

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ENSINO E PESQUISA EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E A COBERTURA DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO NO BRASIL

Analysis of the Relationship Between Education and Research in Geomatics and Brazilian map Series Coverage

**André Luiz Alencar de Mendonça
Claudia Robbi Sluter**

Universidade Federal do Paraná – UFPR
Setor de Ciências da Terra - Departamento de Geomática
Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas
Caixa Postal 19001, 81531-990, Curitiba, Paraná, Brasil
andremendonca@ufpr.br
robbi@ufpr.br

RESUMO

Este artigo apresenta uma discussão acerca da relação entre falhas do mapeamento topográfico brasileiro e o ensino de cartografia na graduação e no ensino fundamental e médio. Estes problemas estão relacionados com a ausência de mapas oficiais em escalas médias bem como com a desatualização cartográfica, com cartas topográficas impressas há mais de 30 anos. O mapeamento sistemático topográfico deve fornecer uma base georreferenciada e atualizada em diferentes escalas, de forma a prover suporte à execução projetos de planejamento e infra-estrutura e do cumprimento da legislação ambiental brasileira. Procurando relacionar as lacunas existentes no mapeamento topográfico e o ensino e pesquisa em cartografia, apoiados na comparação com as questões ambientais, foram quantificados os profissionais que possuem formação na área de ciências geodésicas; o número de vagas nas universidades, bem como estatísticas de procura destes cursos; o número de profissionais com registro profissional ativo e; o indicativo de necessidade de profissionais e vagas para sua formação, sendo estes resultados comparados com os números dos cursos na área ambiental, como a engenharia florestal, por exemplo. Os resultados permitem levantar a discussão acerca da importância da formação de profissionais e pesquisadores para elaboração, proposição e cumprimento das leis ambientais e cartográficas.

Palavras chaves: Mapeamento Topográfico, Legislação Ambiental, Ensino em Cartografia, Pesquisa em Cartografia.

ABSTRACT

This paper presents a discussion about some problems associated with topographic mapping in Brazil and the education in cartography at undergraduate and graduate levels. These problems are related to the lack of these official maps at medium scales and the ageing of the existing ones, some of them printed more than 30 years ago. The topographic mapping should provide a series of accurate and revised maps at different scales in order to support infrastructure projects as well as organizations, responsible for enforcing laws. In order to analyze a possible relationship between the amount of cartographic or survey engineers and topographic mapping problems we collected data about the number of students that are accepted for undergraduate level every year; the number of candidates for undergraduate programs; and the number of graduated professionals. Those numbers were compared to similar ones related to environmental disciplines, such as forest engineering. The results allow us to understand the importance of professionals with cartographic background for developing tasks which are necessary for mapping our country and for proposing and enforcing the environment laws.

Keywords: Topographic mapping, Environmental laws, Research in Cartography, Education in Cartography

1. INTRODUÇÃO

O atual Sistema Cartográfico Nacional não é capaz de atender às demandas atuais e emergentes dos diversos usuários - públicos e privados - da cartografia no Brasil, incorporar capacidades e tecnologias ou mesmo promover a qualidade dos produtos cartográficos. Esta constatação é feita pela Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR, órgão responsável pela elaboração e implantação da Política Cartográfica Brasileira, bem como pela manutenção do Sistema Cartográfico Nacional. As cartas topográficas existentes recobrem porções do território equivalentes aos seguintes percentuais de cobertura sistemática: 81% (1:250.000), 75% (1:100.000), 14% (1:50.000) e 1% (1:25.000) (CONCAR, 2008). Vazios cartográficos nas diversas escalas, atrelados à desatualização das folhas topográficas existentes correspondem às lacunas na representação do território nacional, incluindo aspectos culturais e físicos. Tal situação é crítica quando se trata da cobertura em escala topográfica de grandes extensões da Amazônia e na faixa de fronteira internacional. Além disso a falta de um planejamento para a atualização cartográfica causa a desatualização do mapeamento existente. Este cenário consolidado contribui para o surgimento de soluções pouco criteriosas adotadas pelos usuários da cartografia sistemática e para o desperdício de recursos, devido à contratação de mapeamentos esporádicos em determinadas regiões, para atender a propósitos específicos.

A pouca disseminação da ciência cartográfica e do ensino de cartografia nas escolas contribui para a não-formação de usuários críticos em relação à importância do mapeamento sistemático topográfico em nosso país. Mapeamento este que é inexistente ou desatualizado ou em escala e acurácia inferiores ao mínimo necessário para o suporte às atividades que exigem o conhecimento do território, o que constitui-se em um fator de atraso para o desenvolvimento do país. Nesse sentido, a discussão apresentada no escopo deste artigo é de interesse para a atualização, cumprimento e avaliação crítica das legislações ambiental, agrária, urbanística e imobiliária, uma vez que estas atividades possuem uma relação direta com o mapeamento territorial.

Neste artigo foi escolhida a legislação ambiental como foco, de forma a mostrar que a relação entre a ausência de cartas topográficas em escalas adequadas e atualizadas com as deficiências, e, algumas vezes, impossibilidades, de aplicação de leis que dependem diretamente do conhecimento espacial do território pode ter como uma das causas as diferenças em quantitativos do número de profissionais atuando nas duas áreas de conhecimento, a cartografia e a área ambiental.

Estudos acerca do perfil profissional de atuação dos engenheiros cartógrafos foram realizados (SILVA & BASSETO, 2002; BASSETO & SILVA, 2002). Com base nos resultados destes estudos, pôde-se observar a

existência de peculiaridades na atuação destes profissionais, em especial no que concerne à alta concentração espacial e na formação, tanto na graduação quanto na pós-graduação, dos engenheiros cartógrafos e de agrimensura brasileiros.

Esta pesquisa propõe relacionar as lacunas existentes no mapeamento sistemático brasileiro e o ensino e pesquisa em ciências geodésicas, apoiados na análise da legislação ambiental e no número de profissionais ativos, cursos e vagas anuais, traçando-se um paralelo entre estes indicadores e a dependência no cumprimento da legislação de ambas as áreas. Assim, pode-se identificar e discutir as diferenças nos estágios atuais de desenvolvimento da legislação de dois campos básicos para a infra-estrutura e o desenvolvimento do Brasil.

2. ESTRUTURA DA CARTOGRAFIA BRASILEIRA

2.1 Breve Histórico

O desenvolvimento da ciência cartográfica é diretamente relacionado à evolução de métodos e tecnologias, tendo nos últimos anos incorporado paradigmas computacionais ao seu processo de produção, bem como estudos relacionados à percepção e à utilização de mapas. Porém, analisar historicamente os fatos relacionados à política de mapeamento em um país como o Brasil pode esclarecer sobre alguns dos problemas da cartografia brasileira.

A cartografia topográfica é uma atividade onerosa, porém de importância estratégica para a infra-estrutura e segurança de um país. A história mostra que os países hoje economicamente desenvolvidos investiram e investem em infra-estrutura básica, o que inclui, dentre outras atividades planejadas, um sistema cartográfico nacional. A Grã-Bretanha foi um dos primeiros países a valorizar a importância de uma cartografia nacional precisa e exata. Incentivada pela pressão militar francesa, em 1801 surgiram as primeiras cartas topográficas em escala 1:63360 – chamadas de *one-inch maps*. As séries oficiais destes mapas permaneciam incompletas até o ano de 1840, quando o tesouro nacional britânico autorizou a liberação de recursos financeiros para a compleição dos vazios cartográficos com mapas em maior escala (*six-inch maps*, mapas na escala 1:10560), já que estes seriam melhor aproveitados na construção das primeiras ferrovias britânicas. Entre 1856 e 1895 foram publicadas todas as 131 folhas da primeira edição da série *one-inch*. A série *six-inch* foi publicada a partir de 1843, enquanto os levantamentos para a confecção das cartas da série *twenty-five inch* (1:2500) finalizaram em 1895 (ORDNANCE SURVEY, 2008).

No Brasil, a primeira edição da “Carta do Brasil ao Milionésimo” (escala 1:1.000.000) data de 1922 (ARCHELA; ARCHELA, 2008), e a primeira publicação cartográfica do mapeamento sistemático

nacional se deu em 1899 (FARRAN & CINTRA, 2003), pelo menos 20 anos após o início da produção de mapas topográficos em países como os Estados Unidos; ou em torno de 98 anos se considerarmos as atividades do UK Ordinance Survey (ORDNANCE SURVEY, 2008).

A cartografia brasileira passou a ser regulamentada por legislação a partir do ano de 1946, quando foi sancionado o primeiro mecanismo para uniformização da cartografia nacional - Decreto nº 9.210, de 29 de abril de 1946, cerca de 56 anos após a criação do Serviço Geográfico Brasileiro, que executava serviços de levantamentos (Decreto nº 451-A, de 31 de maio de 1890). O Decreto n. 9210 sistematizou a atuação das entidades da administração pública federal diretamente ligadas à produção cartográfica, descentralizando as responsabilidades relacionadas a esta atividade. Vinte e um anos depois o governo militar pós-revolução de 1964 editou o Decreto-lei 243/67 que, baseado em um plano de modernização da máquina pública nacional, fixou desde então as diretrizes e bases da cartografia brasileira. Com a promulgação da constituição de 1988, foram firmadas nos seus artigos 21 e 22 as obrigações da União para com as atividades cartográficas. Estas, em conjunto com o Decreto-lei 243/67 supracitado e o Decreto 89.817 de 1984 - que estabelece as instruções reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional, constituem-se os alicerces da Legislação Cartográfica Brasileira.

De acordo com esta legislação, a organização da legislação cartográfica nacional se dá através do Sistema Cartográfico Nacional – SCN - cuja coordenação é responsabilidade da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). O SCN é “constituído pelas entidades nacionais, públicas e privadas, que tenham por atribuição principal executar trabalhos cartográficos ou atividades correlatas”. Atualmente, segundo as informações contidas na página oficial da CONCAR na internet (CONCAR, 2008), procede-se uma revisão desta legislação, com vistas à “definição de novas diretrizes e bases da cartografia, em escala regional e local, considerando a necessidade de construção de uma Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) que suporte o desenvolvimento dos diversos Sistemas de Informação Geográfica (SIG)”.

O Decreto n. 6.666 de 27 de novembro de 2008 instituiu, no âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Segundo este, a “Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais tem o objetivo de promover o adequado ordenamento na geração, armazenamento, acesso, compartilhamento, disseminação e uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal, em proveito do desenvolvimento do país; promover a utilização, na produção dos dados geoespaciais dos padrões e normas homologados pela Comissão Nacional de Cartografia; e evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pelos órgãos da administração pública, por meio da divulgação dos metadados relativos a esses dados disponíveis nas

entidades e nos órgãos públicos”.

2.2 Mapeamento Sistemático Brasileiro

Segundo o art. 7º do Decreto-lei 243/67: “A Cartografia Sistemática Terrestre Básica tem por fim a representação da área terrestre nacional, através de séries de cartas gerais contínuas, homogêneas e articuladas (...)”. Pode-se dizer que este mapeamento é um desdobramento da carta ao milionésimo, sendo esta subdividida em escalas maiores. A produção de cartas topográficas é de competência e responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, que possui suporte da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército – DSG.

Um exemplo de atividade diretamente dependente da existência de mapeamento topográfico é a defesa da soberania nacional, na medida em que as atividades de monitoramento e vigilância estão interligadas ao recobrimento cartográfico da faixa de fronteira, em escala que permita o planejamento de ações militares e confira acurácia ao posicionamento e orientação em áreas de possível litígio.

Outro aspecto a ser considerado na produção de mapeamento básico é a constituição da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Segundo Nebert (2004), uma INDE engloba tecnologias, políticas, normas e recursos humanos necessários para adquirir, processar, armazenar, distribuir e facilitar a utilização de dados geográficos. Uma INDE fornece a base para a utilização, avaliação e busca deste tipo de dados para usuários de todos os setores, por meio de um mínimo conjunto padrão de práticas, protocolos e especificações. Entretanto, esta preocupação com a interoperabilidade de dados geográficos e a forma como estes devem estar estruturados e disponibilizados digitalmente faz sentido na medida em que exista uma cartografia topográfica completa e exata para subsidiar estes e outros produtos derivados.

3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA

A Legislação Ambiental brasileira é considerada uma das mais modernas do mundo e possui um sistema de decretos e normas que contempla aspectos técnicos, características regionais e a conscientização da importância da preservação do ambiente enquanto direito básico do ser humano. Esta legislação possui como base fundamental o art. 225, do capítulo VI da Constituição Federal (CF) de 1988, cujo texto do *caput* diz: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Ainda no art. 225 da CF de 1988 são impostas obrigações ao Poder Público de forma expressa (art. 225, § 1º): cuidar do patrimônio genético, preservar e restaurar os processos ecológicos, definir áreas para proteção ambiental, controlar a produção e a comercialização de

produtos que importem risco à saúde, promover a educação ambiental, proteger a fauna e a flora e exigir o estudo de impacto ambiental para atividades potencialmente poluidoras.

A principal lei que normatiza o texto da CF de 1988 é a Lei 6.938/81, que trata da política nacional do meio ambiente, estabelecendo os princípios e objetivos da implantação dessa política; dentre outros, cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente, órgão deliberativo e consultivo, que exerce papel fundamental no contexto nacional e o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, que representa a integração das ações federais, estaduais e municipais.

Atualmente, tramita no congresso nacional – a ser votada no plenário da câmara dos deputados após as eleições de 2010 - proposta para a alteração do código florestal brasileiro, um dos pilares da legislação ambiental. Dentre as principais discussões acerca do novo texto estão a questão da faixa mínima de preservação permanente (que passa a ser de 15 metros, podendo ser aumentada ou reduzida em 7,5 metros de acordo com a legislação estadual) e a ausência de obrigatoriedade de áreas de reserva legal em propriedades com até quatro módulos rurais, o que na Amazônia pode significar até 70 milhões de hectares desmatados.

3.1 Aspectos dependentes do mapeamento sistemático

O mapeamento sistemático deve ser a base para definições de limites, cálculos de áreas e distâncias, além de fornecer localizações exatas e precisas de feições no terreno. Estes são aspectos cruciais em diversos pontos das leis ambientais brasileiras. Aqui apresentamos um paralelo (TABELA 1) que sumariza as principais leis ambientais que possuem aspectos dependentes de cartografia topográfica atualizada e em escala adequada, bem como uma descrição sucinta acerca destes aspectos. É importante ressaltar que a legislação que institui as escalas do mapeamento sistemático brasileiro não prevê a competência federal para o mapeamento cadastral (escalas maiores que 1:25.000), tampouco esclarece a necessidade deste tipo de cartografia em aplicações como as discutidas neste artigo. Também é importante citar que em países como a Grã-Bretanha, o mapeamento sistemático contém cartas na escala 1:10.000, existentes e atualizadas desde o início do século XX (COLIER, 2002)

TABELA 1. PRINCIPAIS LEIS AMBIENTAIS BRASILEIRAS E SUAS PRINCIPAIS DEPENDÊNCIAS DE CARTOGRAFIA TOPOGRÁFICA (ao lado)

Lei		Principais aspectos dependentes do mapeamento sistemático
Lei n. 4.118 de 27/08/1962	Política Nacional de Energia Nuclear	Localização de minas e jazidas de substância de interesse para a produção de energia atômica, que se constituem reservas nacionais, consideradas essenciais à segurança do País e mantidas no domínio da União, como bens imprescritíveis e inalienáveis .
Lei n. 4.771 de 15/09/1965	Código Florestal	Rural; Delimitação de Áreas de Preservação Permanente (declividade, topo de morro, largura de corpos d'água); Delimitação de Reserva Legal; Supressão de Florestas nativas; Limites de Parques e Florestas Públicas devem constar no mapeamento topográfico.
Lei n. 9.985 de 18/06/2000	Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)	Limites das Unidades de Conservação (UCs), zonas de amortecimento e corredores ecológicos; Definição de Mosaicos de UCs; Cálculo de Indenização para Populações Tradicionais residentes no interior de UC's; Levantamento nacional de terras devolutas para definição de áreas destinadas à conservação da natureza; Todas as áreas que compõem o SNUC devem constar no mapeamento topográfico.
Lei n. 7.661 de 16/05/1988	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento do Costeiro	Definição do Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro - ZEEC, que orienta o processo de ordenamento territorial; Definição de Linha de preamar, orla marítima e linha de costa.
Lei n. 6.938 de 31/08/1981	Política Nacional do Meio Ambiente	Controle e zoneamento das atividades potencialmente poluidoras; Controle de áreas degradadas ou ameaçadas de degradação; Cobrança de vistorias e atividades de licenciamento de acordo com o tipo de uso do solo e tamanho da área em questão.
Lei n. 9.433 de 08/01/1997	Política Nacional de Recursos Hídricos	Definição de Bacia Hidrográfica; Domínio de bacia hidrográfica; Enquadramento dos corpos d'água em classes.
Lei n. 9.605 de 13/02/1998	Lei de Crimes Ambientais	As penas para os crimes Desmatamento, exploração econômica ou degradação de área florestal, plantada ou nativa, em terras de domínio público ou devolutas.
Lei n. 6.766 de 19/12/1979	Lei de Parcelamento de Lotes Urbanos	Definição de Zonas Urbanas e de Expansão Urbana; Definição de áreas alagadiças, de declividade acima de 30% e áreas de preservação ecológica; Definição de faixa <i>non aedificandi</i> .

Tome-se como exemplo o código florestal brasileiro – Lei 4771/1965 e alterações. As áreas de preservação permanente (chamadas de APP's), cuja definição é dada pelo art.2º, inciso II: “faixas de terra protegidas, com a função ambiental de preservar recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”, têm como prerrogativa para sua delimitação a medição da largura de cursos d’água, sendo que a faixa onde não é permitida ação antrópica varia de acordo com a largura destes cursos. Em um mapeamento topográfico em escala 1:250.000, um curso d’água representado por uma primitiva gráfica *linha* de espessura igual a 0,3 mm na carta possui largura de cerca de 75 metros no terreno. No intervalo entre 1 e 75 metros de largura para corpos d’água, o código florestal prevê 2 classes de APP's, variando de 30 a 50 metros de largura. Assim, a largura mínima de feição a ser mapeada neste caso é de 10 metros, constituindo-se a escala 1:25.000 apropriada para obtenção destes valores. Na Amazônia, região que contém a mais extensa e densa bacia hidrográfica do mundo, a parte brasileira possui apenas cartas topográficas em escala 1:250.000 e 1:100.000, que datam da década de 1980 (IBGE, 2008b).

4. ENSINO E PESQUISA DE CARTOGRAFIA NO BRASIL

De forma a subsidiar a discussão acerca das lacunas na relação entre a cartografia topográfica e o cumprimento da legislação ambiental brasileira, neste tópico será traçado um panorama de aspectos quantitativos do ensino e da pesquisa na área de cartografia e ciências geodésicas no Brasil, baseado em um breve levantamento de informações disponibilizadas pelas instituições de ensino e órgãos públicos relacionados. A intenção é introduzir uma base para a discussão acerca da necessidade de profissionais e de pesquisa científica que forneça subsídios para a completude e atualização do mapeamento sistemático brasileiro.

No início do ano de 2009, foram levantados diversos dados sobre cursos de graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura (INEP, 2006; INEP, 2008); dados dos cursos de pós-graduação recomendados pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) na área de ciências geodésicas e também de meio-ambiente (CAPES, 2008); dados acerca dos profissionais ativos no sistema CONFEA (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia) (CONFEA, 2008); dados do levantamento quantitativo oficial da população brasileira (IBGE, 2000); dados acerca da área territorial geral do país (IBGE,2008a) e informações das áreas urbanizadas do território nacional (MIRANDA et al., 2005). A partir destes dados foram gerados quadros e mapas, que procuram retratar a situação do ensino,

pesquisa e atividade profissional da cartografia no Brasil.

4.1 Cursos de pós-graduação

Assume-se neste trabalho que a pesquisa no nível de pós-graduação é essencial para fomentar a discussão dos aspectos técnicos envolvidos para a atualização e consolidação da legislação cartográfica e do mapeamento sistemático em si. Pode-se traçar um paralelo entre os cursos de pós-graduação voltados para a formação de um quadro qualificado de pesquisadores nas ciências geodésicas e aqueles de áreas correlatas às questões ambientais. Gerou-se um quadro contendo esta quantificação (TABELA 2) e um mapa representando lado a lado a distribuição geográfica de cursos da área de ciências geodésicas e apenas os de engenharia florestal e recursos florestais (FIGURA 1).

TABELA 2. QUANTITATIVO DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO NAS ÁREAS DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E MEIO-AMBIENTE NO BRASIL.

Fonte: Portal CAPES (2008)

Curso	Quantidade
Geomática/Cadastro/Ciências Geodésicas/Cartografia	9
Engenharia Florestal e Recursos Florestais	20
Meio Ambiente e Ecologia	35
Ecologia, Meio Ambiente e Áreas correlatas (interdisciplinares)	42

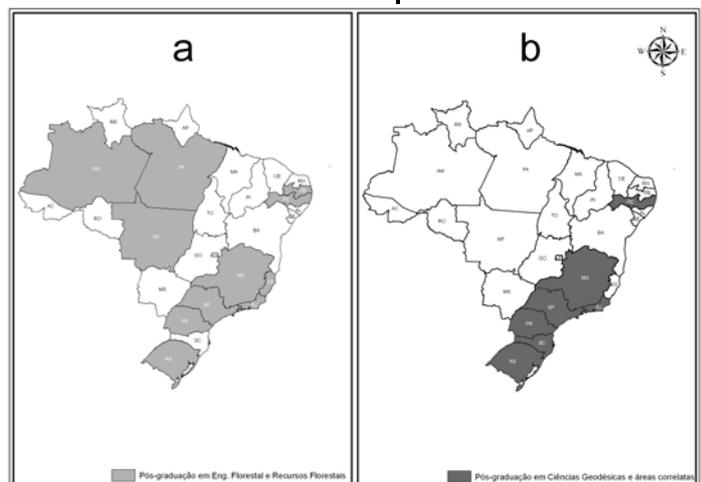


Fig. 1 - Cursos de pós-graduação em Engenharia Florestal e Recursos Florestais (a) e cursos de pós-graduação em ciências geodésicas e áreas correlatas (b)

4.2 Cursos de Graduação

Entende-se que os cursos de graduação constituem-se nos mecanismos de formação de profissionais aptos a realizar as atividades necessárias para a execução da cartografia topográfica, desde as etapas de planejamento até a validação dos dados. Foram quantificados os cursos de graduação em Engenharia Cartográfica e Engenharia de Agrimensura existentes no Brasil, bem como o número de vagas anuais autorizado pelo Ministério da Educação para cada curso. A partir da comparação destes dados com informações oficiais do censo brasileiro (IBGE, 2000) e o levantamento das áreas urbanizadas no país (MIRANDA et al. 2005), pôde-se obter relações entre o número de vagas oferecidas nos dois cursos somados e a área de cada região, assim como entre estas vagas e a população total, por região, além da comparação com os dados de população/áreas urbanizadas, dados sintetizados na TABELA 3.

TABELA 3. POPULAÇÃO RESIDENTE TOTAL E POR ÁREA URBANIZADA, ÁREA TOTAL E URBANIZADA E VAGAS EM CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E ENGENHARIA DE AGRIMENSURA POR REGIÃO BRASILEIRA

	SUL	SUDESTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	NORTE	BRASIL
N.º de habit. Censo 2000	25.107.616	72.412.411	47.741.711	11.636.728	12.900.704	169.799.170
Área total (km ²)	576.410	924.511	1.554.257	1.606.372	3.853.327	8.514.876,599
Área Urbanizada (km ²)	4.129	9.404	3.445	2.696	1.611	21.285
Vagas Eng. Cartográfica	65	86	30	0	0	181
Vagas Eng. Agrimensura	40	325	160	0	0	525
Total de Vagas	105	411	190	0	0	706
Habitantes por vaga	239.120	176.186	251.272	-	-	240.509
km ² total por vaga	5.490	2.249	8.180	-	-	12.061
km ² urbanizados por vaga	39,3	22,9	18,1	-	-	30,1

Segundo Schuster et. al (2003), o mercado europeu da área de ciências geodésicas possui cerca de 530 mil profissionais, entre técnicos e engenheiros. O mesmo autor ainda cita que seu levantamento considera que para cada engenheiro existem quatro profissionais de nível técnico, e os profissionais da área contribuem com cerca de 25 bilhões de Euros para o Produto Interno Bruto europeu. Ainda segundo o mesmo levantamento, a média aproximada da relação entre profissionais e área em km² é diferente para os países pesquisados, variando de 1 profissional para cada 50 km² na Suécia, à relação de 1 profissional para cada 2,3

km² na Bélgica e na Alemanha. Apenas como comparação, de acordo com o órgão oficial de estatística sueco (ICB), a Suécia possui densidade demográfica semelhante à brasileira e área urbanizada de aproximadamente 5.286 km² ou 1,3% do total. Já a Alemanha é o país europeu que movimenta mais dinheiro relacionado à área: cerca de 9 bilhões de Euros anualmente. (SCHUSTER et al, 2003)

Não foram encontrados levantamentos acerca do quantitativo de profissionais requeridos para a atividade de mapeamento topográfico em um país. Apenas como exercício poder-se-ia considerar que a distribuição dos profissionais da área esteja distribuída como na Dinamarca onde, segundo Enemark (2009), aproximadamente 25% dos profissionais da área de geomática atuam em campos correlatos à levantamentos e cartografia topográfica. Também a densidade espacial de profissionais considerada necessária para a realização do mapeamento topográfico de todo o território nacional poderia ser equivalente ao índice da mesma Dinamarca. Neste país existe cerca de 1 profissional de nível superior na área de geomática para cada 7,7km², o que equivale a 1 profissional de nível superior na área de cartografia topográfica e levantamentos para cada 150km²) (SCHUSTER et al, 2003).

A partir deste raciocínio, poder-se-ia considerar um número conservador (de 10 vezes menor que o índice calculado no parágrafo anterior) de 1 Engenheiro Cartógrafo ou Agrimensor a cada 1500km² em áreas não urbanizadas; e 1 para 50 km² em áreas urbanizadas - onde pressupõe-se maior intensidade das atividades relacionadas ao mapeamento sistemático - de forma a obter um indicativo de déficit de vagas oferecidas nas universidades (TABELA 4). Para o cálculo deste índice foi considerado uma evasão universitária anual igual a 15%, valor médio para o Brasil, segundo o INEP (2008). Objetivando analisar a distribuição espacial destes dados, também foram elaborados mapas; para os cursos de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura (FIGURA 2); e para se ver a variação espacial do quantitativo de cursos e de vagas (FIGURA 3).

TABELA 4. ESTIMATIVA DE DÉFICIT DE VAGAS ANUAIS EM CURSOS DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E ENGENHARIA DE AGRIMENSURA POR REGIÃO BRASILEIRA, CONSIDERANDO-SE APENAS A DENSIDADE ESPACIAL.

	SUL	SUDESTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	NORTE	BRASIL
Total de Vagas	105	411	190	0	0	706
Nº de Vagas desejáveis	394	678	937	955	2.210	5.175
Déficit de vagas	289	267	747	955	2.210	4.469

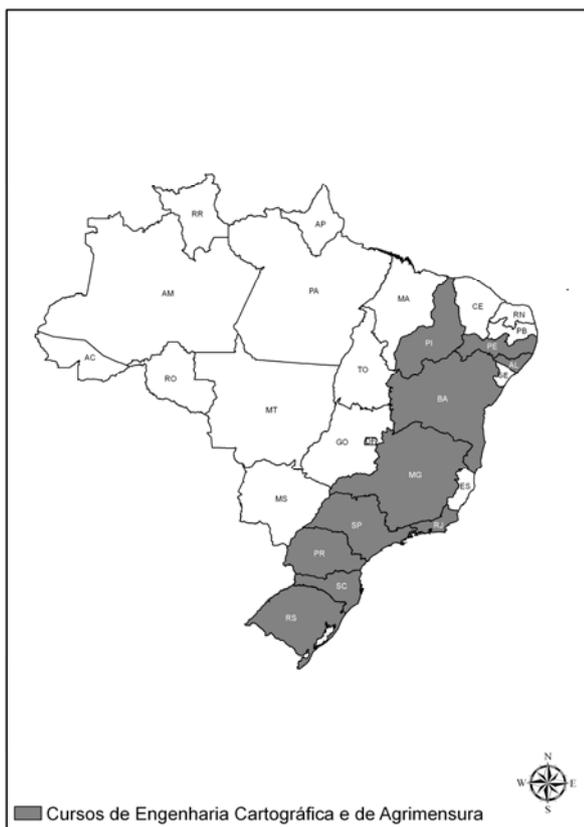


Fig. 2 - Cursos de Engenharia Cartográfica e Engenharia de Agrimensura no Brasil, distribuídos por Estado da federação.



Fig. 3 - Quantitativo de vagas e cursos de Engenharia Cartográfica e Engenharia de Agrimensura no Brasil, distribuídos por Região Política.

Na análise somente dos cursos de Engenharia Cartográfica, foram levantados junto à coordenação de cada curso os dados relativos ao número de graduados e da relação candidato/vaga para os vestibulares de cada um dos seis cursos existentes no país (TABELA 5). Alguns dados foram levantados diretamente a partir da disponibilização dos mesmos junto aos sites oficiais das universidades na internet. Estes dados foram obtidos em janeiro de 2009.

TABELA 5. ANO DE FUNDAÇÃO, NÚMERO DE GRADUADOS EM ENGENHARIA CARTOGRÁFICA, VAGAS ANUAIS DE CADA CURSO E RELAÇÃO CANDIDATO/VAGA MÉDIA DE 3 VESTIBULARES RECENTES (2006, 2007 E 2008). EM ITÁLICO, DADOS APROXIMADOS.

Unidade da Federação	RS	SP	PE	RJ	RJ	PR	Totais
Cidade	Porto Alegre	Pres. Prudente	Recife	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Curitiba	
Instituição	UFRGS	UNESP	UFPE	IME	UERJ	UFPR	
Tipo Instituição	pública federal	pública estadual	pública federal	pública federal (militar)	pública estadual	pública federal	
Curso	Eng. Cartográfica	Eng. Cartográfica	Eng. Cartográfica	Eng. Cartográfica	Eng. Cartográfica	Eng. Cartográfica	
Ano de fundação	1996	1977	1971	1980	1965	1977	
Duração em semestres	10	10	10	10	10	10	
Vagas Ofertadas/ autorizadas anualmente	25	40	30	80	40	40	255
Profissionais formados até 2007	40	522	128	345	700	464	2499
Média candidato/vaga dos últimos 3 anos	4,53	4,45	4,01	-	2,84	3,99	

Destaca-se aqui, para efeito de comparação, que o número de graduados anualmente na área de geomática em um país como a Hungria, que possui cerca de 6% da população brasileira e uma área territorial 100 vezes menor, é de cerca de 25, enquanto este número é em média igual a 1000 na Alemanha, que possui 46% da população brasileira, em uma área 24 vezes menor. (SCHUSTER et al, 2003).

4.3 Profissionais em atividade

Por meio de consulta ao Sistema de Informações CONFEA/CREA – SIC, pôde-se verificar o número de profissionais com registro ativo na chamada câmara técnica de agrimensura. Para as análises foram utilizados os números relativos às seguintes titulações profissionais (TABELA 6):

TABELA 6. PROFISSIONAIS DE NÍVEL SUPERIOR ATIVOS NO SISTEMA CONFEA/CREA, COM TITULAÇÕES NA ÁREA DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS (JULHO DE 2008).

Eng. Agrimensor	3258
Eng. Cartógrafo	988
Eng. Geógrafo	23
Eng. De geodésia	2
Eng. Topógrafo	1
total	4272

Novamente utilizando-se o levantamento europeu (SCHUSTER et al, 2003), podemos aqui citar que a relação entre habitantes e profissionais da área de ciências geodésicas varia entre 0,02 % da população em países como Hungria e França a cerca de 0,2% da população em países como a Eslováquia, Itália e Alemanha. No Brasil esta relação é de aproximadamente 0,000025% para os profissionais com nível superior. Mesmo que sejam incluídos nesta lista os geógrafos (2943) e profissionais de agrimensura (44), valores segundo o mesmo SIC - CONFEA/CREA, o índice chega a no máximo 0,000043%.

Não foram encontrados estudos conclusivos acerca do número de profissionais requeridos pelo mercado de geomática em relação à área ou população de um país. Parece óbvio que definir esta relação não pode servir como parâmetro único para discussão acerca da atividade profissional correlata, mas podem indicar a dimensão da situação geral. Se a relação desejável para este índice é a mesma de países europeus, chegar-se-ia a um quantitativo mínimo de 1 profissional para cada 100km², neste número incluso o número de técnicos envolvidos no processo (que, como já visto, na Europa é de cerca de 4 vezes o número de engenheiros). Em uma estimativa conservadora, apenas para nível de exercício, desconsiderando o potencial de crescimento deste mercado no Brasil, bem como a vocação econômica e de desenvolvimento do país e outros fatores, pode-se admitir que para cada 1000 km² em áreas rurais e para cada 10km² em área urbana devemos ter pelo menos um profissional de nível superior ativo. Desta forma, apenas como um livre exercício de pensamento, seria possível estimar um déficit de profissionais em atividade no Brasil (TABELA 7):

TABELA 7. ESTIMATIVA DE DÉFICIT DE PROFISSIONAIS EM ATIVIDADE, COM TITULAÇÃO NA ÁREA DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS.

	total	N° desejado	déficit
N.º de habit. Censo 2000	169.789.782		
População urbana	137.950.253		
Área total (km²)	8.514.876,60		
Área urbanizada (km²)	21.285,12		
Área urbanizada (%)	0,25%		
Profissionais ativos	4.272	10.622	6.350
km² para cada profissional	1.993,18	801,62	1.191,56
Habitantes urbanos para cada profissional	32.292	12.987	

Nesta conservadora estimativa o Brasil passaria de aproximadamente 0,000025% da proporção de profissionais da área em relação à população total para cerca de 0,00062%, ainda com uma distância considerável para o índice suíço por exemplo (0,1% considerando todos os profissionais e 0,02% considerando somente profissionais de nível superior).

5. DISCUSSÃO E PERSPECTIVAS

Este trabalho procurou, através da análise das legislações ambiental e cartográfica brasileiras e de levantamento de dados junto às universidades brasileiras e órgãos públicos, estabelecer uma linha de pensamento acerca das relações quantitativas entre ensino e pesquisa de cartografia no Brasil e as lacunas existentes no mapeamento sistemático e na legislação cartográfica nacional. É importante que aqui se reforce que a realização da Cartografia neste contexto, engloba todas as atividades de mapeamento desde os levantamentos geodésicos até a análise de precisão e acurácia de mapas, passando pela restituição fotogramétrica e classificação automática de sensores de alta-resolução.

A análise da legislação ambiental brasileira permite estabelecer vários pontos de dependência com a existência de mapeamento de base oficial, e com padrão de acuracidade e escala adequada à realidade multifinalitária deste tipo de cartografia. Há que se afirmar que a partir do momento em que a consolidação das normas e leis que regulam a cartografia no Brasil resultar em um conjunto de produtos cartográficos básicos, o país terá maiores condições de fazer cumprir a legislação reguladora das questões ambientais em território nacional.

Pode-se dizer que, de forma geral, a distribuição espacial dos cursos de engenharia – cartográfica e de agrimensura – concentra-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, com as regiões Norte e Centro-Oeste sendo preteridas na criação destes cursos. Não coincidentemente na região Norte encontra-se a situação mais crítica no que diz respeito aos vazios cartográficos em escalas maiores que 1:100.000 (IBGE, 2008b). É sabido que em ambas as regiões há uma menor densidade demográfica, bem como uma menor população economicamente ativa, que são fatores que depõem contra a demanda da existência de cursos na área. Entretanto, nestas regiões encontram-se dois biomas – Amazônia e Pantanal – de relevância ecológica (e por que não dizer, econômica) mundialmente reconhecida, passíveis de programas de conservação e estratégias de desenvolvimento sustentável, ações estas que dependem, dentre outras coisas, de cartografia.

Faz-se importante aqui explicitar que as lacunas existentes no mapeamento sistemático brasileiro obviamente não serão unicamente preenchidas por meio da mera abertura de vagas específicas na área de ciências geodésicas em cursos técnicos, tecnológicos e de graduação. Fatores como a ausência de uma política cartográfica nacional bem delimitada e consonante com a nova ordem política e econômica do século XXI, bem como limitações particulares da geografia do Brasil parecem possuir uma parcela de contribuição neste problema. Porém, defende-se que devem ser estudados os casos de grandes países que investiram em mapeamento antes mesmo de se tornarem potências econômicas - caso dos EUA e Índia, conforme citado

por Collier (2002) – de forma a melhor dimensionar o papel da cartografia topográfica no desenvolvimento econômico de um país. Este tipo de estudo é extremamente necessário para a correta inserção do Brasil como mercado emergente no setor das geotecnologias.

Por meio da estatística relativa à procura de vestibulandos para os cursos aqui abordados podemos concluir que parece haver uma falta de cultura do uso de mapas, decorrente das deficiências do ensino de cartografia desde o ensino fundamental. Isto faz com que estas profissões ainda permaneçam sem um apelo compatível à sua importância estratégica para o desenvolvimento do país a médio e longo-prazo. Assim, faz-se necessária a divulgação e o aumento da visibilidade destas profissões em meios populares de comunicação de forma a provocar um maior interesse dos jovens pela cultura de uso de mapas e conscientização do papel do cartógrafo e do agrimensor na sociedade. Assim, pode-se criar um círculo vicioso desejável para a área, onde a sociedade em geral demanda por dados geográficos de qualidade e compreende a importância deste profissional, tendo como resultado o natural desenvolvimento e disponibilização de mapas e bases de dados de boa qualidade. Portanto, entende-se que não bastam novas vagas nestes cursos serem abertas; acima de tudo é necessário que a área esteja consolidada como conhecimento imprescindível a projetos de engenharia e infra-estrutura básica, de forma que o crescimento de demanda por si só regule a necessidade de um quantitativo maior de profissionais qualificados e de uma reformulação na política e no sistema cartográfico nacional.

Chama atenção o fato do número de profissionais ativos com formação em Engenharia Cartográfica ser de apenas 988 profissionais, enquanto, pelas informações levantadas, o número de engenheiros formados passa de dois mil. Pode-se supor que, como apontado por Silva e Bassetto (2002), os profissionais engenheiros cartógrafos tenham sido absorvidos pelo setor público e aparentemente se desligado das obrigações relativas ao conselho profissional. Também devem ser considerados os casos em que o graduado não exerce a profissão, bem como os casos de aposentadoria e óbitos. Cabe aqui também citar que a inserção da classe profissional dos engenheiros agrimensores e engenheiros cartógrafos nas câmaras técnicas dos conselhos regionais e federais, bem como a mobilização sindical por meio de associações de classe também é fator que impulsiona a demanda por cartografia em todos os segmentos mercadológicos.

A pesquisa em ciências geodésicas ainda é quantitativamente incipiente quando comparada à pesquisa em ciências do meio-ambiente, mesmo a comparação sendo prejudicada pelo fato da última possuir caráter multidisciplinar. A grande diferença entre os quantitativos das duas áreas pode ser observada na comparação de número e distribuição dos cursos de pós-graduação. Este é um aspecto a ser considerado

quando se observa a consolidação e avanços nas respectivas legislações, com clara desvantagem à estrutura, organização, previsão orçamentária e alcance da legislação cartográfica nacional.

Apesar disso, a pesquisa científica na área de geomática no Brasil parece possuir cada vez mais inserção internacional e gera conhecimento diretamente aplicável: é notável que os avanços tecnológicos vêm sendo fartamente utilizados em atividades de mapeamento aplicados à realidade brasileira – exemplos são o uso de alvos terrestres nas calhas dos rios em apoio à utilização de tecnologia radar para levantamentos na Amazônia, por parte do Exército brasileiro, justamente no apoio de campo necessário para a confecção de cartas topográficas da região.

Considerado um número de profissionais e de vagas anuais mínimo para a estruturação ideal do mapeamento sistemático brasileiro, observa-se um déficit bastante acentuado na situação atual, sem perspectivas imediatas de melhorias, já que as iniciativas no sentido de mudar este quadro ainda são incipientes frente às prioridades governamentais das últimas décadas. Contribui para o quadro o fato da implantação de cursos na área de ciências geodésicas requerer uma quantidade de recursos – financeiros e humanos - consideravelmente alta.

A existência de poucos cursos de pós-graduação voltados para a pesquisa em ciências geodésicas também contribui para que o intercâmbio de profissionais com formação geral nas disciplinas da área, como Engenheiros Agrônomos, Florestais, Geógrafos, Biólogos e Engenheiros Ambientais, por exemplo, seja pouco estimulado, o que contribui para os índices de déficit acima descritos.

Os dados aqui apresentados permitem sugerir a elaboração de propostas de criação de cursos de graduação e pós-graduação na área de ciências geodésicas, com ênfase na formação de profissionais aptos a executar e avaliar a cartografia topográfica no Brasil, principalmente de forma a priorizar, no planejamento desta cartografia, regiões de menor densidade demográfica e de urgências estruturais que demandam bases de dados espaciais.

AGRADECIMENTOS

Aos professores doutores Admilson Pacheco e Andréa Carneiro (UFPE), Andréa Lopes Ieschek (UFRGS), Pedro Luis Faggion (UFPR) por fornecerem alguns dos dados utilizados nesta pesquisa. À CAPES e CNPQ pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHELA, Rosely. Sampaio; ARCHELA, Edison. Síntese Cronológica da Cartografia no Brasil. **Portal da Cartografia**, Londrina, v. 1, n. 1, p.93-110, maio 2008. Quadrimestral. Disponível em: <<http://www2.uel.br/projeto/cartografia/v1/6edison.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2008.

BASSETO, Camila; SILVA, João Fernando C. da. Diagnóstico Profissional do Engenheiro Cartógrafo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, I., 2002, Presidente Prudente. **Anais**. Presidente Prudente: Unesp, 2002. Disponível em: <www2.fct.unesp.br/dcartog/ec/pdf/BDMEC_2002_SB_G.PDF>. Acesso em: 26 jun. 2008.

CAPES. **Cursos Recomendados e Reconhecidos**. <<http://www.capes.gov.br/cursos-recomendados>>. Acesso em 26 jun. 2008.

CONCAR. **Legislação Cartográfica**: Nota Introdutória. <<http://www.concar.ibge.gov.br/indexdca0.html?q=node/21>>. Acesso em: 26 jun. 2008.

COLLIER, P. The Impact on Topographic Mapping of Developments in Land and Air Survey: 1900-1939. **Cartography and Geographic Information Science**, Vol. 29, No. 3, 2002, p. 155-174.

ENEMARK, S. Surveying Education: Facing the Challenges of the Future. In: **Navigating the Future of Surveying Education** - FIG Commission 2 Workshop. Viena, Austria, 2009.

FARRAN, Neide Lima. CINTRA, Jorge Pimentel. O Primeiro Mapeamento Sistemático do Brasil: Significado e Construção. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, XXI, 2003, Belo Horizonte. **Anais**, Belo Horizonte, SBC, 2003. Disponível em <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/160-C32.pdf> Acesso em 26 jun. 2008.

IBGE. **Área Territorial Oficial Brasileira**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>>. Acesso em 26 jun. 2008.(a)

IBGE. **Mapa Índice Digital**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_pro.d.shtm#TOPO> Acesso em 26 jun. 2008.(b)

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Dados recuperados e visualizados através do SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em 26 jun. 2008.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Cadastro das Instituições de Ensino Superior**. Disponível em <<http://www.educacaosuperior.inep.gov.br>>. Acesso em 26 jun. 2008.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Sinopses estatísticas da Educação Superior - Graduação. 2006**. <<http://www.inep.gov.br/superior/censosuperior/sinopse>>. Acesso em 26 jun. 2008.

MIRANDA, E. E. de; GOMES, E. G. GUIMARÃES, M. **Mapeamento e estimativa da área urbanizada do Brasil com base em imagens orbitais e modelos estatísticos**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em <<http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em 26 jun. 2008.

NEBERT, D., Ed. **Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook**. Versão 2.0, Global Spatial Data Infrastructure, Technical Committee. <www.gsdi.org/gsdicookbookindex.asp>. Acesso em 2 dez. 2008.

ORDNANCE SURVEY. **A brief History of Ordnance Survey**. <<http://www.ordnancesurvey.co.uk/oswebsite/aboutus/history/index.html>>. Acesso em 26 jun. 2008.

SCHUSTER, O.; OURANOS, E.; BUSCH, M.; HOFLINGER, E. **Report about the Market of Surveying in Europe**. The Council of European Geodetic Surveyors & Geometer-Europas. Mülheim an der Ruhr, 2003. p. 1-32.

SILVA, João Fernando C. da; BASSETO, Camila. O Engenheiro Cartógrafo no Mercado de Trabalho. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 1, p.10-21, 2002.