

O EMPREGO DA IMAGEM DE RADAR E DO POSICIONAMENTO GEODÉSICO POR SATÉLITES COMO CONTRIBUIÇÃO IMEDIATA AO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO NA ESCALA DE 1:100.000

**FERNANDO DE
CASTRO VELLOSO**
Cap. Engenheiro -
Prof. do IME

Existe, efetivamente, muito acerto quando se referem aos anos 60 como os componentes da década que mudou tudo. O desencadear de fatos novos e de novos procedimentos, de 1960 a 1969, revolucionando-nos os hábitos, fez-se notório e marcante nas artes e na religião, no campo social e político, na ciência e na tecnologia.

II

No dia 20 de julho de 1969, às 23h56min, hora legal de Brasília, assistíamos ao desembarque na Lua, de dois astronautas. As imagens do toque do módulo lunar da nave espacial APOLO 12, no solo de nosso satélite, mostradas simultaneamente a todo o mundo pela televisão, extasiando a quantos assistiam, impuseram-se, sem dúvida, como importante marco histórico. Naquele instante, tornava-se patente que a vida do Homem munira-se de novos parâmetros, alcançara novo plano; e, justamente essa dimen-

são, impunha-lhe, em contrapartida, o estabelecimento de soluções a curto prazo para grande parte de seus problemas mais antigos. É que os fatos grandiosos de que passamos a ser protagonistas, forçaram-nos a uma redução de escala, segundo a qual o tempo reservado para determinadas soluções teve que ser, em muito, abreviado.

III

O advento da era dos foguetes e satélites e conseqüente necessidade de uma Geodésia

de maior precisão, abrangendo áreas cada vez maiores, sob um mesmo sistema de referência, propiciou o revigoramento da ciência cartográfica.

Assim, a Geodésia, fundamental no lançamento de mísseis, foguetes e satélites, beneficiou-se desses mesmos engenhos, que lhe possibilitaram, através de fotografias e posicionamentos, determinações mais precisas.

IV

Instrumentos rastreadores de satélites, fundamentados no efeito Doppler, passaram a definir, com vantagem sobre a Astronomia de precisão, as coordenadas de qualquer ponto da Terra, quaisquer que fossem suas implicações.

Esta, sem dúvida, até aqui, foi a mais poderosa ferramenta posta à disposição da cartografia, nesta época em que, em cada 10 anos de vida, experimenta-se 100 anos de evolução.

V

Dentro desse compasso, iniciamos a presente década, cuja

primeira metade acabamos de ultrapassar.

Em 1970, escrevia na Revista Brasileira de Cartografia, o Engenheiro Dorival Ferrari, então diretor do Departamento de Geodésia e Topografia do Instituto Brasileiro de Geografia:

“Parece ter chegado o momento de solucionar definitivamente o problema do Apoio Fundamental em todo o território brasileiro, mesmo para as regiões consideradas, até o momento, impenetráveis, utilizando-se os métodos convencionais de triangulação, trilateração ou de medição de distâncias por meio de aparelhos eletromagnéticos e eletroóticos.

Essa solução vem com o progresso da ciência e da tecnologia, nesta era espacial em que vivemos.

Quando o primeiro “Sputnik” foi lançado ao espaço, dois físicos pesquisadores do laboratório de Física Aplicada da Universidade John Hopkins notaram que a variação de frequência pelo efeito Doppler, do satélite, podia ser plotada como uma curva de frequência contra o tempo, através da qual se poderia conhecer a órbita desse satélite. Também concluíram aqueles cientistas que a informação obtida pelo registro de uma simples passagem do satélite podia fornecer a descrição de sua órbita completa.

Aproveitando esta técnica, o Sistema de Navegação por Satélite da Marinha utiliza o conhecimento exato da órbita do satélite para determinar a posição da estação receptora.”

VI

No primeiro trimestre de 1971, o Engenheiro Henrique

Vaz Corrêa, então assessor do Ministro das Minas e Energia para assuntos cartográficos e de atividades espaciais, através da Revista Brasileira de Cartografia, anunciava-nos o advento da imagem-radar; esta, outra medida de vital importância, porque haveria de nos proporcionar, basicamente em relação à Amazônia, o conhecimento do solo e de recursos naturais, significando abrir-se um vasto leque de opções em que se minimizariam os riscos empresariais, na tarefa de ocupação, integração e desenvolvimento de novas áreas, até então inexploradas.

“A consecução do levantamento cartográfico e dos recursos naturais da vasta bacia hidrográfica do Rio Amazonas tem de ser o passo inicial e indispensável para a implantação de todos os programas e projetos necessários à integração do Norte na política desenvolvimentista do País.

Os processos usuais de mapeamento por aerofotogrametria, além de por si só exigirem um longo prazo de execução e vultosa inversão de capital, esbarram nas desfavoráveis condições meteorológicas da região e na densa cobertura florestal, que esconde todos os detalhes geomorfológicos. Assim, as cartas topográficas e temáticas da Amazônia só poderão ser conquistadas, a curto prazo, se se utilizarem as Imagens de Radar detetadas a bordo de uma aeronave adrede instrumentada para esse fim.”

VII

Na primeira metade desta década, o Brasil beneficiou-se

grandemente de todo o progresso da ciência cartográfica.

Em pouco tempo, o IBGE e algumas Empresas privadas tinham-se equipado e passavam a operar receptores de sinais dos satélites geodésicos.

Em 1972, o Projeto RADAM já era sucesso total, ampliando gradativamente sua área de penetração, até transformar-se no grandioso RADAM-BRASIL.

Não bastassem estes documentos incontestes de nossa dinâmica no campo da Cartografia, teríamos, ainda para ratificá-la:

- O surgimento de quase meia centena de novas Empresas, operando em Cartografia, sob o controle do Estado-Maior das Forças Armadas;
- A criação de novos centros de formação e especialização de técnicos e engenheiros, abastecendo o País de mão-de-obra especializada, imediatamente absorvida;
- A criação da Associação Brasileira dos Engenheiros Cartógrafos;
- A participação ativa em alguns dos Projetos Nacionais de máxima expressão, como o do projeto aerofotogramétrico das grandes rodovias da Amazônia;
- A participação da Sociedade Brasileira de Cartografia nos mais importantes congressos internacionais e a promoção, por ela própria, de alguns encontros e simpósios do mais alto gabarito.

VIII

E quanto ao mapeamento sistemático na escala fundamental de 1:100.000. O que se fez?

Considerando-se o Brasil dividido em três grandes regiões: a Amazônia, o Norte-nordeste e o Centro-sul, verificávamos, no início desta década, que enquanto o centro-sul, com 26% da área total, congregava 67% da população e produzia 85% da renda nacional, a Amazônia, com área equivalente a 59% da superfície do território brasileiro, continha apenas 8% de sua população e contribuía com 4% para a renda total do País.

Analisadas as causas determinantes desse contraste bem como considerados outros fatores de importância equivalente, chegaram-se aos imperativos geográficos, sociais, políticos, econômicos e de segurança que nos levaram ao desenvolvimento de Programas, cujos frutos já colhidos, são suficientes para responder por seu acerto e por sua irreversibilidade.

Este é o panorama de hoje: multiplicam-se e florescem cidades na Amazônia cada uma delas constituindo-se no fruto principal de um complexo plano de colonização integrado.

IX

Os colonizadores precisam hoje da carta em 1:100.000. Não dependem fundamentalmente da representação sofisticada, dentro dos rigorosos critérios de precisão recomendados por nossas normas técnicas. Se fosse possível contar com ela, muito melhor. Porém, o que eles necessitam hoje é de folhas de mapa menos complexas, porém de rápido acesso, que sejam capazes de lhes informar as principais feições geomorfológicas de suas propriedades e lhes sirvam de base imediata à elaboração de

projetos técnicos e lhes oriente sobre a judiciosa ocupação e exploração de suas terras.

Sem uma interpretação das principais feições de suas glebas de terra, basicamente as referentes à rede hidrográfica, traços do relevo e características da vegetação, os colonizadores têm enorme dificuldade em se situar e, ficam impedidos de elaborar projetos racionais.

As cartas na escala de 1:250.000 que lhes são fornecidas pelo RADAM são elementos preciosos mas muitas vezes, ainda insuficientes.

X

O Cel Engenheiro Aristides Barreto, no livro que acaba de lançar "CARTOGRAFIA COM COORDENAÇÃO, UMA POSSÍVEL SOLUÇÃO", apresenta subsídios da mais alta importância à solução imediata para o problema cartográfico brasileiro. Através dele toma-se conhecimento que, de 1895 a 1955, isto é, em 60 anos, o percentual médio anual mapeado na escala de 1:100.000, de nosso território, foi inferior a 0,1%. De 1956 a 1966, a média passou a 0,3% ao ano e, de 1967 a 1971, elevou-se o acréscimo médio anual para 1,8%. Chegamos, pois, ao limiar desta década com cerca de 16% de nosso território mapeado em 1:100.000.

Nestes últimos cinco anos temos feito o equivalente a todo aquele passado longínquo. Hoje, atingimos a 32%. Esta consideração parece, por si só, bastante alvissareira. É necessário, no entanto, atentar para o fato de que das 68% a mapear, concentra-se a quase totalidade das áreas, na Amazônia. Nelas, os problemas para o vôo e

para o estabelecimento de apoio regular, levam-nos a prever que, apesar da multiplicidade de meios, faltam-nos, ainda, vinte anos ou mais, para a conclusão do mapeamento aerofotogramétrico que se vem desenvolvendo. Isto, sem se considerar a hipótese de que grande parte da Amazônia fique limitada à cartografia em 1:250.000.

XI

O Cel Engenheiro Aristides Barreto, aponta na conclusão de seu livro, medidas básicas que possibilitarão o incremento da produção cartográfica, de modo a adequá-lo às necessidades nacionais, sugerindo solução integrada, nacional, exequível e objetiva. Entre elas, destaco a recomendação para que "**se estude a possibilidade de utilização do levantamento com RADAR e/ou das imagens do satélite ERTS para mapeamento, principalmente na região amazônica**" por estar em correspondência à idéia que me norteou na apresentação deste trabalho.

XII

Durante o I Simpósio Brasileiro de Geodésia por Satélites, realizado de 23 a 26 de julho de 1974, pela Sociedade Brasileira de Cartografia, o Engenheiro Genaro Araújo da Rocha apresentou relatório a respeito da experiência colhida, desde abril de 1971, pela equipe da Empresa Cruzeiro do Sul S.A., com receptores de sinais de satélites de posicionamento. E destacava:

"O uso dos satélites constituiu-se em sucesso absoluto na

obtenção de coordenadas, permitindo que se mosaicasse com imagens de radar, em escala de 1:250.000, em espaço de tempo extremamente curto, uma área superior a 4.600.000 Km², com sua parte mais extensa situada na região de floresta densa.

Na região amazônica, além dos pontos determinados para o Projeto RADAM, realizamos determinações para a Diretoria de Hidrografia e Navegação, com vistas à elaboração de cartas do litoral norte.

Também fizemos determinação de posições para o Projeto da PERIMETRAL NORTE do DNER.

Os resultados colhidos nesses trabalhos encorajaram-nos a propor aos órgãos encarregados do nosso mapeamento sistemático a inclusão da determinação de posições através de satélites entre os métodos de obtenção de apoio terrestre.

Entendimentos entre nossa empresa, a Diretoria de Serviço Geográfico e o Instituto Brasileiro de Geografia levaram-nos a realizar uma série de testes sobre pontos da rede de triangulação de primeira ordem do IBG, situados nas cadeias do paralelo de 20° e do meridiano de 47°.

Em função dos resultados alcançados, obtivemos, em julho de 1973, autorização da Diretoria de Serviço Geográfico para o emprego do método na determinação de posições planimétricas de pontos de apoio dos Subprojetos CACERES e RONDÔNIA, com vistas ao mapeamento em escala de 1:100.000.

Simultaneamente com a determinação planimétrica é feito o nivelamento barométrico ou geométrico dos marcos-satélites. Esse nivelamento está sendo realizado com cuidados especiais, para que se obtenha (...) também elementos de comparação com as altitudes dadas pelos satélites."

XIII

Experiências mais recentes colhidas com outros equipamentos receptores, como o que utiliza a Empresa Geocarta S.A., confirmaram o mesmo êxito, permitindo-se estimar, com 13 passagens aproveitadas em 48 horas, uma precisão planimétrica da ordem de $\pm 3m$. Quanto à altimetria, os resultados obtidos diretamente com satélite, independente de considerações das alturas geoidais, são o bastante para o traçado de curvas de formas, solução necessária e suficiente para o momento.

XIV

É esta a sugestão que apresento:

Que se elaborem, como solução imediata, para conclusão ainda nesta década, todas as folhas que nos faltam na escala de 1:100.000, através da interpretação das respectivas imagens do PROJETO RADAM. Elas deveriam obedecer integralmente, quanto à padronização e articulação, às normas do mapeamento sistemático. Seriam, apenas, soluções provisórias, mas lançadas no momento oportuno, menos completas e menos precisas, porém de vital

importância na elaboração dos projetos em desenvolvimento na Amazônia.

Estas folhas teriam seu apoio, tanto planimétrico quanto altimétrico obtidos através do POSICIONAMENTO GEODÉSICO POR SATÉLITES e desenvolvido segundo arcabouço projetado às margens dos grandes rios navegáveis e das rodovias já implantadas.

Para consecução rápida desse apoio, empregar-se-iam todos os equipamentos rastreadores existentes no País, possivelmente dando a alguns deles emprego mais coerente e econômico do que venham tendo atualmente.

Ao enfechar estas considerações, pretendo fazê-lo com a mesma citação às palavras do Marechal HUMBERTO DE ALENCAR CASTELO BRANCO com que se encerra o livro "CARTOGRAFIA COM COORDENAÇÃO, UMA POSSÍVEL SOLUÇÃO".

"Só é possível empreender as mutações de estruturas com o ideal da sobrevivência da instituição e de posse de vigorosas forças de espírito, além do conhecimento aprofundado do que envelhece e do que pode ser inovado. Lutai contra o conservantismo, tornando-vos permeáveis às idéias novas, a fim de que possais escapar à cristalização, ao formalismo e à rotina. Não vacileis, então, e lançai-vos sempre para o futuro, pelas aberturas do nosso tempo. Estareis, assim, colocados na vossa época e às vésperas de uma nova época."