



AUTORES AUTHORS	PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS		AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY
	OBTENÇÃO DE PERFIS		<i>Roberto Pereira da Cunha</i> Diretor de Sens. Remoto
	MODELOS DIGITAIS DE TERRENO		
	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS		

AUTOR RESPONSÁVEL RESPONSIBLE AUTHOR	DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION	REVISADA POR / REVISED BY
<i>Eni A. Oliveira</i> Eni Alvim de Oliveira	<input type="checkbox"/> INTERNA / INTERNAL <input checked="" type="checkbox"/> EXTERNA / EXTERNAL <input type="checkbox"/> RESTRITA / RESTRICTED	<i>Tania Maria Sausen</i>

CDU/UDC	DATA / DATE
528.711.7	Maio, 1990

TÍTULO/TITLE	PUBLICAÇÃO Nº PUBLICATION NO	ORIGEM ORIGIN	
	INPE-5063-PRE/1589	COT	
AUTORES/AUTHORSHIP	OBTENÇÃO DE PERFIS A PARTIR DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO	PROJETO PROJECT	
		ATCOT	
		Nº DE PAG. NO OF PAGES	ULTIMA PAG. LAST PAGE
		04	03
		VERSÃO VERSION	Nº DE MAPAS NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

O conhecimento de perfis de uma região pode ser útil na determinação de cortes a serem feitos em um terreno, ou no cálculo de linhas de intervisibilidade, um problema típico da área de telecomunicações. Uma linha de perfil de um terreno pode ser determinada a partir da interseção da superfície que representa o terreno com um plano vertical, perpendicular ao plano base da superfície, sendo a localização do plano vertical definida sobre um mapa de isolinhas da região em estudo. Este trabalho descreve a função "PERFIL", desenvolvida para a obtenção de perfis a partir de uma trajetória estabelecida pelo usuário sobre um mapa de isolinhas, e que faz parte do conjunto de funções implementadas no SGI- Sistema de Informações Geográficas, desenvolvido no INPE, baseado em um microcomputador compatível com a linha IBM-PC.

OBSERVAÇÕES / REMARKS

Trabalho apresentado no V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, RN, período de 11 a 15 de outubro de 1988.



## OBTENÇÃO DE PERFIS A PARTIR DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO

Eni Alvim de Oliveira  
Centro de Aplicações de Satélites Ambientais

Carlos Alberto Felgueiras  
Departamento de Processamento de Imagens

Instituto de Pesquisas Espaciais  
Ministério da Ciência e Tecnologia  
Caixa Postal 515, 12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

### RESUMO

O conhecimento de perfis de uma região pode ser útil na determinação de cortes a serem feitos em um terreno, ou no cálculo de linhas de intervisibilidade, um problema típico da área de telecomunicações. Uma linha de perfil de um terreno pode ser determinada a partir da interseção da superfície que representa o terreno com um plano vertical, perpendicular ao plano base da superfície, sendo a localização do plano vertical definida sobre um mapa de isolinhas da região em estudo. Este trabalho descreve a função "PERFIL", desenvolvida para a obtenção de perfis a partir de uma trajetória estabelecida pelo usuário sobre um mapa de isolinhas, e que faz parte do conjunto de funções implementadas no SGI - Sistema de Informações Geográficas, desenvolvido pelo INPE, baseado em um microcomputador compatível com a linha IBM-PC.

### ABSTRACT

Two applications of the determination of profiles in a given region are the calculation of intervisibility lines, a typical problem of the telecommunications area, and the specification of sections to be made in the terrain. A profile can be obtained from the intersection of the surface of the terrain with a vertical plane whose location can be established over a contour map. This paper describes the function "PROFILE", imbedded in the SGI - Geographic Information System, developed at INPE, on a PC - like microcomputer.

### 1. INTRODUÇÃO

O Sistema de Informações Geográficas - SGI possibilita a *geração de um modelo digital de elevação*, que permite uma visualização em três dimensões de amostras esparsas de alguma grandeza física medida ou a visualização de cotas de um terreno, através do traçado de linhas de iso valores. No caso de um terreno, parte-se de um mapa de isolinhas ou de um conjunto de pontos cujas cotas são conhecidas, e faz-se sua *digitalização* através de uma mesa digitalizadora. O passo seguinte consiste na *organização das amostras* em uma estrutura de árvore 2D, que permitirá a otimização da geração do modelo da superfície. A partir dessas amostras organizadas gera-se uma *grade regular retangular*, sobre a qual será feito o trabalho de *geração de isolinhas* e o de interpolação, com vistas à *obtenção do perfil*.

### 2. A FUNÇÃO "PERFIL"

Um perfil consiste na interseção de um plano perpendicular à superfície terrestre com o modelo digital de terreno. Resumidamente, um perfil é gerado dentro do SGI a partir de uma trajetória assinalada pelo usuário sobre um mapa de isolinhas, apresentado na tela de uma UVI (Unidade de Visualização), e é traçado numa outra porção da mesma tela. A metade superior da tela é denominada Janela de Mapas, e mostra o ma-

pa de isolinhas; a metade inferior recebe o nome de Janela de Perfis, e apresenta um ou mais perfis.

Várias facilidades estão disponíveis em apoio ao usuário, tais como mudança de cor dos gráficos, mudança de escala, ampliação do mapa de isolinhas, traçado de um perfil ou de vários perfis sobrepostos, entre outras possibilidades, dentro da filosofia de garantir a maior interação possível.

A função "PERFIL" compõe-se de várias subfunções, listadas a seguir:

- 1 - CARGA DO MAPA DE ISOLINHAS;
- 2 - ZOOM;
- 3 - DEFINIÇÃO DA COR DA LINHA;
- 4 - DEFINIÇÃO DO TIPO DA LINHA;
- 5 - GERAÇÃO DE PERFIL;
- 6 - GRÁFICO (JANELA, INTERVALO DE COTAS e INTERVALO DE DISTÂNCIAS);
- 7 - SAÍDA EM UMA TRACADORA;
- 8 - ARQUIVAMENTO DO PERFIL;
- 9 - APAGAMENTO DA JANELA DE PERFIS.

Assim que o usuário aciona a função PERFIL, o mapa de isolinhas por ele especificado é carregado na Janela de Mapas, mantendo a razão de aspecto, e um menu com as subfunções acima é apresentado no terminal.

Sempre existe no canto superior esquerdo da tela uma área de ajuda, que orienta o usuá-

rio sobre valores válidos a serem fornecidos para a subfunção por ele escolhida.

Cada subfunção é detalhada a seguir.

## 2.1 - CARGA DO MAPA DE ISOLINHAS

Esta subfunção tem por finalidade a colocação de um mapa de isolinhas na Janela de Mapas, em tons de verde, os mais escuros correspondendo às cotas mais baixas, e os mais claros às cotas mais altas; as linhas mestras são apresentadas em cor vermelha.

Inicialmente o usuário define o Plano de Informação com que irá trabalhar, e o intervalo de cotas entre as isolinhas, que deve ser igual a ou um múltiplo do intervalo de cotas original do arquivo de isolinhas. A razão de aspecto do mapa é preservada, através do uso das coordenadas vetoriais do retângulo envolvente da região.

Uma legenda em que constam a cota mínima, a cota máxima e a equidistância entre as linhas é colocada sob o mapa.

## 2.2 - ZOOM

Se o usuário quiser ver em mais detalhe uma porção do mapa de isolinhas apresentado na Janela de Mapas, ele pode fazê-lo através da indicação de dois pontos que são os extremos de uma das diagonais do retângulo que define tal porção. Esta indicação é feita por meio do cursor da mesa digitalizadora.

Como resultado, a área assinalada é mostrada na Janela de Mapas, ocupando todo o espaço possível, porém mantendo a razão de aspecto, sendo as linhas traçadas em cores idênticas às utilizadas no traçado original, ou seja, conservando o degradê de tons de verde. Sobre este novo traçado das isolinhas, o usuário pode definir uma trajetória, utilizando a função GERAÇÃO DO PERFIL, que permitirá a obtenção do perfil desejado.

## 2.3 - DEFINIÇÃO DA COR DA LINHA

A cor desejada para o perfil e para a trajetória deve ser escolhida entre as 7 opções oferecidas na área de ajuda; se nada for informado, os traçados serão feitos na cor branca.

## 2.4 - DEFINIÇÃO DO TIPO DA LINHA

É possível também escolher o tipo da linha em que serão traçados o perfil e a trajetória, entre linha contínua e linha tracejada. Na ausência de informação, o traçado é feito em linha contínua.

## 2.5 - GERAÇÃO DO PERFIL

A primeira ação a ser executada para a geração de um perfil consiste em se indicar uma trajetória sobre o mapa de isolinhas, na Janela de Mapas, que corresponde à interseção entre um plano vertical e a superfície do terreno. A indicação é feita por meio do cursor da mesa digitalizadora, com o usuário assinalando os extremos de cada segmento de reta que define a traje-

tória. As coordenadas vetoriais destes pontos são armazenadas, e traça-se uma reta entre cada par de pontos, na ordem em que foram assinalados, e no tipo e cor de linha que o usuário escolheu.

As cotas dos pontos que definem o perfil são obtidas por interpolação bilinear dos pontos da trajetória no arquivo grade regular, obtido durante a geração do modelo digital do terreno. Para cada segmento de reta da trajetória, interpola-se cada extremo entre os seus quatro vizinhos mais próximos, calcula-se cada interseção do segmento com as linhas e colunas da grade regular, e interpola-se cada interseção destas entre seus dois vizinhos mais próximos, ou na linha, ou na coluna.

Terminado o processo de interpolação, são calculadas as distâncias euclidianas entre os pontos do perfil, cujo traçado se torna assim possível. O traçado é feito na Janela de Perfis, tendo como abscissas as distâncias acumuladas entre os pontos, e como ordenadas as cotas obtidas na interpolação. São utilizados o tipo e a cor da linha anteriormente empregados no traçado da trajetória sobre o mapa de isolinhas. Se o novo perfil tiver um intervalo de cotas ou uma distância entre os pontos extremos maior que os intervalos dos perfis anteriores, todos os perfis são retraçados, na nova escala, correspondente ao último perfil gerado.

## 2.6 - GRÁFICO

A subfunção GRÁFICO ativa um segundo menu, que possibilita ao usuário a definição de uma nova janela para saída dos perfis calculados, bem como a alteração dos intervalos de cotas e de distâncias que definem os eixos vertical e horizontal, respectivamente.

### 2.6.1 - JANELA

Se o usuário quiser mudar o tamanho e/ou a localização dos gráficos na Janela de Perfis, sem mudar o intervalo de cotas ou o de distâncias, ele deve, utilizando o cursor da mesa digitalizadora, assinalar sobre a janela corrente os dois pontos extremos de uma das diagonais que identificam o novo retângulo em que sairão os gráficos. Como resultado, toda a janela corrente é apagada, e os perfis são redesenhados na nova janela definida pelo usuário.

### 2.6.2 - INTERVALO DE COTAS

Por meio desta opção, é possível definir um novo intervalo de cotas para o eixo vertical, que deve estar incluído no intervalo corrente; este intervalo é informado ao usuário através do vídeo, e ele fornece os novos valores para os limites superior e inferior através do teclado. Todos os perfis são traçados na janela corrente, observando o novo intervalo de cotas.

### 2.6.3 - INTERVALO DE DISTÂNCIAS

Por um procedimento semelhante ao de definição do intervalo de cotas, o usuário define um novo intervalo de distâncias para o eixo ho-

rizontal. Todos os perfis são traçados na janela corrente, observando o novo intervalo de distâncias.

#### 2.7 - SAÍDA EM UMA TRAÇADORA DE GRÁFICOS

O último perfil calculado pode ser traçado sobre um papel através desta opção. O tamanho máximo da superfície de visualização é apresentado ao usuário, e ele informa via teclado os novos tamanhos para os eixos horizontal e vertical do gráfico. Existem pausas para que a pena seja trocada, opcionalmente, no instante do traçado dos eixos, e no instante do traçado do perfil, de maneira que o usuário tenha a possibilidade de associar o gráfico traçado na traçadora com o gráfico apresentado na UVI.

#### 2.8 - ARQUIVAMENTO DO PERFIL

Os dados gerados na obtenção do perfil podem ser gravados em um arquivo com nome definido pelo usuário, e contendo as coordenadas dos pontos (abscissa, ordenada e cota) e a distância acumulada entre eles. Pode ser gravado um arquivo só dos pontos da trajetória, ou dos pontos da trajetória com os pontos interpolados do perfil.

#### 2.9 - APAGAMENTO DA JANELA DE PERFIS

É possível apagar toda a Janela de Perfis, ou apenas o último perfil traçado. Se for apagada toda a janela, a janela original, ocupando toda a metade inferior da tela da UVI, é restaurada; se for apagado apenas o último perfil, a janela corrente é mantida.

#### 3. CONCLUSÃO

A função "PERFIL" se encontra implementada no SGI na forma em que está aqui descrita, e poderão ser efetuados melhoramentos à medida que novas necessidades surgirem.

#### 4. AGRADECIMENTOS

Agradece-se aos Srs. Guaraçi J. Erthal e João A.C. Paiva, pela colaboração e pelas informações prestadas que auxiliaram o desenvolvimento do subsistema objeto deste trabalho, e ao Sr. Diógenes S. Alves, que participou da fase de especificação do mesmo. São devidos também agradecimentos à Sra. Célia Regina Rosa, pela datilografia deste texto.

O subsistema aqui descrito faz parte do Sistema de Informações Geográficas - SGI, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais/Departamento de Processamento de Imagens, em convênio com o Ministério do Exército/Diretoria de Serviços Geográficos.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

FELGUEIRAS, C. *Desenvolvimento de um sistema de modelagem digital de terreno para micro-computadores*. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada. São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais, 1987. (INPE-4406-TDL/303).

SGI - Sistema de Informações Geográficas. *Manual do Usuário*. São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais, 1987.