igual a 0,3mm x denominador da escala da carta e como valores de erro amostral (ε) em relação a (σ) 1%, 10% e 33%. Esses valores foram aplicados na equação (8) e variou-se a população, obtendo-se o tamanho da amostra a ser utilizada para a avaliação do produto cartográfico.

O modelo matemático (6) apresentado é ideal no dimensionamento da amostra para avaliação de um produto cartográfico com população infinita e depende do intervalo de confiança, erro máximo permissível e desvio padrão. Já o modelo matemático (8), é ideal para cartas com população finita, depende dos parâmetros citados e, especialmente, do tamanho da população. Ambos os modelos matemáticos independem da extensão da área a ser mapeada. Pelas razões expostas, esses modelos mostraram-se adequados a determinar o menor tamanho da amostra representativa para a avaliação da qualidade geométrica de um produto cartográfico

fazendo com que essa tarefa passe a ser executada com base em fundamentos científicos, trazendo grandes benefícios à cartografia.

8 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq - Brasil, pelo suporte, sob a forma de bolsa, concedida ao mestrando João Bosco Nogueira Júnior.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLFARINE, H., BUSSAB, W. O. **Elementos de Amostragem.** Belo Horizonte: 11º. SINAPE. 1994.

BRASIL. **Decreto Lei n. 89.817, de 20 de junho de 1984.** Dispõe sobre as instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 22 de junho de 1984.

COCHRAN, W. G. **Sampling Techniques.** 3rd. ed. Nova York: John Wiley, 1977.

LEAL, E. da M., DALMOLIN Q**. Considerações Sobre a Classificação de Documentos Cartográficos**. Curitiba,2002. Disponível em: http://geodesia.ufsc.br/geodesia-online/Arquivo/2002/01/eq.htm

LOURENÇO FILHO, R. C. B., **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 1982, 223p.

MERCHANT, D. C. **Spatial Accuracy Standards for Large Scale Line Maps Technical Papers of the American Congress on Surveying and Mapping,** v. 1, p. 222-231, 1982.

NOGUEIRA JÚNIOR, J. B. **Controle de Qualidade de Produtos Cartográficos: Uma Proposta Metodológica**, 2003. 147f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-graduação em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, Presidente Prudente.

PEREIRA, R. **A Estatística e Suas Aplicações**, Porto Alegre: Ed. Grafosul, 1979.

ROCHA, R. S., **Exatidão Cartográfica Para as Cartas Digitais Urbanas**. 2002. 128f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, N. N. **Amostragem Probabilística.** 2ª. ed., São Paulo: Edusp, 2001.

(Recebido em dezembro/03. Aceito em junho/04.)