

Análise das transformações entre sistemas de projeção em Sistemas de Informação Geográfica

Júlio Cesar Lima d'Alge

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Divisão de Processamento de Imagens – DPI

Resumo

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) deve apresentar a flexibilidade de se definirem projetos de trabalho em diferentes sistemas de projeção cartográfica, bem como a possibilidade de se transformarem os dados entre os sistemas de projeção disponíveis. O SIG/INPE, desenvolvido em ambiente de microcomputador, prevê a utilização dos quatro sistemas de projeção mais importantes para o mapeamento do território brasileiro: UTM, Gauss, Mercator e Lambert (cônica conforme). Na configuração atual do SIG/INPE a entrada de mapas é feita via mesa digitalizadora, enquanto que a saída é realizada através de uma plotadora vetorial. As formulações exatas desses sistemas de projeção apresentam exatidão normalmente melhor que a que pode ser necessária para a entrada, armazenamento, transformação e saída de dados. Assim, descreve-se neste trabalho o tratamento dado pelo SIG/INPE aos diferentes sistemas de projeção e às transformações entre eles, apresentando-se também um estudo comparativo entre fórmulas exatas e aproximadas dos sistemas de projeção, levando-se em conta as precisões da mesa digitalizadora e da plotadora e a escala do mapa em questão.

Introdução

Sistemas de Informação Geográfica são bancos de dados dedicados a informações codificadas espacialmente e devem conter subsistemas básicos para entrada de dados, armazenamento e recuperação, manipulação e análise, e apresentação de dados (Marble, 1984). O SIG/INPE apresenta, na sua versão atual, cinco módulos principais: definição, entrada, conversão, manipulação e

saída. Os trabalhos são organizados em projetos, que correspondem a determinadas regiões geográficas e podem conter dados de diferentes aspectos ou características. Um projeto é formado por planos de informação (PI) e cada PI reúne as informações relacionadas a uma certa característica da região (Alves et alii, 1988).

Este artigo tem por objetivo apresentar a definição e o estabelecimento de um sistema de projeção para um projeto (módulos de definição e entrada) e a transformação entre sistemas de projeção no SIG/INPE (módulo de conversão). Discute-se também a utilização de fórmulas exatas e aproximadas das projeções disponíveis, considerando-se as precisões da mesa digitalizadora e da plotadora (entrada e saída de mapas na configuração atual do SIG/INPE), bem como a escala do mapa em questão.

Definição dos sistemas de projeção no SIG/INPE

O módulo de definição obriga o usuário a definir a “projeção” como um atributo do seu projeto de trabalho e permite a utilização dos seguintes sistemas de projeção:

UTM	(cilíndrica conforme),
Mercator	(cilíndrica conforme),
Gauss	(cilíndrica conforme),
Lambert	(cônica conforme).

A projeção UTM é a mais importante por ser usada no mapeamento sistemático do território brasileiro (cartas topográficas). A definição da região de estudo pode ser feita em termos de coordenadas UTM ou coordenadas geodésicas, ambas disponíveis nas cartas topográficas. O usuário deve estabelecer o elipsóide de referência (datum horizontal) utilizado nas cartas topográficas (SAD-69 ou Córrego Alegre) para que o sistema possa transformar as coordenadas geodésicas em UTM e vice-versa.

No caso da projeção de Mercator, utilizada nas cartas náuticas, a definição da região de estudo deve ser feita por coordenadas geodésicas. O usuário informa

a latitude reduzida ou latitude padrão e o sistema assume como referência o elipsóide de Hayford e calcula as coordenadas Mercator.

Algumas regiões do Brasil (sudoeste do Paraná e oeste de Santa Catarina) ainda são representadas na projeção de Gauss. Por isso o sistema permite que o usuário defina um projeto nessa projeção. A delimitação da região de estudo é feita de modo análogo a da projeção UTM.

Trabalhos conduzidos à nível de estado podem ser feitos na escala 1:1.000.000, que corresponde ao mapeamento básico executado na projeção cônica conforme de Lambert. A região de estudo é definida em termos de coordenadas geodésicas e o sistema determina os parâmetros intrínsecos da projeção e calcula as coordenadas Lambert (IBGE, 1970).

Transformação entre sistemas de projeção no SIG/INPE

Além de permitir a definição do projeto de trabalho em diferentes sistemas de projeção, o SIG/INPE possibilita que dados existentes numa determinada projeção possam ser incorporados a um projeto definido em outra projeção. Um projeto relacionado ao gerenciamento de recursos costeiros pode ser definido na projeção UTM, mas a batimetria, vista como um dado importante para esse projeto, é proveniente da projeção de Mercator.

O procedimento para a transformação de dados em projeções diferentes baseia-se no fato de “projeção” ser atributo de um projeto no SIG/INPE. Assim, o usuário define seu projeto básico numa certa projeção (por exemplo, UTM), mas precisa introduzir neste projeto um PI contendo uma determinada característica da região de estudo numa outra projeção (por exemplo, Mercator). O sistema exige que o usuário defina um segundo projeto na projeção de Mercator contendo o PI a ser transformado. A função de transformação de projeção (módulo de conversão) pede que o usuário informe o projeto de entrada (no caso, projeto definido na projeção de Mercator), o projeto de saída (projeto básico) e o PI a ser transformado. Quando as informações inerentes a cada projeto não forem suficientes para a realização da transformação, o sistema pede que o usuário defina os parâmetros

necessários. Como exemplo pode-se citar o caso em que um projeto na projeção UTM tenha sido definido em termos de coordenadas UTM e não coordenadas geodésicas. A função de transformação necessita, neste caso, da informação do fuso UTM ou meridiano central do fuso. Outro exemplo diz respeito à questão do datum horizontal. Sempre que esta informação inexistir para um certo projeto o sistema assumirá os parâmetros do datum horizontal atualmente utilizado para o mapeamento, ou seja, o SAD-69.

Fórmulas exatas e aproximadas

A implementação de diferentes sistemas de projeção no SIG/INPE foi feita a partir das fórmulas exatas para cada uma das projeções, considerando-se como figura da Terra o elipsóide de referência utilizado para o mapeamento. Essas fórmulas exatas também são usadas para a realização das mudanças de projeção (Snyder, 1982).

Sabe-se que a utilização dessas fórmulas com a aproximação de um modelo esférico para a Terra introduz erros somente toleráveis para escalas 1:5.000.000 ou menores (Snyder, 1982). Como as escalas usuais de trabalho no SIG/INPE coincidem com as escalas normais do mapeamento topográfico sistemático a aproximação esférica pode, à princípio, ser descartada. A investigação realizada concentrou-se então na eliminação dos termos que contêm a excentricidade do elipsóide elevada a potências maiores que dois. Assim, as fórmulas aproximadas contêm apenas termos com o quadrado da excentricidade do elipsóide de referência. A tabela apresentada a seguir mostra as discrepâncias médias em termos de coordenadas de projeção em função da latitude, considerando-se sempre a pior situação possível em cada sistema de projeção (por exemplo, uso das regiões situadas nas extremidades de fusos UTM).

DISCREPÂNCIAS ENTRE FÓRMULAS EXATAS E APROXIMADAS

Latitude (°)	0	30	60	80
ΔX (m)	0	0	0	0
ΔY (m)	0	16	45	32

Discussão e conclusão

Os resultados da tabela mostram valores esperados para as discrepâncias nas coordenadas X, uma vez que a excentricidade do elipsóide afeta basicamente as coordenadas Y. Estas, por sua vez, também não são afetadas para pontos situados sobre o equador. Os valores médios encontrados para as demais latitudes representam discrepâncias condizentes com mapeamentos nas escalas 1:100.000 ou menores. O que se pode concluir para trabalhos em escalas maiores que 1:100.000?

A mesa digitalizadora usada atualmente no SIG/INPE (Van Gogh, da Digigraf) trabalha com uma precisão de 0,25mm, o que representa uma incerteza de 12,5m, 6,25m e 2,5m, respectivamente, nas escalas 1:50.000, 1:25.000 e 1:10.000 (Digigraf, 1986). A plotadora vetorial do sistema é uma TDD-21R da Digicon com precisão semelhante a da mesa digitalizadora (Digicon, 1986). Se essas incertezas forem associadas aos erros planimétricos admissíveis na cartografia topográfica, ainda assim são gerados valores que se situam além das discrepâncias da tabela para escalas maiores que 1:100.000. Conclui-se então que as fórmulas aproximadas só devem ser utilizadas em trabalhos de precisão em escalas iguais ou menores que 1:100.000, enquanto que para escalas maiores devem ser usadas as fórmulas exatas. Para trabalhos típicos de mapeamento temático, em que as normas rígidas do mapeamento topográfico nem sempre se aplicam, entende-se que as fórmulas aproximadas podem ser utilizadas sem maiores problemas.

Referências

Alves, D. S.; Erthal, G. J.; Câmara, G.; Felgueiras, C. A.; Paiva, J. A. C; Vieira Dias, L. A.; Godoy, M.; Abrahão, A. "Sistemas de Informação Geográfica". XXI Congresso Nacional de Informática, Rio de Janeiro, 1988.

Digicon. "Traçador gráfico TDD-21R, Manual de instalação, operação, interfaceamento e programação". Porto Alegre, 1986.

Digigraf. "Mesa digitalizadora Van Gogh, Manual do Usuário". São Paulo, 1986.

IBGE. "Especificações da carta internacional do mundo ao milionésimo (CIM)". Rio de Janeiro, 1970.

Marble, D. F. "Geographic Information Systems: an Overview". 9th Pecora Symposium on Spatial Information Technologies for Remote Sensing Today and Tomorrow. Sioux Falls, 1984.

Snyder, J. P. "Map projections used by the U.S. Geological Survey. Geological Survey Bulletin n.1532, Washington, 1982.