

Tutorial do IDRISI Taiga



Agosto de 2009
J. Ronald Eastman

Clark Labs
Clark University
950 Main Street
Worcester, MA
01610-1477 USA

tel: +1-508-793-7526
fax: +1-508-793-8842
e-mail: clarklabs@clarku.edu
web: www.clarklabs.org

Código fonte do IDRISI
© 1987-2009
J. Ronald Eastman

IDRISI Production
© 1987-2009
Clark University

Tutorial da versão 16.02



©2009 by Graduate School of Geography, Clark University.

Este texto é parte integrante de:

EASTMAN, J. R. 2009. *IDRISI Taiga Tutorial*. Worcester-MA, Graduate School of Geography, Clark University. 333p.

A tradução para o português é uma iniciativa do Centro de Recursos Idrisi para os Países de Língua Portuguesa e Clarklabs não tem qualquer responsabilidade sobre essa tradução.

Tradução:

André Schneider
Eliseu Weber
Heinrich Hasenack
Tatiana Silva da Silva

Colaboradores que auxiliaram na tradução de versões anteriores, parcialmente aproveitadas nesta edição:

Élvio Giasson
Fernando José de França
Rodrigo Agra Balbuena

Revisão técnica e editoração:

Heinrich Hasenack
Eliseu Weber

Realização:

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências - Centro de Ecologia
Laboratório de Geoprocessamento - Centro de Recursos Idrisi
Av. Bento Gonçalves, 9.500, prédio 43411, sala 203
Caixa postal, 15007
CEP 91.501-970 Porto Alegre – RS, Brasil
Tel.: (051) 3308 6909
Fax: +55 (51) 3308 7307
e-mail: hhasenack@ufrgs.br
<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>

Eastman, J. R.

Tutorial do IDRISI Taiga. J. Ronald Eastman. Editores da versão em português: Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre, UFRGS - IB - Centro de Ecologia. 2010.

Palavras-chave: 1. Sistemas de informação geográfica; 2. Geoprocessamento; 3. GIS; 4. SIG;

I. Eastman, J.R. II. Título

Todos os direitos reservados. Reprodução, mesmo parcial, proibida sob qualquer forma ou meio, sem autorização por escrito do editor.

Índice

Introdução.....	1
Tutorial Parte 1: Usando o IDRISI.....	2
Exercício 1-1 - O ambiente do IDRISI	3
Iniciando	3
IDRISI Explorer.....	3
Projetos	3
Nota especial para instrutores.....	4
Caixas de diálogo e listas de seleção	5
As barras de status e de ferramentas.....	6
Organização do Menu.....	7
Composer e navegação	8
Alternativas de visualização gráfica.....	8
Limpeza.....	9
Exercício 1-2 - Visualização: Layers (Camadas) e Group Files (Grupos de arquivos)	10
Visualização de layers (camadas)	10
Grupos de arquivos.....	12
Grupos de camadas raster.....	12
Visualização de camadas raster com o IDRISI Explorer	13
Exercício 1-3 - Efeitos de interação entre layers (camadas)	15
Misturas.....	15
Transparência	16
Composições	16
Anaglifos	17
Exercício 1-4 - Visualização de superfícies – Fly Through (sobrevôo) e Illumination (iluminação).....	19
Fly Through (Sobrevôo).....	19
Só por diversão	20
Illuminate (Iluminação).....	20
Exercício 1-5 - Consultando o mapa.....	22
Propriedades das feições.....	22
Group Linked Zoom (Zoom vinculado a grupo).....	23
Placemarks (áreas pré-definidas)	23
Exercício 1-6 - Composição de mapas.....	25
Componentes do mapa.....	25
Map Window (Janela de Mapa).....	25
Layer Frame (Moldura de camada)	25
Legends (Legendas)	25
Scale Bar (Barra de escala)	25
North Arrow (Seta de Norte).....	25
Titles (Títulos)	25
Text Frame (Moldura de texto)	25
Graphic Insets (Inserções gráficas)	26

Map Grid (Grade de mapa).....	26
Backgrounds (Fundos).....	26
Construindo a composição.....	26
Modificando a Composição.....	27
Salvando e imprimindo a composição.....	28
Notas finais importantes sobre impressão e composições.....	29
Exercício 1-7 - Tabelas de cores, símbolos e camadas de texto.....	30
Criando tabelas de cores para camadas raster.....	30
Criando arquivos de símbolo para camadas vetoriais.....	30
Digitalizando camadas de texto.....	31
Camadas de foto.....	32
Exercício 1-8 - Estrutura de dados e escalonamento.....	34
Exercício 1-9 - Database Workshop (Oficina de bancos de dados): trabalhando com camadas vetoriais.....	40
Exercício 1-10 - Database Workshop (Oficina de bancos de dados): análise e SQL.....	44
Filtrar.....	44
Calcular.....	45
SQL Avançado.....	45
Desafio.....	45
Exercício 1-11 - Oficina de bancos de dados: criação de camadas de texto/visibilidade de camadas.....	47
Exportação de camadas de texto.....	47
Visibilidade da camada.....	47
Exercício 2-1 - Modelagem cartográfica.....	49
Exercício 2-2 - Consultas à base de dados.....	51
Usando o Macro Modeler com este exercício.....	58
Usando Image Calculator (Calculadora para imagens) para este exercício.....	60
Respostas.....	60
Exercício 2-3 - Operadores de distância e de contexto.....	62
O critério declividade.....	63
O critério faixa-tampão (buffer) de reservatório.....	64
O critério uso do solo.....	66
Combinando os três critérios booleanos.....	66
O critério de área mínima.....	67
Respostas.....	68
Exercício 2-4 - Explorando o potencial do Macro Modeler.....	70
Usando o Macro Modeler para explorar cenários do tipo “e se”.....	70
Submodelos.....	70
Modelagem dinâmica e Dynalinks.....	71
Processamento em lote usando DynaGroups.....	72
Modelando processos iterativos usando Dynagroups e Dynalinks.....	73
Opcional: análises automáticas com macros.....	73
Respostas.....	76

Exercício 2-5 - Distâncias de custo e caminhos de menor custo.....	77
Respostas	81
Exercício 2-6 - Álgebra com mapas.....	82
Problema opcional.....	88
Respostas	88
Exercício 2-7 - Avaliação Multicritério - Desenvolvimento de Critérios e a Abordagem	
Booleana.....	90
Dados originais e desenvolvimento de critérios	91
Restrições.....	91
Fatores.....	92
A abordagem Booleana.....	93
Padronização Booleana de fatores	93
Avaliando a abordagem Booleana	95
Importância do critério	95
Contiguidade espacial e tamanho do local	96
Respostas	96

Introdução

Os exercícios deste Tutorial estão organizados para propiciar uma abordagem estruturada de SIG, processamento de imagens e técnicas de análise geográfica que o IDRISI oferece. Os exercícios estão divididos da seguinte forma:

Utilizando o IDRISI

Os exercícios desta seção introduzem as terminologias e operações fundamentais do IDRISI, incluindo a configuração de preferências do usuário, visualização e composição de mapas e manuseio de bancos de dados no *Database Workshop* (Oficina de Bancos de Dados).

Exercícios Introdutórios de SIG

Este conjunto de exercícios proporciona uma introdução às ferramentas analíticas mais fundamentais de SIG *raster*. Utilizando estudos de caso, o tutorial explora consultas à base de dados, operadores de distância e de contexto, álgebra de mapas e o uso de modelos cartográficos, e introduz o ambiente de modelagem gráfica *Macro Modeler* para organizar análises. Os exercícios finais nesta seção exploram a tomada de decisão por critérios múltiplos e por objetivos múltiplos e o uso do *Decision Wizard* no IDRISI.

Exercícios Avançados de SIG

Os exercícios desta seção ilustram uma gama de possibilidades para análises espaciais avançadas usando o IDRISI. Elas incluem modelagem de regressão, modelagem preditiva usando análise de Cadeia de Markov, incerteza na base de dados e risco de decisão, geoestatística e modelagem de perda de solo com a RUSLE.

Exercícios Introdutórios de Processamento de Imagens

Este conjunto de exercícios conduz o usuário através dos processos fundamentais de classificação de imagens de satélite, usando técnicas de classificação supervisionadas e não supervisionadas.

Exercícios Avançados de Processamento de Imagens

Nesta seção as técnicas exploradas no conjunto de exercícios prévios são expandidas para incluir questões de incerteza na classificação e classificação de pixels mistura. O IDRISI oferece um conjunto de ferramentas avançadas para processamento de imagens e este conjunto de exercícios destaca seu uso. O exercício final enfoca índices de vegetação.

Exercícios com o *Land Change Modeler*

Este conjunto de exercícios explora o *Land Change Modeler* do IDRISI, uma aplicação integrada vertical para analisar mudanças passadas na cobertura do solo, modelar o potencial para mudanças, prever o curso da mudança no futuro, avaliar as implicações dessa mudança para a biodiversidade e avaliar intervenções de planejamento para manter a sustentabilidade ecológica.

Exercícios com o *Earth Trends Modeler*

Este conjunto de exercícios explora o *Earth Trends Modeler*, outra aplicação vertical do IDRISI para a análise de séries temporais de imagens. O *Earth Trends Modeler* inclui um conjunto coordenado de ferramentas de mineração de dados para a extração de tendências e determinantes subjacentes da variabilidade.

Exercícios de Desenvolvimento de Bases de Dados

A seção final do Tutorial disponibiliza três exercícios aplicados a questões de desenvolvimento de bases de dados. Reamostragem e projeção de dados são ilustrados e alguns planos de informação comumente disponíveis são importados.

Nós recomendamos que você complete os exercícios seguindo a ordem na qual eles são apresentados dentro de cada seção, embora isso não seja estritamente necessário. O domínio de conceitos apresentados em exercícios anteriores, entretanto, é assumido em exercícios subsequentes. Todos os usuários que não estão familiarizados com o IDRISI devem completar o primeiro conjunto de exercícios chamado de Utilizando o IDRISI. Além disso, para um usuário novato em SIG e em processamento de imagens é recomendável completar também os exercícios das seções Exercícios Introdutórios de SIG e Exercícios Introdutórios de Processamento de Imagens, deixando os exercícios avançados para um outro momento mais tarde. Usuários já familiarizados com o IDRISI podem executar um exercício particular que seja de seu interesse em qualquer momento. Em apenas alguns casos, é importante observar que os resultados de um exercício podem ser necessários para o exercício subsequente.

Enquanto estiver trabalhando nestes exercícios, você poderá acessar a seção *Program Modules* (Módulos do programa) no *Help System* (Sistema de ajuda) sempre que encontrar um novo módulo. Você também pode consultar a seção *Glossary* (Glossário) para esclarecer termos que não lhe são familiares.

Quando é requerida uma ação no computador, a seção correspondente é indicada por uma letra. Ao longo da maioria dos exercícios, questões numeradas também aparecem. Estas questões oferecem uma oportunidade para reflexão e auto-avaliação sobre os conceitos recém-estudados ou operações recém-executadas. As respostas corretas às questões aparecem no final de cada exercício.

Durante a realização de um exercício, examine cada resultado (mesmo os intermediários) através da sua visualização. Caso o resultado não esteja de acordo com o esperado, pare e repense sobre o que você fez. A análise geográfica pode estar ligada a operações em cascata, cada qual dependendo da anterior. Como resultado, podem haver becos sem saída, muito parecido com o que acontece em um jogo de aventura. Além disso, os erros acumulam-se rapidamente. Seu maior seguro contra isso é pensar cuidadosamente sobre o resultado esperado e então examinar cada produto para ver se ele preenche as expectativas.

Os dados necessários para o Tutorial são instalados junto com o Idrisi em um conjunto de pastas, uma para cada seção do Tutorial comentada acima. A pasta de dados necessária é indicada no início de cada seção.

Assim como com toda a documentação que acompanha o IDRISI, seus comentários e sugestões para melhorar o Tutorial serão bem-vindos.

Tutorial Parte 1: Usando o IDRISI

O ambiente do IDRISI

Visualização: *Layers* (camadas) e *Group Files* (Grupos de arquivos)

Visualização: Efeitos de interação entre *layers* (camadas)

Visualização: Superfícies – *Fly Through* (Sobrevôo) e *Illumination* (Iluminação)

Visualização: *Navigating Map Query* (Navegando consultas ao mapa)

Composição de Mapas

Palettes (tabelas de cores), Símbolos e criação de *layers* (camadas) de texto

Estruturas de dados e escala

Database Workshop (Oficina de bancos de dados): trabalhando com *layers* (camadas) vetoriais

Database Workshop (Oficina de bancos de dados): Análise e SQL

Database Workshop (Oficina de bancos de dados): Criação de *layers* (camadas) de texto/visibilidade do *layer* (camada)

Os dados para os exercícios desta seção são instalados por *default* (padrão) em uma pasta chamada `\IDRISI Tutorial\Using IDRISI` no mesmo *drive* no qual a pasta do IDRISI foi instalada. Todavia, isso pode ser personalizado durante a instalação do programa IDRISI indicando-se o caminho desejado.

Exercício 1-1 - O ambiente do IDRISI

Iniciando

- a) Para iniciar o IDRISI clique duas vezes sobre o ícone do aplicativo IDRISI Taiga. Isso carregará o sistema do IDRISI.

Uma vez que o sistema tenha sido carregado, note que a tela possui quatro componentes distintos. No topo nós temos o menu principal. Logo abaixo encontramos a barra de ferramentas de ícones que podem ser usados para controlar a visualização e o acesso às funções mais comumente usadas. Abaixo desta está a área de trabalho principal e, seguida da barra de status, na base da tela.

Dependendo da sua configuração do *Windows*, você também poderá ter uma barra de tarefas do *Windows* na parte bem inferior da tela. Se a resolução da tela de seu computador for um pouco baixa (por exemplo, 1024 x 768), você eventualmente pode mudar as configurações da barra de tarefas do *Windows* para auto-ocultar¹. Isso lhe dará algum espaço extra para a visualização de mapas – sempre uma comodidade essencial em SIG.

Agora mova o cursor sobre os ícones da barra de ferramentas. Note que um pequeno rótulo surge abaixo de cada ícone para informar sua função. Isso é chamado de *dica*. Várias outras feições da interface do IDRISI também incorporam dicas.

IDRISI Explorer

- b) Clique no menu *File* (Arquivo) e escolha a opção *IDRISI Explorer*. Esta opção abrirá o gerenciador de ambiente e de arquivos do IDRISI. Note que você também pode acessar este mesmo módulo clicando no primeiro ícone da esquerda na barra de ferramentas.

O *IDRISI Explorer* é uma ferramenta de propósito geral para gerenciar e manusear os arquivos e projetos no IDRISI. Use o *IDRISI Explorer* para configurar o ambiente de seus projetos, gerenciar os seus grupos de arquivos, revisar os metadados e organizar seus dados com ferramentas como os comandos *copy* (copiar), *delete* (excluir), *rename* (renomear) e *move* (mover). Você também pode usar o *IDRISI Explorer* para visualizar a estrutura dos formatos de arquivos do IDRISI e para arrastar e soltar os arquivos nas caixas de diálogo dos diferentes módulos. O *IDRISI Explorer* fica permanentemente ancorado no lado esquerdo da área de trabalho do IDRISI. Ele não pode ser movido, mas pode ser minimizado e redimensionado horizontalmente sempre que for necessário ampliar o espaço de trabalho. Iremos explorar os vários usos do *IDRISI Explorer* ao longo dos exercícios seguintes.

Projetos

- c) Com o *IDRISI Explorer* aberto, selecione a aba *Projects* (Projetos) no topo do *IDRISI Explorer*. Essa opção permite que você configure o ambiente do projeto de suas pastas de arquivos. Certifique-se de que o painel *Editor* está aberto na parte inferior do painel *Projects*. Se você clicar com o botão direito do mouse em qualquer local do formulário *Projects*, você terá a opção de ligar ou desligar a opção *Show Editor* (exibir o Editor). O painel *Editor* mostrará uma entrada chamada *Working Folder* (pasta de trabalho) e poderá mostrar várias entradas chamadas *Resource Folders* (pastas de recursos, auxiliares) para cada projeto.

Durante a instalação do IDRISI é criado um projeto inicial chamado “*Default*”. Certifique-se de que você selecionou este projeto clicando sobre ele, o que irá realçar o nome em azul e ativará o marcador branco situado do seu lado esquerdo.

Um projeto é uma organização de arquivos de dados, tanto dos dados de entrada que você irá usar quanto dos arquivos de saída que você irá criar. O elemento mais fundamental do projeto é a pasta de trabalho (*Working Folder*). A pasta de trabalho é o local onde você geralmente irá encontrar a maior parte dos seus dados de entrada

¹ Isso pode ser feito clicando com o botão direito do mouse sobre o menu *Start* (Iniciar) do *Windows*, selecionando a opção *Properties* (Propriedades) e na aba *Task bar* (Barra de tarefas) da janela seguinte marcando a opção *Automatically hide task bar* (ocultar automaticamente a barra de tarefas).

e onde você irá gravar a maioria dos resultados de suas análises². Na primeira vez que o IDRISI é executado, a pasta de trabalho (*Working Folder*) é automaticamente definida como:

c:\IDRISI Tutorial\Using Idrisi

- d) Se ainda não está configurado desta maneira, mude a pasta de trabalho para a descrita acima³. Para mudar a pasta de trabalho, ao lado da entrada *Working Folder* (pasta de trabalho) digite o caminho desejado ou use o botão *Browse* (Buscar) à direita para procurar e selecionar a pasta *Using Idrisi*.

Além da pasta de trabalho, você também pode usar qualquer quantidade de pastas auxiliares chamadas de *Resource Folders* (Pastas de Recursos). Uma pasta de recursos é qualquer pasta a partir da qual você pode ler dados, mas na qual você normalmente não irá gravar dados.

Para esse exercício, defina uma pasta de recursos:

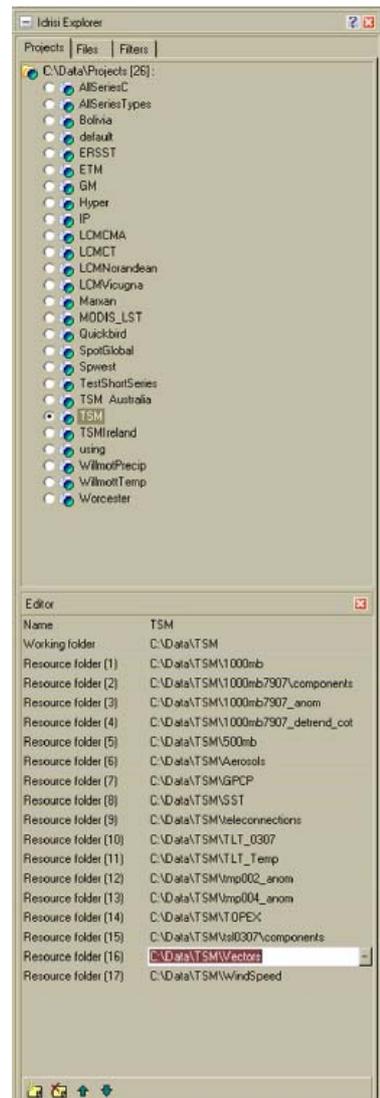
c:\IDRISI Tutorial\Introductory GIS

Se isto não está corretamente configurado, use o ícone *New Folder* (Nova pasta) na parte inferior do painel *Editor* para especificar a pasta de recurso correta. Note que para remover pastas você deve selecioná-las na lista primeiro e então clicar no ícone *Remove Folder* (Remover pasta) na parte inferior do *Editor*.

- e) O projeto deve agora mostrar c:\IDRISI Tutorial\Using Idrisi como *Working Folder* (pasta de trabalho) e c:\IDRISI Tutorial\Introductory GIS como *Resource Folder* (Pasta de Recursos). As suas configurações são automaticamente salvas em um arquivo chamado DEFAULT.ENV (a extensão .env corresponde a um *Project Environment File* – Arquivo de Gerenciamento de Projeto). À medida que novos projetos forem criados, você pode usar a aba *Projects* (Projetos) do *IDRISI Explorer* para recarregar as configurações de cada projeto sempre que necessitar.

O IDRISI mantém suas configurações de projeto de uma sessão de uso do programa para outra. Assim, elas somente mudarão se forem intencionalmente alteradas. Como consequência, não é necessário salvar explicitamente suas configurações de projeto, a menos que você ao longo do tempo crie diversos projetos e queira ter uma forma rápida de alternar entre eles.

- f) Agora clique na aba *Files* (Arquivos) do *IDRISI Explorer*. Você agora está pronto para começar a explorar o sistema IDRISI. Nós iremos discutir o *IDRISI Explorer* em maior profundidade mais tarde, mas a partir da aba *Files* (Arquivos) você verá uma lista de todos os arquivos contidos na sua pastas de trabalho (*Working Folder*) e nas pastas de recursos (*Resource Folders*).



Os dados para os exercícios encontram-se instalados em várias pastas. A introdução para cada seção do Tutorial indica as pastas específicas que você necessita acessar. Sempre que você iniciar uma nova seção do Tutorial, preste atenção para especificar as pastas de acordo com o exercício em questão.

Nota especial para instrutores

Em situação cotidiana, geralmente a pasta de trabalho (*Working Folder*) é usada tanto para entrada quanto para saída de dados. Entretanto, se vários estudantes forem utilizar os mesmos dados para aulas práticas em um laboratório, convém estruturar o projeto da seguinte maneira:

Working Folder (pasta de trabalho): uma pasta específica para receber todos os dados que forem produzidos pelos estudantes. No caso de várias turmas usarem o mesmo laboratório, recomenda-se criar uma pasta de trabalho para cada turma e depois especificá-la na aba *Projects* (projetos) por ocasião da aula respectiva.

² Você sempre pode indicar um caminho de entrada e de saída diferente digitando o caminho completo na caixa de diálogo do nome do arquivo ou usando o botão *Browse* (Navegar) e selecionando outra pasta.

³ Essas instruções assumem que as pastas padrão do IDRISI foram aceitas durante a instalação do programa. Se você escolheu instalar os dados do Tutorial em algum outro local durante a instalação ou se você moveu os dados para outro local após a instalação, ajuste estas instruções para o caminho correto.

Resource Folders (pastas de recursos): a(s) pasta(s) onde os dados originais do exercício tutorial ficarão armazenados, servindo apenas para leitura dos dados de entrada, reduzindo assim o risco de se eliminar ou substituir inadvertidamente os arquivos durante seu uso.

Note que todos os arquivos pertencentes a grupos de arquivos *raster* (.rgf), *vector* (.vtx) ou *signature* (.sgf) precisam estar na mesma pasta. Quando um exercício demanda aos estudantes a adição de novos arquivos da pasta de trabalho (*Working Folder*) a um desses grupos, eles devem primeiro copiar todos os arquivos a serem agrupados da pasta de recursos (*Resource Folder*) onde se encontram para a pasta de trabalho (*Working Folder*).

Caixas de diálogo e listas de seleção

Cada uma das entradas do menu e vários ícones da barra de ferramentas acessam módulos específicos do IDRISI. Um módulo é um elemento de programa independente que realiza uma operação específica. Clicar em uma entrada no menu resulta na abertura de uma caixa de diálogo (ou janela) na qual você pode especificar os dados de entrada para essa operação e as várias opções que você deseja usar.

g) Existem três maneiras de abrir as caixas de diálogo dos módulos do IDRISI. Os módulos mais comumente usados têm ícones na barra de ferramentas. Clique no ícone *Display* (Visualização) para abrir a caixa de diálogo do *DISPLAY Launcher*. Feche a caixa de diálogo clicando no no canto superior direito da janela. Agora vá para o menu *Display* (Visualização) e clique na entrada do *DISPLAY Launcher* (Visualizador). Feche a caixa de diálogo novamente. Finalmente, você também pode acessar uma lista em ordem alfabética de todos os módulos do IDRISI através do atalho, localizado na parte superior da janela do IDRISI. O atalho se manterá aberto até que você escolha o comando *Turn Shortcut Off* (Desligar atalho) logo abaixo do menu *File* (Arquivo). Clique na seta preta do lado direito do atalho e role para baixo até achar o *DISPLAY Launcher* (Visualizador), então clique nele e depois na seta verde *Open Dialog* (Abrir caixa de diálogo) à direita do atalho, ou simplesmente pressione *Enter*. Note que você também pode digitar o nome do módulo diretamente na caixa do atalho. Ao longo dos exercícios tutoriais, você usualmente será instruído a buscar o nome dos módulos através do menu para reforçar o seu conhecimento sobre a forma como o módulo está sendo usado. A caixa de diálogo será a mesma, independente da forma como foi aberta.

h) Note que há três botões na parte inferior da caixa de diálogo do *DISPLAY Launcher* (Visualizador). O botão *OK* é usado depois que todas as opções foram configuradas e você está pronto para que o módulo seja executado. Por padrão, as caixas de diálogo do IDRISI são persistentes, ou seja, a caixa de diálogo não desaparece quando você clica *OK*. Ela executa seu trabalho, mas se mantém na tela com todas as configurações caso você queira realizar uma análise similar. Se você preferir que a caixa de diálogo feche imediatamente após clicar *OK*, você pode entrar na opção *User Preferences* (Preferências do usuário) abaixo do menu *File* (Arquivo) e desligue a opção *Enable Persistent Dialogs* (Habilitar caixas de diálogo persistentes). A única exceção a essa regra é a caixa de diálogo do *DISPLAY Launcher* (Visualizador), que nunca é persistente.

Se a opção *Enable Persistent Dialogs* (Habilitar caixas de diálogo persistentes) estiver ligada, o botão à direita do botão *OK* será rotulado como *Close* (Fechar). Clicando nele, a caixa de diálogo é fechada e todos os parâmetros que você configurou serão cancelados. Se a forma persistente é desabilitada, este botão será rotulado como *Cancel* (Cancelar). Entretanto, a ação é a mesma, a operação é abortada e a caixa de diálogo é fechada.

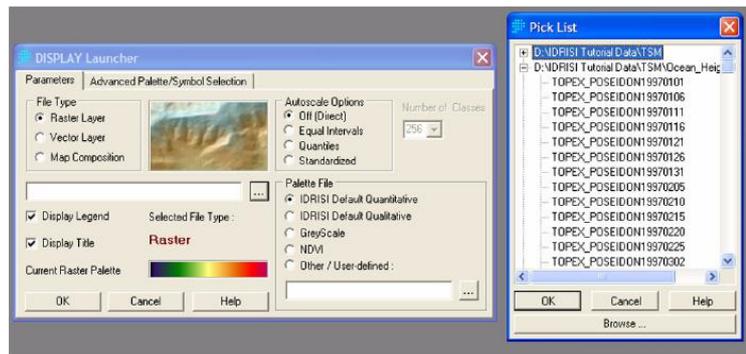
i) O botão *Help* (Ajuda) pode ser usado para acessar um sistema de ajuda direcionado. Você provavelmente deve ter notado que o menu principal também tem um botão *Help* (Ajuda). Ele pode ser usado para acessar o Sistema de Ajuda do IDRISI no seu nível mais geral. Entretanto, usando o botão de ajuda de uma caixa de diálogo você irá acessar diretamente a seção de ajuda específica para o módulo correspondente. Tente fazer isso agora. Depois feche a janela *Help* (Ajuda) clicando no botão no seu canto superior direito.

O Sistema de Ajuda não duplica as informações constantes no manual. Ao contrário, ele é um suplemento, servindo como referência técnica básica para módulos específicos. Além de fornecer instruções para a operação de um módulo, explicando suas opções, o Sistema de Ajuda também fornece várias dicas e notas úteis sobre a implementação dos seus procedimentos no sistema IDRISI.

As caixas de diálogo são basicamente construídas sobre elementos padrão do *Windows*, como caixas de entrada (as caixas brancas) nas quais pode ser digitado texto, botões de seleção, *check boxes* (caixas de checagem, como aquelas para indicar se um mapa deve ser visualizado com ou sem legenda), botões, entre outros. Entretanto, o IDRISI incorpora ainda alguns elementos de diálogo especiais para facilitar o uso do sistema.

j) No *DISPLAY Launcher* (Visualizador), certifique-se de que o item *File Type* (Tipo de arquivo) esteja especificado como *raster layer* (camada matricial). Então, clique no botão de busca situado à direita da caixa entrada (o espaço em branco). Isso abre uma lista de seleção, uma ferramenta especialmente desenhada que o IDRISI utiliza em várias operações.

A lista de seleção mostra os nomes das camadas de mapas existentes nas diversas pastas de um projeto. Note que a pasta de trabalho aparece primeiro, seguida das pastas de recursos. A lista de seleção sempre abre com a pasta de trabalho expandida e as pastas de recurso recolhidas. Para expandir uma pasta recolhida, clique no sinal à esquerda do nome da pasta. Para recolher uma pasta que se encontra expandida, clique no sinal à esquerda do nome da pasta. Quando uma pasta é exibida sem um símbolo ou ao lado isso significa que a pasta não contém arquivos do tipo requerido para a caixa de entrada em questão. Note que você também pode acessar outras pastas usando o botão *Browse* (Buscar).



k) Recolha e expanda as duas pastas. Como a lista de seleção foi acionada a partir de uma caixa de entrada requerendo o nome de um arquivo *raster* (matricial), a lista apresenta todos os arquivos *raster* existentes em cada pasta. Agora expanda a pasta de trabalho (*Working Folder*). Procure a camada *raster* chamada SIERRADEM e clique nela. Depois clique no botão *OK* da lista de seleção. Note que o nome SIERRADEM agora aparece na caixa de entrada no *DISPLAY Launcher* (Visualizador) e a lista de seleção desapareceu⁴.

Note que um duplo clique em uma camada da lista de seleção alcançará o mesmo resultado acima. Da mesma forma, um duplo clique na caixa de entrada é um meio alternativo para acionar a lista de seleção.

l) Agora que selecionamos a camada a ser visualizada, precisamos escolher uma *palette* (tabela de cores) apropriada (uma seqüência de cores a ser usada na exibição de uma imagem *raster*). Na maioria dos casos, você poderá usar uma das *palettes* (tabelas de cores) padrão disponíveis nos botões de seleção. Entretanto, você aprenderá mais tarde que é possível criar um número virtualmente infinito de *palettes* (tabelas de cores). Neste momento, a *palette* (tabela de cores) *IDRISI Default Quantitative*, já selecionada pelo padrão do programa, é a *palette* (tabela de cores) que vamos usar.

m) Note que o item *Autoscale Options* (Opções de autoescalonamento) está automaticamente especificado para *Equal intervals* (Intervalos iguais) pelo sistema de visualização. Isso será explicado com maior detalhe em um exercício subsequente. Entretanto, por agora é suficiente saber que autoescalonamento é um procedimento pelo qual o sistema determina a correspondência entre valores numéricos da sua imagem (SIERRADEM) e as cores na sua *palette* (tabela de cores).

n) As caixas de seleção para *Legend* (Legenda) e *Title* (Título) são autoexplicativas. Para esta ilustração, certifique-se que estas duas caixas também estejam selecionadas e finalmente clique *OK*. A imagem então aparecerá na tela.

Esta imagem é um Modelo Digital de Elevação (*Digital Elevation Model* - DEM) de uma área na Espanha.

As barras de status e de ferramentas

A barra de *status* na parte inferior da tela é usada basicamente para fornecer informações sobre uma janela de mapa.

o) Mova o cursor sobre a janela do mapa que você acabou de abrir. Note como a barra de *status* atualiza continuamente as posições de linhas e colunas bem como as coordenadas X e Y da posição do cursor. Note também o que acontece quando o cursor é movido para fora da janela do mapa.

Todos os mapas irão exibir as posições X e Y do cursor – coordenadas representando a posição no terreno em um sistema de referência geográfico específico (Universal Transversa de Mercator, nesse caso). Entretanto, somente camadas *raster* (matriciais) indicam uma referência de linha e coluna (isso será discutido mais adiante).

Note também a informação *Representative Fraction* (Fração representativa - RF) à esquerda da barra de status. A RF expressa a escala atual do mapa (como visto na tela) como uma fração de redução da realidade. Por exemplo, uma RF = 1/5000 indica que o mapa visualizado está exibindo o terreno 5000 vezes menor do que a realidade.

p) Assim como os campos de posição do cursor, o campo RF é continuamente atualizado. Para ter uma noção disto, clique no ícone *Full Extent Maximized* (Expansão máxima). Para encontrar o ícone, mova o cursor sobre os

⁴ Note que quando nomes de arquivos de entrada são selecionados a partir da lista de seleção ou digitadas sem se especificar o caminho completo, o IDRISI procura primeiro na pasta de trabalho (*Working Folder*) e depois em cada uma das pastas de recursos (*Resource Folders*), até encontrá-lo. Assim, se existirem arquivos com o mesmo nome na pasta de trabalho e em uma ou mais pastas de recursos, o arquivo selecionado será o que está na pasta de trabalho.

ícones da barra de ferramentas pausando brevemente em cada um a fim de poder ver seu rótulo. Note que após acionar esse ícone a RF muda. Depois clique no ícone *Full Extent Normal* (Expansão normal). Essas funções também são ativadas pelas teclas *End* (Fim) e *Home* (Início) do teclado. Pressione a tecla *End* e depois a tecla *Home*.

Você pode configurar uma RF específica clicando com o botão direito sobre a janela do mapa. Selecione a opção *Set specific RF* (Usar escala específica). Uma caixa de diálogo permitirá que você digite uma RF específica. Clicando *OK* a imagem será exibida nessa escala específica.

Como indicado anteriormente, vários dos ícones da barra de ferramentas abrem caixas de diálogo dos módulos, da mesma maneira que o sistema de menu. Entretanto, alguns deles são especificamente projetados para acessar feições interativas do sistema de visualização, tais como os dois que você acabou de explorar. Dois outros ícones interativos são as ferramentas de medida de comprimento e de zona.

- q) Clique no ícone *Measure Length* (Medir comprimento) localizado próximo ao centro dos ícones superiores e representado por uma barra de rolagem. Então, mova o cursor na imagem SIERRADEM e clique com o botão esquerdo para começar a medir um comprimento. À medida que você move o cursor em qualquer direção, uma caixa de diálogo interativa registra o comprimento e o azimute ao longo da extensão da linha. Se você continuar clicando com o botão esquerdo, você pode adicionar segmentos que serão somados ao comprimento do segmento original. Um clique com o botão direito encerra a medição.

Clique no ícone *Measure Zone* (Medir zona), localizado à direita do ícone *Measure Length* (Medir comprimento). Depois clique com o botão esquerdo em qualquer lugar na imagem e mova o cursor. À medida que você arrasta o cursor, um círculo é desenhado com uma caixa de diálogo interativa mostrando o raio e a área do círculo. Um clique com o botão direito também encerra este processo.

Organização do Menu

O menu principal tem nove seções: *File* (Arquivo), *Display* (Visualização), *GIS Analysis* (Análise espacial), *Modeling* (Modelagem), *Image Processing* (Processamento de imagens), *Reformat* (Reformatação), *Data Entry* (Entrada de dados), *Window List* (Lista de janelas) e *Help* (Ajuda). Em conjunto, elas fornecem acesso a mais de 200 módulos analíticos, além de funções especializadas. A intenção dos menus *Display* (Visualização), *Data Entry* (Entrada de dados), *Window List* (Lista de janelas) e *Help* (Ajuda) é evidente, mas os outros merecem alguma explicação. Como o nome sugere, o menu *File* (Arquivo) contém uma série de utilidades para importação, exportação e organização de arquivos de dados. Entretanto, como é tradicional em programas para *Windows*, o menu *File* também é onde você configura suas preferências de usuário.

- r) Abra a caixa de diálogo *User Preferences* (Preferências do usuário) a partir do menu *File* (Arquivo). Discutiremos várias dessas opções mais tarde. Por enquanto, clique na aba *Display Settings* (Configurações de visualização) e então no botão *Revert to Defaults* (Reverter para padrão) para garantir que as suas configurações estão especificadas apropriadamente para este exercício. Clique *OK*.

O menu *Reformat* (Reformatação) contém uma série de módulos para o propósito de converter dados de um formato para outro. É aqui, por exemplo, que se encontram rotinas para conversão entre os formatos *raster* (matricial) e vetorial, mudança de projeção e sistema de referência, generalização de dados espaciais e extração de subconjuntos.

Os menus *GIS Analysis* (Análise espacial) e *Image Processing* (Processamento de imagens) contêm a maior parte dos módulos. O menu *GIS Analysis* tem de dois a quatro níveis, com sua organização principal no segundo nível. As primeiras quatro entradas nesse segundo nível representam o núcleo das análises espaciais em SIG: *Database Query* (Consultas à base de dados), *Mathematical Operators* (Operadores matemáticos), *Distance Operators* (Operadores de distância) e *Context Operators* (Operadores de contexto). Os outros representam as principais áreas analíticas: *Statistics* (Estatística), *Decision Support* (Apoio à decisão), *Change and Time Series Analysis* (Análise de mudança e séries temporais), e *Surface Analysis* (Análise de superfície). O menu *Image Processing* inclui nove submenus.

O menu *Modeling* (Modelagem) inclui tanto ferramentas e facilidades para a construção de modelos quanto informações para chamar as funções do IDRISI a partir de outros programas criados pelo usuário.

- s) Vá para o submenu *Surface Analysis* (Análise de superfície) sob o menu principal *GIS Analysis* (Análise espacial) e explore seus quatro submenus. Note que a maioria das entradas de menu que abrem caixas de diálogo (ou seja, os membros finais das árvores do menu) está indicada com letras maiúsculas, mas algumas não. Aquelas designadas com letras maiúsculas podem ser usadas como processos com a *IDRISI Macro Language* (IML – Linguagem de Macro do IDRISI). Agora clique na entrada *CONTOUR* do submenu *Feature Extraction* (Extração de feições) para abrir o módulo *CONTOUR*.

- t) A partir da caixa de diálogo CONTOUR, na caixa *Input raster image* (Imagem raster de entrada) busque o arquivo SIERRADEM (lembre que a lista de seleção pode ser aberta com o botão à direita da caixa de entrada para o nome do arquivo ou com um duplo clique na própria caixa de entrada).

Digite o nome CONTOURS na caixa *Output vector file* (Arquivo vetorial de saída). Para arquivos de saída você não pode usar a lista de seleção para escolher o nome do arquivo, porque estamos criando um arquivo novo (para arquivos de saída, o botão lista de seleção permite que você direcione a saída para uma pasta diferente da pasta de trabalho. Você também pode ver uma lista dos nomes de arquivos já existentes na pasta de trabalho).

Na caixa de entrada *Minimum contour value* (Valor mínimo de isolinha) digite 400 e na caixa *Maximum contour value* (Valor máximo de isolinha) digite 2000 e na caixa *Contour interval* (Equidistância das isolinhas) digite 100. Você pode deixar os valores padrão para as outras duas opções. Na caixa *Title* (Título) digite um texto descritivo para ser registrado na documentação do arquivo de saída. Neste caso, o título "Isolinhas de 100m de SIERRADEM" seria apropriado. Clique *OK*. Note que a barra de *status* mostra o progresso deste módulo à medida que cria as isolinhas em dois passos – um passo inicial para criar as isolinhas básicas e um segundo passo para generalizá-las. Quando o módulo CONTOUR tiver terminado, o IDRISI irá abrir automaticamente a visualização do resultado.

A visualização automática dos resultados analíticos é um aspecto opcional das configurações do sistema na caixa de diálogo *User Preferences* (Preferências do usuário) situada sob o menu *File* (Arquivo). Os procedimentos de troca das configurações de visualização (*Display Settings*) serão cobertos no próximo exercício.

- u) Mova o cursor sobre a janela do mapa CONTOURS. Note que não aparecem valores de linha e coluna na barra de *status*. Isso porque CONTOURS é um arquivo vetorial.

Composer e navegação

- v) Para avaliar as diferenças entre camadas *raster* (matriciais) e vetoriais, feche a janela do mapa CONTOURS clicando no botão no canto superior direito. Depois, com a visualização de SIERRADEM ativa, clique na opção *Add Layer* (Adicionar camada) da caixa de diálogo *Composer* e especifique CONTOURS como *Vector Layer* (Camada vetorial) e *Outline Black* (Contorno preto) como *Symbol File* (Arquivo de símbolo). Clique *OK* para adicionar essa camada à sua composição.

O *Composer* é uma das ferramentas mais importantes que você utilizará na construção de composições de mapas. O *Composer* permite que você adicione ou remova camadas, mude sua posição hierárquica e simbologia, e salve e imprima as suas composições de mapa. O *Composer* será explorado com muito mais profundidade no próximo exercício.

- w) Junto com o *Composer*, as ferramentas de navegação da barra de ferramentas e replicadas no teclado e no mouse são essenciais para manipular a janela do mapa. A barra de ferramentas possui vários ícones para navegar por uma camada de mapa. Há ícones para mover, ampliar ou reduzir o *zoom* e também mudar o tamanho ou extensão da janela de mapa. Essas funções são duplicadas por operações do teclado ou do mouse. Os ícones *Zoom in* (Ampliar *zoom*) e *Zoom out* (Reduzir *zoom*) não apenas ampliam ou reduzem, mas também centralizam a imagem a partir do ponto onde você posiciona seu cursor. As teclas *PgUp* e *PgDn* do teclado atuam de forma similar mas não possuem a função de centralizar. Os ícones *Full Extent Maximized* (Expansão máxima) e *Full Extent Normal* (Expansão normal) são duplicados pelas teclas *Home* e *End* e, em determinados mouses, pela roda *scroll*. Com o teclado você também pode mover o mapa usando as teclas de setas.

Agora mova o mapa para uma área que lhe interesse e amplie o *zoom* até que a estrutura da imagem *raster* (SIERRADEM) se torne evidente. Como você pode ver, a imagem *raster* é constituída de uma fina estrutura celular de dados (que só se torna evidente com uma ampliação considerável). Essas células são freqüentemente referidas como *pixels*. Note, entretanto, que na mesma escala em que a estrutura *raster* se torna evidente, as isolinhas vetoriais continuam aparecendo como linhas finas.

Nesse momento, pode lhe parecer que a camada vetorial possui uma resolução maior, mas a aparência pode enganar. Afinal, a camada vetorial foi derivada da camada *raster*. Em parte, a continuidade dos pontos conectados que constituem as linhas vetoriais dá a impressão de maior resolução. O estágio de generalização também serviu para adicionar vários pontos interpolados a fim de produzir a aparência suave das isolinhas. O capítulo *Introduction to GIS* no *IDRISI Guide to GIS and Image Processing* discute um pouco mais as estruturas de dados *raster* e vetoriais.

Alternativas de visualização gráfica

A construção de composições de mapas através do *DISPLAY Launcher* (Visualizador) e do *Composer* representa uma das ferramentas mais importantes de visualização do IDRISI. Eles serão explorados em maior profundidade em

exercícios futuros. Entretanto, o IDRISI oferece uma variedade de outros meios de visualização de dados geográficos. Para finalizar esse exercício, iremos explorar o módulo *ORTHO*, o qual é uma das duas possibilidades de criação de visualizações tridimensionais no IDRISI.

- x) Clique no ícone do *DISPLAY Launcher* (Visualizador) e especifique a camada *raster* chamada SIERRA234. Note que as opções de *Palette file* (Tabelas de cores) estão desabilitadas neste momento porque SIERRA234 é uma imagem colorida em 24 bits⁵ (neste caso, uma imagem de satélite criada a partir das bandas 2, 3 e 4 de uma cena Landsat). Clique *OK*.
- y) Agora escolha a opção *ORTHO* no menu *DISPLAY* (Visualização). No item *Surface Image* (Imagem de superfície) especifique SIERRADEM e no item *Drape Image* (Imagem de cobertura) especifique SIERRA234. Como ela é uma imagem 24 bits, você não precisa especificar a tabela de cores (*Palette file*). Mantenha as configurações padrão para todos os demais parâmetros, exceto para a resolução de saída (*Output resolution*). Neste item, procure escolher um nível abaixo da resolução do seu sistema de vídeo⁶. Por exemplo, se o seu sistema está configurado com uma resolução de vídeo de 1.024 x 768, escolha a resolução de saída 800 x 600. Depois clique *OK*. Quando a janela do mapa aparecer, pressione a tecla *End* para expandir a visualização.

A perspectiva tridimensional (isto é, ortográfica) oferecida através do módulo *ORTHO* pode produzir visualizações extremamente dramáticas e é uma ferramenta poderosa para análise visual. Mais tarde exploraremos outro módulo que não somente produz visualizações tridimensionais, mas também permite sobrevoar a área do modelo.

O restante dos exercícios desta seção do Tutorial enfoca principalmente os elementos do sistema de visualização do IDRISI.

Limpeza

Como você provavelmente já começou a perceber, leva pouco tempo até que o seu espaço de trabalho fique cheio de janelas. Vá até o menu *Window List* (Lista de janelas). Aqui você encontra uma lista de todas as caixas de diálogo e mapas abertos. Clicando em qualquer um deles você faz com que a janela correspondente venha para a frente das demais. Além disso, você pode fechar grupos de janelas abertas a partir deste menu. Escolha *Close All Windows* (Fechar todas as janelas) para limpar a tela para o próximo exercício.

⁵ Uma imagem de 24 bits é uma forma especial de imagem *raster* que contém dados para três canais independentes de cor, os quais estão associados às cores do sistema de visualização: vermelho, verde e azul. Cada um desses três canais é representado por 256 níveis, resultando em mais de 16 milhões de cores possíveis. Entretanto, a capacidade do computador exibir essas imagens depende do seu sistema gráfico. Isso pode ser facilmente determinado minimizando o IDRISI e clicando com o botão direito do mouse na área de trabalho do *Windows*. Escolha a opção *Propriedades* e depois selecione a orelha *Configurações*. Se seu sistema está configurado para 24 bits, você poderá visualizar a imagem com a máxima resolução de cor. Entretanto, também é possível que você esteja vendo a imagem com menor resolução de cor. Configurações *High color* (15 ou 16 bits) são muito difíceis de distinguir de visualizações em 24 bits, mas usam bem menos memória, enquanto configurações de 256 cores resultam em aproximações muito pobres. Dependendo do seu sistema, você pode ter optado previamente em diminuir a resolução de cores para privilegiar a resolução espacial. Idealmente, você deveria escolher opções de cores entre 16 e 24 bits e usar a maior resolução espacial disponível com essas configurações. É recomendada uma resolução espacial mínima de 800 x 600, mas é mais desejável pelo menos 1.024 x 768.

⁶ Se você achar que a visualização resultante apresenta lacunas indesejáveis, escolha uma resolução menor. Na maioria dos casos é melhor optar pela maior resolução que permita uma visualização sem lacunas. O tamanho das imagens (número de linhas e de colunas) usadas como entrada em *ORTHO* influencia o resultado, de forma que em casos diferentes pode ser necessário selecionar resoluções de saída distintas, conforme as características dos arquivos em questão.

Exercício 1-2 - Visualização: Layers (Camadas) e Group Files (Grupos de arquivos)

A representação digital de dados espaciais requer uma série de elementos constituintes, dos quais o mais importante é o *layer* (camada) de mapa. Uma camada é um tema geográfico básico, consistindo de um conjunto de feições similares. Como exemplos podemos ter uma camada de estradas, uma camada de rios, uma camada de uso do solo, uma camada de setores censitários, e assim por diante. *Features* (feições) são constituintes de uma camada, e são as entidades geográficas mais fundamentais – o equivalente a moléculas – que são por sua vez compostas por feições atômicas mais básicas, como nós, vértices e linhas.

Em um nível superior, camadas podem ser entendidas como os blocos básicos de construção de mapas. Assim, um mapa pode ser composto de uma camada de limites políticos, uma camada de florestas, uma camada de cursos d'água, uma camada de isolinhas e uma camada de estradas, juntamente com uma variedade de componentes auxiliares como legendas, títulos, uma barra de escala, seta de norte, entre outros.

Em representação geográfica tradicional, o mapa é a única entidade com a qual podemos interagir. Entretanto, em SIG, qualquer um desses níveis está disponível para nós. Podemos focar a visualização de feições específicas, camadas isoladas, ou qualquer um de uma série de mapas personalizados com múltiplas camadas. A camada, entretanto, é inquestionavelmente o mais importante deles. Camadas não são somente os blocos construtivos dos mapas, mas também os elementos básicos de análise geográfica. Elas são as variáveis dos modelos geográficos. Assim, nossa exploração em SIG logicamente começa com camadas de mapa e com o sistema de visualização que nos permite explorá-las com a mais importante ferramenta analítica à nossa disposição – o sistema visual.

Visualização de layers (camadas)

Desde os primeiros dias da cartografia automatizada e SIG, camadas de mapa têm sido digitalmente codificadas de acordo com duas lógicas fundamentalmente diferentes – *raster* (matricial) e vetorial. O fato de que ambos os formatos ainda são muito usados atesta que cada um tem pontos fortes. De fato, a maioria dos sistemas SIG, incluindo o IDRISI, têm se dirigido à integração dos dois. Assim, à medida que você for trabalhando com o sistema, você irá trabalhar com ambas as formas de representação.

- a) Certifique-se que a sua pasta de trabalho está configurada para Using Idrisi. Então clique no ícone DISPLAY Launcher (Visualizador) na barra de ferramentas. Note que há opções separadas para camadas raster e vetoriais, bem como uma opção de composição de mapas (a qual será explorada em um exercício posterior). Apesar de as estruturas de representação serem muito diferentes, os meios de visualizá-las e interagir com elas são idênticos.

Visualize a camada vetorial chamada SIERRAFOREST. Selecione a opção *User-defined Symbol* (Símbolo personalizado), na lista de seleção selecione o arquivo de símbolo *Forest*. Desabilite as opções *Display Title* (Exibir título) e *Display Legend* (Exibir legenda). Clique OK.

Esta é uma camada vetorial que representa florestas na área de Sierra de Gredos, Espanha. Nós examinamos um DEM e uma imagem em composição colorida desta área no exercício anterior. Camadas vetoriais são compostas de pontos, os quais são unidos para formar linhas e limites de polígonos¹. Use as teclas de *zoom* (*PgUp* e *PgDn*) e de movimento (setas do teclado) para focar em alguns desses polígonos de florestas. Se você aproximar o suficiente, a estrutura vetorial deve se tornar rapidamente evidente.

- b) Pressione a tecla *Home* para restaurar a visualização original e então a tecla *End* para expandir a visualização da camada.

Agora selecione o ícone *Cursor Inquiry Mode* (Modo de consulta do cursor) na barra de ferramentas (o ícone com um ponto de interrogação e uma seta). Quando você move o cursor sobre o mapa, note que ele muda para uma cruz. Clique em um polígono de floresta. O polígono é realçado e seu ID aparece próximo ao cursor. Clique em vários outros polígonos. Também clique em áreas brancas entre esses polígonos. Depois clique no botão *Feature Properties* (Propriedades da feição) no *Composer* (ou no ícone *Feature Properties* da barra de ferramentas, situado imediatamente à direita do ícone do modo de consulta do cursor) e continue a clicar nos polígonos. Observe a informação apresentada na caixa *Feature Properties* (Propriedades da feição) que abre abaixo do *Composer*.

¹ Feições de área, tais como estados, são comumente chamadas de polígonos porque os pontos que definem as suas fronteiras são unidos por pequenas retas, produzindo assim uma figura de múltiplos lados. Se os pontos estiverem próximos o suficiente, uma feição linear ou poligonal parecerá ter um traçado suave e contínuo. Entretanto, isso é só uma aparência visual.

O que deve ficar evidente aqui é que representações vetoriais são orientadas-a-feição – elas descrevem feições – entidades com fronteiras definidas – e não existe nada entre essas feições (um vazio). Confronte isso com camadas *raster* (matriciais).

- c) Clique no botão *Add Layer* (Adicionar camada) no *Composer*. Esta caixa de diálogo é uma versão modificada do *DISPLAY Launcher* (Visualizador) com opções para adicionar tanto uma nova camada *raster* quanto uma camada vetorial à composição em uso. Qualquer número de camadas pode ser adicionado dessa forma. Neste exemplo, selecione a opção *Raster Layer* (Camada *raster*) e selecione o arquivo SIERRANDVI a partir das opções da lista de seleção. Depois escolha a tabela de cores (*Palette file*) NDVI e clique OK.

Esta é uma imagem de biomassa vegetal, criada a partir de imagens de satélite usando um modelo matemático simples². Com essa tabela de cores, áreas mais verdes representam áreas de maior biomassa. Áreas progressivamente com menos biomassa variam do amarelo ao marron e ao vermelho.

- d) Observe como essa camada *raster* cobre completamente a camada vetorial. Isso ocorre porque ela está por cima e não contém espaços vazios. Para confirmar que ambas as camadas estão realmente lá, clique na marca de checagem ao lado esquerdo da camada SIERRANDVI na caixa de diálogo *Composer*. Isto vai desligar temporariamente sua visualização, permitindo que você veja a camada sob a mesma.

Ligue novamente a exibição da camada *raster* tornando a clicar na marca de checagem ao lado esquerdo de seu nome. Camadas *raster* são compostas de uma matriz muito fina de células comumente chamadas de *pixels*³, estocadas como uma matriz de valores numéricos, mas representadas como uma grade densa de retângulos de cor variável⁴. Aumente o *zoom* com a tecla *PgDn* até que a estrutura *raster* se torne aparente.

Camadas *raster* não descrevem feições no espaço, mas sim a construção do espaço em si. Cada célula descreve a condição ou caráter do espaço naquele local, e cada célula está descrita. Como o modo de consulta do cursor ainda está habilitado, primeiro clique no nome do arquivo SIERRANDVI no *Composer* (para selecioná-lo para consulta) e depois clique em várias células com o cursor. Note como cada uma das células contém um valor. Conseqüentemente, quando uma camada *raster* está em uma composição, nós geralmente não podemos ver as camadas situadas abaixo dela. Ao contrário, este geralmente não é o caso com vetores. Entretanto, o próximo exercício irá explorar formas para mesclar a informação das diversas camadas e tornar áreas de fundo transparentes.

- e) Mude a ordem das camadas de forma que a camada vetorial fique no topo. Para fazer isto, clique no nome da camada vetorial (SIERRAFORREST) no *Composer* de forma que seu nome fique realçado. Então, pressione e mantenha pressionado o botão esquerdo do mouse sobre a barra realçada, arraste-o até uma posição acima do nome do arquivo SIERRANDVI e então solte o botão. Isto mudará sua ordem na composição.

Com a camada vetorial no topo, observe como você pode ver o que há abaixo da camada onde há espaços vazios. Entretanto, os polígonos cobrem qualquer coisa abaixo deles. Isto pode ser contornado usando uma forma diferente de simbologia na visualização.

- f) Selecione a camada SIERRAFORREST no *Composer* e clique no botão *Layer Properties* (Propriedades da camada). Como o nome sugere, *Layer Properties* exhibe alguns detalhes importantes sobre a camada selecionada (realçada), incluindo o arquivo de tabela de cores (*Palette*) ou de símbolo em uso.

Você tem duas opções para mudar o arquivo de símbolo usado para visualizar a camada SIERRAFORREST. Uma seria clicar no botão da lista de seleção e selecionar um arquivo de símbolo, como fizemos da primeira vez. Entretanto, neste caso, iremos usar a ferramenta *Advanced Palette/Symbol Selection* (Seleção avançada de Tabela de cores/Símbolo). Clique neste botão em particular – ele fica logo abaixo da caixa de entrada do arquivo de símbolo.

A ferramenta *Advanced Palette/Symbol Selection* (Seleção avançada de Tabela de cores/Símbolo) fornece acesso rápido a mais de 1300 arquivos de tabelas de cores e de símbolos. A primeira decisão que você precisa tomar é se os dados expressam variações quantitativas (tais como os dados de NDVI), diferenças qualitativas (como em categorias de cobertura do solo, que diferem em tipo e não em quantidade) ou membros de conjuntos simples representados com uma simbologia uniforme. Em nosso exemplo, se aplica o último caso, então clique na opção *None (Uniform)*. Depois selecione o tipo de símbolo *x Stripe* (hachura em “x”) e em *Color logic* (Lógica de cor) selecione a opção *Blue* (azul). Note que existem quatro opções de azul. Qualquer uma delas pode ser selecionada

² NDVI e vários outros índices de vegetação são discutidos em mais detalhe no capítulo *Vegetation Indices* no *IDRISI Guide to GIS and Image Processing*, bem como no exercício tutorial 5-7.

³ A palavra pixel é uma contração das palavras *picture* e *element*. Tecnicamente um *pixel* é um elemento gráfico, enquanto o valor do dado sob o mesmo é um valor de uma célula de grade. Entretanto, é comum o uso da palavra *pixel* para se referir a ambos.

⁴ Diferente da maioria dos sistemas *raster*, o IDRISI não assume que todos os *pixels* são quadrados. Comparando o número de linhas e de colunas com o intervalo de coordenadas em X e em Y, respectivamente, ele determina sua forma automaticamente e assim os visualiza como quadrados ou retângulos conforme o caso.

clicando no botão que ilustra a seqüência de cor. Clique nestes botões e observe o que acontece na caixa de entrada – o nome do arquivo de símbolo muda! Assim, o que você está fazendo com esta interface é selecionar arquivos de símbolos que você também poderia selecionar a partir de uma lista de seleção. Por fim, clique na opção de azul mais escuro (o primeiro botão à direita) e então clique *OK*. Isto retorna à caixa *Layer Properties* (Propriedades da camada). Clique *OK* novamente para finalizar.

Diferente do preenchimento sólido do arquivo de símbolo *Forest*, o novo arquivo de símbolo que você selecionou usa um padrão de hachura em “x” com um fundo transparente. Como resultado, podemos agora ver a camada de baixo. No próximo exercício você aprenderá sobre outras formas de mesclar camadas ou de torná-las transparentes.

A partir dos passos acima, podemos claramente ver que camadas *raster* e vetoriais são diferentes. Entretanto, seus verdadeiros pontos fortes ainda não estão aparentes. Ao longo de vários outros exercícios iremos aprender que camadas *raster* fornecem os ingredientes necessários para um grande número de operações analíticas – a habilidade de descrever dados contínuos (tais como os níveis continuamente variáveis de biomassa na imagem *SIERRANDVI*), uma estrutura e topologia de superfície simples e previsível que nos permite modelar movimentos ao longo do espaço, e uma arquitetura que é inerentemente compatível com a memória do computador. Para camadas vetoriais, o real ponto forte de sua estrutura está na habilidade de armazenar e manipular dados para coleções de camadas que se aplicam às feições descritas.

Grupos de arquivos

Nesta seção começaremos a explorar grupos de arquivos. No *IDRISI*, um grupo de arquivos (*group file*) é uma coleção de arquivos que estão especificamente associados uns aos outros. Grupos de arquivos estão associados com camadas *raster* e com arquivos de assinaturas. Um grupo de arquivos, dependendo do tipo, terá uma extensão específica, mas será sempre um arquivo de texto que simplesmente lista os nomes dos arquivos associados a um grupo. Existem dois tipos de grupos de camadas *raster*: arquivos *raster*, com extensão *.rgf, e arquivos de séries temporais, com extensão *.ts. Grupos de arquivos de assinaturas também podem ser de dois tipos: arquivos de assinatura multiespectral, com extensão *.sgf, e arquivos de assinatura hiperespectral, com extensão *.hgf. Todos os arquivos de grupo são criados usando o *IDRISI Explorer*.

Grupos de camadas raster

Um grupo de camadas *raster* é exatamente isso – uma coleção de camadas *raster* agrupadas. Usaremos o *IDRISI Explorer* para criar esse arquivo de grupo com extensão *.rgf.

- g) Abra o *IDRISI Explorer* a partir do menu *File* (Arquivo). Por padrão, o *IDRISI Explorer* abre a aba *Files* (Arquivos) exibindo todos os arquivos filtrados na pasta de trabalho (*Working folder*) e nas pastas auxiliares (*Resource folders*). Como na lista de seleção, você pode visualizar arquivos de qualquer pasta clicando no nome da pasta apropriada. Certifique-se que você está na pasta *Using Idrisi*. Para criar um grupo de arquivos *raster*, vamos selecionar os arquivos necessários e então clicar com o botão direito para criar o arquivo de grupo.

Selecione todos os arquivos abaixo. Você pode selecionar vários arquivos de uma só vez mantendo pressionada a tecla *Shift* e usando as setas ou clicando sobre o nome dos arquivos individualmente e pressionando a tecla *Ctrl*.

SIERRA1
SIERRA2
SIERRA3
SIERRA4
SIERRA5
SIERRA7
SIERRA234
SIERRA345
SIERRADEM
SIERRANDVI

Se você cometer algum erro, simplesmente clique no arquivo para realçá-lo ou para remover o realce. Se ele está realçado, está selecionado. Depois clique com o botão direito do mouse e escolha a opção *Create/Raster group*

(Criar/Grupo *raster*) a partir do menu. Por padrão, o nome dado a este novo grupo é RASTER GROUP.RGF. Os arquivos contidos no grupo *raster* também serão exibidos no *IDRISI Explorer*. Modifique o nome do grupo de arquivos *raster* para SIERRA clicando com o botão direito no nome do arquivo RASTER GROUP.RGF e selecionando *Rename* (Trocar nome).

Por padrão, o painel *Metadata* (Metadados) deve estar visível no *IDRISI Explorer*. Se não está, clique com o botão direito no painel *Files* (Arquivos) e selecione *Metadata*. Então, quando você selecionar o grupo de arquivos SIERRA, o painel *Metadata* mostrará os arquivos contidos nesse grupo e sua respectiva ordem. Na maioria dos casos a ordem não é importante, mas se for, como no caso de análises de séries temporais, você sempre pode mudar a ordem no painel *Metadata*.

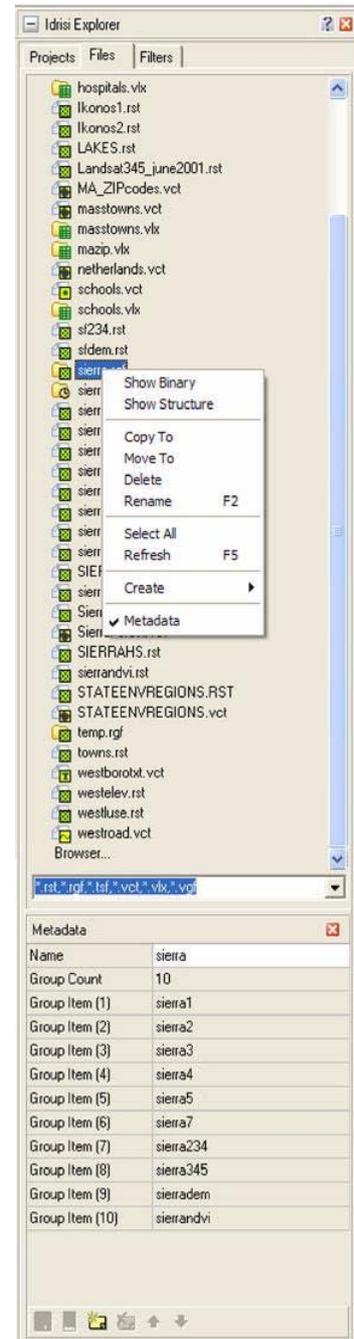
Grupos de arquivos *raster* provêem uma variedade de capacidades poderosas, incluindo a habilidade de fornecer sínteses tabulares sobre as características de qualquer local.

- h) Abra o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) e selecione a opção *Raster Layer* (Camada *raster*). Depois clique no botão da lista de seleção. Note que o seu grupo SIERRA aparece com um sinal “mais” ao lado, bem como todas as camadas individuais a partir das quais ele foi formado. Clique no sinal de “mais” para listar os membros do grupo e então selecione a imagem SIERRA345. Você agora deve ver o texto “sierra.sierra345” na caixa de entrada. Como ela é uma composição de 24 bits, você pode clicar *OK* sem especificar a tabela de cores (isto será melhor explicado mais tarde). Esta é uma composição colorida das bandas 3, 4 e 5 do satélite Landsat da Sierra de Gredos. Deixe-a na tela para a próxima seção.

Com grupos *raster*, as camadas individuais existem de forma independente do grupo. Assim, para visualizar qualquer uma dessas camadas podemos especificar tanto o seu nome diretamente (ex., SIERRA345) ou com o nome de seu grupo anexado (ex., SIERRA.SIERRA345). Qual o benefício, então, de usar um grupo?

- i) Nós necessitaremos trabalhar ao longo de vários exercícios para responder completamente esta pergunta. Entretanto, para ter uma idéia, clique no botão *Feature Properties* (Propriedades da feição) no *Composer*. Então, mova o cursor e use o botão esquerdo para clicar em vários *pixels* ao longo da imagem e observe o que aparece na caixa *Feature Properties*. Em seguida, clique no botão *View as Graph* (Visualizar como gráfico) na parte inferior da caixa *Feature Properties* e continue a clicar em diferentes locais na imagem.

O modo de consulta do cursor (*Cursor Inquiry Mode*) permite que você consulte o valor de qualquer *pixel* específico. Entretanto, com um grupo de arquivos *raster* você pode examinar os valores de todos os arquivos do grupo simultaneamente para o mesmo local/*pixel*, produzindo assim uma tabela ou um gráfico, conforme o desejado.



Visualização de camadas raster com o IDRISI Explorer

Até este ponto nós usamos o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para visualizar camadas, tanto individualmente quanto como partes de um grupo. Alternativamente, você pode visualizar arquivos *raster* e vetoriais a partir do *IDRISI Explorer*, simplesmente com um duplo clique sobre o nome do arquivo na aba *Files* (Arquivos).

- j) Para visualizar SIERRADEM a partir do *IDRISI Explorer*, dê um duplo clique sobre seu nome. O mapa aparecerá na área de trabalho do IDRISI. Você também pode visualizar um membro de um grupo com um duplo clique sobre o arquivo de grupo *raster* para listar os arquivos contidos no grupo, e então novamente um duplo clique sobre o arquivo a ser visualizado. O arquivo resultante será visualizado com um ponto no nome, por exemplo, SIERRA.SIERRADEM.

Quando visualizar arquivos a partir do *IDRISI Explorer* você não terá controle sobre suas características iniciais de visualização, diferente do *DISPLAY Launcher* (Visualizador). Entretanto, uma vez que a camada seja visualizada, você pode alterar tais características de visualização a partir do botão *Layer Properties* (Propriedades da camada) no

Composer. Como veremos na próxima seção, o *IDRISI Explorer* também pode ser usado para adicionar camadas em composições de mapas, da mesma forma que no *Composer*.

Exercício 1-3 - Efeitos de interação entre layers (camadas)

Como vimos, composições de mapas são formadas empilhando-se uma série de camadas na mesma janela de mapa usando o *Composer*. Por padrão, o fundo em camadas vetoriais é transparente enquanto em camadas *raster* é opaco. Assim, a adição de uma camada *raster* ao topo da composição irá obscurecer as camadas abaixo da mesma. Entretanto, o IDRISI fornece vários efeitos de interação entre camadas que podem modificar essa ação para criar algumas possibilidades de visualização interessantes.

Misturas

- a) Se o seu espaço de trabalho contém alguma janela aberta, feche todas usando a opção *Close All Windows* (Fechar todas as janelas) a partir do menu *Windows List* (Lista de janelas). Depois use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para visualizar a imagem chamada SIERRADEM usando a opção de tabela de cores (*Palette file*) padrão quantitativa (*IDRISI Default Quantitative*). As cores nessa imagem estão diretamente relacionadas à altitude do terreno. Entretanto, ela não transmite bem a natureza do relevo. Por isso iremos misturá-la a algum sombreamento para dar uma noção da topografia.
- b) Primeiro, vá à seção *Surface Analysis* (Análise de superfície) no menu *GIS Analysis* (Análise espacial) e no submenu *Topographic Variables* (Variáveis topográficas) para selecionar a entrada HILLSHADE. Esta opção acessa o módulo SURFACE para criar um sombreamento analítico a partir de um modelo digital de elevação. Especifique SIERRADEM como o modelo de elevação e defina SIERRAHS como o arquivo de saída. Deixe o azimute solar e os valores de elevação no seu padrão e simplesmente clique *OK*.

O efeito aqui é bastante dramático. Para criá-lo manualmente seriam necessárias as habilidades de um topógrafo talentoso e várias semanas de trabalho artístico meticuloso. Entretanto, através da modelagem de iluminação em SIG, levamos somente alguns instantes para criar essa representação.

- c) Nosso próximo passo é misturá-lo com o modelo digital de elevação. Remova a imagem sombreada da tela clicando no em seu canto superior direito. Depois clique no banner da janela de mapa contendo SIERRADEM e então clique em *Add Layer* (Adicionar camada) no *Composer*. Quando a caixa de diálogo *Add Layer* aparecer, clique em *Raster Layer* (Camada *raster*) como tipo de camada e indique SIERRAHS como a imagem a ser visualizada. Para tabela de cores (*Palette file*), selecione a opção *Greyscale* (Tons de cinza).

Note como a imagem sombreada oculta a imagem abaixo dela. Nós moveremos a camada SIERRADEM de forma que ela fique sobre a camada sombreada arrastando-a¹ com o mouse de forma que fique na base da lista de camadas do *Composer*. Neste ponto, o modelo digital de elevação deve estar ocultando a imagem sombreada.

Agora verifique se o nome da camada SIERRADEM está realçado no *Composer* (clique no nome se ela não estiver) e então clique no botão *Blend* (Mesclar) no *Composer*. O botão *Blend* é aquele situado mais à esquerda entre os botões pequenos, logo acima do botão *Add Layer*.

O botão *Blend* mescla a informação de cor da camada selecionada em uma razão 50/50 com o conjunto de elementos visíveis abaixo dela na composição de mapa. O botão *Layer Properties* contém uma caixa de diálogo de visibilidade que permite usar outras proporções (tais como 60/40, por exemplo). Entretanto, uma mistura de 50% é normalmente apropriada. Observe que a mistura pode ser removida clicando no botão *Blend* uma segunda vez enquanto a camada estiver realçada no *Composer*. Esta aplicação é provavelmente o uso mais comum para mesclar camadas –incluir sombreamento topográfico, mas qualquer camada *raster* pode ser mesclada².

Camadas vetoriais não podem ser mescladas diretamente. Entretanto, elas podem ser afetadas por mesclas em camadas *raster* visualmente situadas acima delas na composição. Para observar isso, clique no botão *Add Layer* no *Composer* e especifique a camada vetorial chamada CONTOURS que você criou no primeiro exercício. Depois clique na aba *Advanced Palette/Symbol Selection* (Seleção avançada de tabela de cores/Símbolo). Configure *Data Relationship* (Relacionamento dos dados) como *None (uniform)*, *Symbol Type* (Tipo de símbolo) como *Solid* (Sólido) e *Color Logic* (Lógica de cores) como *Blue* (azul). À direita da caixa de diálogo, clique na última opção de azul para

¹ Para arrastá-la, posicione o mouse sobre o nome da camada, pressione o botão esquerdo do mouse e mantenha-o pressionado enquanto move a camada para a posição desejada na lista. Então solte o botão e a mudança de posição será implementada.

² Camadas vetoriais não podem ser agentes para mesclar com outras camadas, mas podem ser afetadas por ações aplicadas a outras camadas *raster* situadas acima delas, como será demonstrado neste exercício.

selecionar *LineSldUniformBlue4* e clique *OK*. Como você pode ver, as isolinhas de *CONTOURS* de alguma forma dominam a visualização. Assim, arraste a camada *CONTOURS* para a posição entre *SIERRAHS* e *SIERRADEM*. Note como as isolinhas agora aparecem em uma cor muito mais sutil e que varia entre isolinhas. A razão disto é que a cor de *SIERRADEM* está agora misturada com a das isolinhas também.

Antes de avançarmos para abordar a transparência, vamos coordenar a cor de *SIERRADEM* com a das isolinhas. Primeiro, certifique-se que a camada *SIERRADEM* está realçada no *Composer* clicando em seu nome. Então, clique no botão *Layer Properties*. Nas caixas de entrada *Display Min/Max Contrast Settings* (Configurações de contraste Mínimo/Máximo na visualização) digite 400 para o *Display Min* (Valor mínimo na visualização) e 2000 para o *Display Max* (Valor máximo na visualização). Então, mude o item *Number of classes* (Número de classes) para 16 e clique no botão *Apply* (Aplicar), seguido pelo *OK*. Note a mudança na legenda, bem como na relação entre as classes de cor e as isolinhas. Mantenha essa composição na tela para usarmos na próxima seção.

Transparência

- d) Vamos agora definir os lagos e reservatórios. Embora não tenhamos dados diretos sobre isso, temos a banda do infravermelho próximo das imagens Landsat da região. Comprimentos de onda no infravermelho próximo são absorvidos intensamente pela água. Assim, corpos d'água tendem a ser muito distintos em imagens no infravermelho próximo. Clique no ícone *DISPLAY Launcher* (Visualizador) e visualize a camada chamada *SIERRA4*. Esta é a banda 4 da imagem Landsat. Use o modo de consulta do cursor (*Cursor Inquiry*) para examinar os valores dos *pixels* nos lagos. Note que eles parecem ter valores de reflectância inferiores a 30. Assim, aparentemente podemos usar esse limiar para definir áreas de água.
- e) Clique no ícone *RECLASS* (situado mais à direita na barra de ferramentas). Configure o tipo de arquivo (*Type of file to reclass*) a ser reclassificado como *Image* (Imagem raster) e o tipo de classificação como *User-Defined* (Personalizado). Especifique o arquivo de entrada como *SIERRA4* e o arquivo de saída como *LAKES*. Na porção inferior da caixa de diálogo digite os seguintes parâmetros de reclassificação:
- 1 para valores de 0 até imediatamente inferiores a 30, e
 - 0 para valores de 30 até imediatamente inferiores a 999.

Então clique *OK*. O resultado deve conter os lagos e reservatórios que queremos. Entretanto, como queremos adicionar esse resultado à nossa composição, remova da tela o resultado que foi automaticamente visualizado.

- f) Agora use o botão *Add Layer* no *Composer* para adicionar a camada raster *LAKES*. Use novamente a aba *Advanced Palette/Symbol Selection* e configure *Data Relationship* como *None (uniform)*, *Color Logic* como *Blue* e à direita da caixa de diálogo clique na terceira opção para selecionar *UniformBlue3*.
- g) Claramente, existe um problema aqui – a camada *LAKES* oculta tudo que está abaixo dela. Entretanto, isso é facilmente remediado. Certifique-se que o nome da camada *LAKES* está realçado no *Composer* e então clique no botão mais à direita dos pequenos botões acima de *Add Layer*.

Este é o botão *Transparency* (Transparência). Ele faz com que todos os *pixels* associados à cor 0 (zero) na tabela de cores em uso fiquem transparentes (não interessando sua cor original). Note que uma camada pode ser feita tanto transparente quanto mesclada – tente fazer isso. Como no efeito de mesclar, clicar no botão *Transparency* uma segunda vez enquanto a camada está realçada fará com que o efeito de transparência seja removido.

Composições

No primeiro exercício, você examinou uma camada de composição colorida em 24 bits, chamada *SIERRA234*. Camadas como esta são criadas por um módulo especial chamado *COMPOSITE*. Entretanto, imagens como essas também podem ser criadas através do *Composer*. Exploraremos ambas as opções aqui.

- h) Primeiro, remova qualquer imagem ou caixa de diálogo que estiver na sua tela. Então use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para visualizar *SIERRA4* usando a tabela de cores (*Palette file*) *Greyscale* (Tons de cinza). Depois pressione a tecla “r”. Este é um atalho que abre a caixa de diálogo *Add Layer* do *Composer*, já configurado para adicionar uma camada raster (note que você também pode usar o atalho “v” para abrir o *Add Layer* configurado para adicionar uma camada vetorial). Especifique *SIERRA5* como a camada desejada e use de novo a tabela de cores *Greyscale*. Então use o atalho “r” de novo para adicionar *SIERRA7*, com a tabela de cores *Greyscale*. Neste ponto, você deve ter uma composição de mapas contendo três imagens, cada uma ocultando a outra.

Note que o conjunto de botões pequenos acima do botão *Add Layer* no *Composer* inclui três com as cores vermelho, verde e azul. Certifique-se que *SIERRA7* está realçada no *Composer* e então clique no botão vermelho.

Depois realce SIERRA5 no *Composer* (ou seja, clique em seu nome) e então clique no botão verde. Finalmente, realce SIERRA4 no *Composer* e clique no botão azul.

Qualquer conjunto de 3 camadas adjacentes pode ser combinado em uma composição colorida dessa forma. Note que não foi importante o fato de usarmos a tabela de cores inicial Greyscale – pode-se usar qualquer tabela de cores inicial. Além disso, as camadas associadas à cor vermelha, verde e azul podem estar em qualquer ordem. Finalmente, note que como ocorre com todos os botões desta linha no *Composer*, clicando uma segunda vez enquanto a camada está realçada faz com que o efeito seja removido.

Criar composições em tempo real é muito conveniente, mas não necessariamente muito eficiente. Se você vai trabalhar com uma determinada composição com muita frequência, é muito mais fácil fundir as três camadas em uma única composição colorida de 24 bits. Camadas de composição em 24 bits têm um tipo especial de dado, conhecido no IDRISI como RGB24. Elas são os equivalentes do IDRISI para o mesmo tipo de composição colorida em arquivos como BMP, TIFF ou JPG.

Abra o módulo COMPOSITE através do menu *Display* (Visualização) ou através de respectivo ícone na barra de ferramentas. Aqui podemos criar composições de imagens em 24 bits. Especifique SIERRA4, SIERRA5 e SIERRA7 como as bandas azul, verde e vermelha, respectivamente. Chame o arquivo de saída de SIERRA457. Usaremos as configurações padrão para criar uma composição em 24 bits com os valores originais e pontos de saturação com uma saturação padrão de 1%. Clique *OK*.

A questão do escalonamento e da saturação será tratada mais tarde. Entretanto, para ter uma visão rápida sobre isso, crie outra composição, mas usando um nome temporário para o arquivo de saída e usando a opção *Simple Linear* (Linear simples). Para criar um nome de saída temporário, simplesmente dê um clique duplo na caixa do nome de saída. Isto automaticamente gerará um nome começando com o prefixo “tmp”, tal como TMP000.

Note como o resultado é muito mais escuro. Isto é causado pela presença de feições isoladas muito brilhantes. A maior parte da imagem é ocupada por feições que não são tão claras. Usando um escalonamento linear simples, o intervalo de brilhos disponíveis para visualização é aplicado linearmente para cobrir todo o intervalo de valores de cada banda, incluindo as áreas muito claras. Uma vez que essas áreas claras isoladas são normalmente muito pequenas (em vários casos, elas nem são vistas), nós estamos sacrificando o contraste na principal região de brilho para que elas apareçam. Uma forma comum de realçar o contraste, então, é atribuir o mais alto limite de brilho da visualização para um valor de brilho mais baixo da cena. Isto tem o efeito de saturar áreas mais brilhantes (isto é, associar um intervalo de brilhos da cena ao mesmo brilho de visualização), com o impacto positivo de que os limites de brilhos disponíveis para visualização estarão mais bem distribuídos sobre o principal intervalo de brilhos da cena. Note, entretanto, que os valores dos dados não são alterados por este procedimento (desde que você use a segunda opção para o tipo de saída – para criar a composição 24 em bits com valores originais e pontos de saturação realçados). Este procedimento afeta somente a visualização e sua natureza será melhor explicada mais adiante, em um outro exercício. Observe também que quando você usou o procedimento interativo para criar uma composição em tempo real, ele automaticamente calculou os pontos de saturação de 1% e armazenou essa informação como o limite mínimo (*Display Min*) e máximo (*Display Max*) para a visualização de cada camada³.

Anaglifos

Anaglifos são representações tridimensionais derivadas da superposição de um par de vistas separadas de uma mesma cena em diferentes cores, tais como as cores complementares vermelho e ciano. Quando observada com óculos 3-D, consistindo de uma lente vermelha para um olho e uma lente ciano para o outro, surge uma visão tridimensional. Para trabalhar apropriadamente, as duas vistas (conhecidas como imagens estereoscópicas) devem possuir uma orientação esquerda/direita, com um alinhamento paralelo ao olho⁴.

- i) Use a opção *Close All Windows* (Fechar todas as janelas) no menu *Window List* (Lista de janelas) para limpar a tela. Então use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para ver o arquivo chamado IKONOS1 usando a tabela de cores (*Palette file*) Greyscale. Depois use o botão *Add Layer* (Adicionar camada) do *Composer* (ou pressione a tecla “r”) para adicionar a imagem chamada IKONOS2, também com a tabela de cores Greyscale.

Clique na marca de checagem à esquerda do nome da imagem IKONOS2 no *Composer* para ligá-la e desligá-la repetidamente. Essas duas imagens são porções de duas imagens do satélite Ikonos (www.spaceimaging.com) da

³ Mais especificamente, a ferramenta para composição interativa no *Composer* analisa se os valores usados como mínimo (*Display Min*) e máximo (*Display Max*) da visualização são iguais aos valores mínimo e máximo da imagem. Se eles forem iguais, ela automaticamente aplica uma saturação de 1% e altera os valores de *Display Min* e de *Display Min*. Entretanto, se eles forem diferentes, ela assume que você já fez uma opção prévia de escalonamento e usa os valores especificados.

⁴ Se elas ainda não tiverem sido preparadas para ter essa orientação é necessário usar os módulos TRANSPOSE ou RESAMPLE para reorientá-las.

mesma área (Parque Balboa, San Diego, Estados Unidos), mas foram tomadas de posições diferentes – por isso as diferenças evidentes quando você compara as duas imagens.

Mais especificamente, elas foram tomadas em duas posições ao longo da trajetória do satélite no sentido norte-sul (aproximadamente). Assim, o topo dessas imagens está voltado para o oeste. Elas também são epipolares, ou seja, exatamente alinhadas com o trajeto de visada. Quando vistas de forma que o olho esquerdo somente vê a imagem esquerda (along track) e o olho direito somente vê a imagem direita, percebe-se uma visão tridimensional.

Várias técnicas diferentes tem sido planejadas para apresentar a cada olho a imagem apropriada do par estereoscópico. Uma das mais simples é o anaglifo. Com esta técnica cada imagem é retratada em uma cor especial. Usando óculos especiais com filtros da mesma lógica de cor em cada olho, uma imagem tridimensional pode ser percebida.

- j) O IDRISI pode acomodar todos os esquemas de cores anaglíficas usando os efeitos fornecidos pelo *Composer* para interação entre camadas. Entretanto, o esquema vermelho/ciano geralmente fornece o melhor contraste. Primeiro certifique-se que a imagem IKONOS2 está realçada no *Composer*. Se ela não está clique no seu nome no *Composer*. Depois clique no botão ciano (é o azul claro) do grupo de pequenos botões situados sobre o botão *Add Layer*. Em seguida realce o nome da imagem IKONOS1 no *Composer* e clique no botão vermelho acima do botão *Add Layer*. Observe o resultado com óculos 3-D, de forma que a lente vermelha fique no olho esquerdo e a lente ciano no olho direito. Nesse momento você deve enxergar uma imagem tridimensional. Tente inverter as lentes, ficando com a lente ciano no olho esquerdo e a lente vermelha no olho direito. Observe que a imagem tridimensional fica invertida. Em geral, se você acidentalmente informar a seqüência de cores invertida é possível constatar isso observando o que acontece com objetos familiares na cena.

Esta é somente uma pequena porção de uma cena estereoscópica do satélite Ikonos. Amplie e reduza o *zoom* em diferentes locais da imagem. A resolução da imagem é 1m – bastante boa. Note que outros sistemas sensores também são capazes de produzir imagens estereoscópicas, incluindo os satélites SPOT, QUICKBIRD E ASTER. Entretanto, você pode ter que reorientar as imagens para poder visualizá-las como um anaglifo, usando os módulos TRANSPOSE ou RESAMPLE. TRANSPOSE é o mais simples, permitindo que você rapidamente gire cada imagem em 90 graus. Isso normalmente permite o uso das imagens como anaglifos. Em muitos casos, porém, o resultado apropriado só é obtido com RESAMPLE.

Exercício 1-4 - Visualização de superfícies – Fly Through (sobrevôo) e Illumination (iluminação)

No primeiro exercício, nós tivemos uma breve noção do uso de ORTHO para produzir uma visualização tridimensional, e no exercício anterior vimos como misturas podem ser usadas para criar mapas dramáticos de topografia através da combinação de sombreamento analítico com matizes hipsométricos. Neste exercício, exploraremos a habilidade de interagir com um modelo tridimensional através do *Fly Through* (Sobrevôo). Além disso, usaremos o módulo ILLUMINATE para preparar imagens de cobertura para o sobrevôo.

Fly Through (Sobrevôo)

- a) Se o seu espaço de trabalho contém qualquer janela aberta, feche-as usando a opção Close All Windows (Fechar todas as janelas) a partir do menu Window List (Lista de janelas). Depois clique no ícone 3D Fly Through (Sobrevôo 3D) na barra de ferramentas (aquele que se parece com um avião). De forma alternativa, você pode selecionar o Fly Through a partir do menu DISPLAY (Visualização).
- b) Observe atentamente os gráficos na caixa de diálogo do Fly Through. Um sobrevôo é criado especificando-se um modelo digital de elevação (DEM) e uma imagem de cobertura (drape image). Então, você controla o seu vôo com alguns controles simples.

O movimento é controlado pelas setas do teclado. Uma vez que você se moverá com menos frequência para trás, tente usar o indicador e os dedos médios para controlar as teclas para a frente, a direita e a esquerda. Note que você pode pressionar mais de uma tecla simultaneamente. Assim, pressionar a tecla para a frente e para a esquerda juntas resulta em um movimento em curva para a esquerda, enquanto que pressionando essas duas teclas e aumentando a altitude, faz você subir em espiral.

Você também pode controlar sua altitude usando as teclas *Shift* e *Ctrl*. Normalmente, o melhor é usar a outra mão para isso, no lado oposto do teclado. Assim, usando as duas mãos, você tem um controle completo do vôo. Lembre que você pode usar as teclas simultaneamente. Note também que você estará sempre voando horizontalmente, de forma que se você não mexer nos controles de altitude, você estará voando nivelado com o solo.

Por último, você inclinar sua visada para cima e para baixo com as teclas *Page Up* e *Page Down*. Inicialmente, ela estará apontada levemente para baixo. Usando essas teclas, você pode mover entre os extremos nivelado e vertical.

- c) Especifique SIERRADEM como a imagem de superfície e SIERRA 345 como a imagem de cobertura. Então mantenha o padrão em *System resource use* (Uso de recursos do sistema) como *Medium* (médio) e especifique a velocidade inicial como *Slow* (Baixa) (isto é importante, já que a imagem não é muito grande). Você pode deixar as demais configurações com seus valores padrão. Depois clique *OK*, mas leia as instruções a seguir antes de começar o vôo!

Segue uma estratégia para seu primeiro sobrevôo. Você pode querer expandir a janela de visualização do *Fly Through* (Sobrevôo), mas note que isso levará alguns instantes. Comece se movendo somente para a frente. Então, tente as setas para a esquerda e para a direita combinadas com a seta para frente. Quando você se aproximar do modelo, tente usar as teclas de altitude combinadas com as setas de movimento horizontal. Siga experimentando... Você logo vai pegar o jeito.

Alguns pontos sobre o *Fly Through* que você deve observar:

- Um clique com o botão direito do mouse fornecerá várias opções adicionais de visualização, incluindo a habilidade de mudar a cor de fundo e de ver o céu.
- O *Fly Through* ocorre em uma janela separada do IDRISI. Se você clicar na janela principal do IDRISI, a janela de visualização do *Fly Through* pode ficar atrás do IDRISI. Entretanto, você sempre pode clicar sobre seu ícone na barra de tarefas para trazê-lo de volta para frente.
- O *Fly Through* requer muitos recursos computacionais. Ele é construído usando OpenGL – uma interface especial de programação projetada para construir aplicações interativas 3-D. Muitas placas de vídeo recentes têm configurações especiais para otimizar a performance da OpenGL. Entretanto, experimente com cuidado e tenha atenção especial às limitações de resolução de visualização. Em geral, a chave para trabalhar

com imagens grandes (com ou sem suporte especial para OpenGL) é dispor de RAM adequada – 256 Mb no mínimo. Para uma navegação suave sobre imagens grandes são necessários pelo menos de 512 Mb a 1 Gb. Experimente usar as três opções para uso de recursos (veja o item seguinte) e tamanhos de imagem variável. Note também que você deve fechar todos os aplicativos e janelas de mapa desnecessários para otimizar a disponibilidade de RAM. Veja a ajuda do *Fly Through* para mais sugestões caso ocorram problemas.

- *Fly Through* na verdade constrói uma rede irregular triangulada (TIN) para visualização interativa – isto é, a superfície é construída a partir de uma série de facetas triangulares. Mudar as opções de resolução afeta tanto a resolução da imagem de cobertura quanto o TIN. Entretanto, em geral, uma imagem menor com um maior uso de recursos levará a uma melhor visualização. Se as facetas triangulares de tornarem visíveis, troque para um tamanho de imagem menor ou afaste-se para uma maior altitude. Note que uma resolução pobre pode levar a interações incomuns entre o modelo tridimensional e a imagem de cobertura (tais como rios fluindo para cima).
- Se as superfícies forem visualizadas em escala vertical verdadeira, elas normalmente parecerão ter um relevo muito suave. Como resultado, o sistema automaticamente estima um exagero padrão. Em geral, isso funciona bem. Entretanto, locais específicos podem necessitar de ajuste. Para isso, feche qualquer janela de *Fly Through* aberta e visualize de novo após ajustar o fator de exagero vertical. Um valor de 50% rende metade do exagero, enquanto que 200% irá dobrá-lo. 0% resultará em uma superfície plana.

Só por diversão ...

Se o seu sistema é capaz de manejar as altas demandas do *Fly Through* e OpenGL, tente outra cena bem maior – as imagens chamadas SFDEM e SF234 – um modelo de elevação digital para a área de São Francisco junto com uma composição colorida do Landsat TM com as bandas 2, 3 e 4. A topografia é dramática e a cena é grande o suficiente para permitir um vôo substancial.

Você também pode gravar vôos, salvando-os como arquivos *.wav. Clique com o botão direito sobre a janela de visualização 3-D para ver as opções de gravação.

- d) Usando o *Fly Through*, use as imagens SFDEM e SF234 para abrir a janela de visualização 3-D. Maximize a janela. Quando a janela de visualização 3-D aparecer, clique com o botão direito e selecione a opção *Load* (Carregar) e carregue o arquivo SF.CSV. Clique com o botão direito de novo e selecione *Play* (F9). Isso irá repetir o trajeto de vôo que nós preparamos para você previamente. Você também pode usar as teclas de velocidade F9 e F10 para pausar e recomeçar o trajeto. Você pode criar o seu próprio sobrevôo e salvar como um arquivo AVI para ser visualizado no *Media Viewer* ou inserir em uma apresentação de *PowerPoint*.

Illuminate (Iluminação)

As cenas de *Fly Through* mais dramáticas são aquelas que contêm efeitos de iluminação. O sombreamento associado com a iluminação solar sobre uma superfície é uma entrada importante para visão tridimensional. Imagens de satélite naturalmente contêm algum sombreamento. Entretanto, esse não é o caso em outras camadas. O módulo ILLUMINATE pode ser usado para adicionar efeitos de iluminação em qualquer camada *raster*.

- e) Para apreciar o alcance desse recurso, primeiro feche todas as janelas (incluindo o *Fly Through*) e então use o *Fly Through* para visualizar o modelo digital de elevação chamado SIERRADEM, mas sem uma imagem de cobertura. Use todas as outras configurações padrão. Embora essa imagem não contenha qualquer efeito de iluminação, ela apresenta uma impressão razoável da topografia pois sua hipsometria (cores baseadas na elevação) estão diretamente relacionadas à topografia.
- f) Feche a janela de visualização do *Fly Through*. Depois use-o novamente para visualizar SIERRADEM especificando SIERRAFIRERISK como imagem de cobertura. Use a tabela de cores (*Palette*) definida pelo usuário chamada Sierrafirerisk e os padrões para todas as outras configurações. Como você notará, o senso de relevo existe, mas não é bom. O problema é que as cores não necessariamente têm relação com o terreno e não há um sombreamento relacionado à iluminação. É onde o ILLUMINATE pode ajudar.
- g) Feche a janela de visualização do *Fly Through*. Vá para o menu *DISPLAY* (Visualização) e abra ILLUMINATE. Use a opção padrão *Illuminate an image by creating hillshading for a DEM* (Iluminar uma imagem criando um sombreamento analítico para um modelo digital de elevação). Na caixa de entrada *256-color image to be illuminated*¹

¹ A implicação disso é que qualquer imagem que não esteja no formato byte binário necessitará ser convertida para ele usando módulos como STRETCH (para dados quantitativos), RECLASS (para dados qualitativos) ou CONVERT (para imagens com dados inteiros entre 0 e 255).

(Imagem de 256 cores a ser iluminada) especifique SIERRAFIRERISK e na caixa *Palette of image to be illuminated* (Tabela de cores da imagem a ser iluminada) especifique Sierrafirerisk. Então especifique SIERRADEM como o modelo digital de elevação e digite SIERRAILLUMINATED como o nome da imagem de saída. Os parâmetros de mistura e orientação solar podem ser deixados como estão². Você notará que o resultado é o mesmo que poderia ser produzido usando a opção *Blend* (Misturar) no *Composer*. A diferença, entretanto, é que você criou uma única imagem que pode ser sobreposta ao DEM tanto com *Fly Through* quanto com o ORTHO.

- h) Finalmente, execute *Fly Through* usando SIERRADEM e SIERRAILLUMINATED. Como você pode ver, o resultado é nitidamente superior.

² ILLUMINATE executa um realce de contraste automático que afeta muito do impacto da variação no ângulo de elevação do Sol. Entretanto, o azimute solar será bastante perceptível. Se você deseja ter mais controle sobre o componente do sombreamento, deve criá-lo separadamente usando o módulo HILLSHADE e então usar a segunda opção de ILLUMINATE.

Exercício 1-5 - Consultando o mapa

Como deve estar evidente agora, um dos aspectos marcantes de um SIG é que os mapas podem ser realmente consultados. Eles não simplesmente representações estáticas de temas particulares, mas coleções de dados que podem ser visualizados em uma infinidade de formas. Neste exercício, nós consolidaremos e estenderemos algumas das técnicas já discutidas de consulta interativa a mapas.

Propriedades das feições

- Primeiro, feche todas as janelas de mapa abertas. Então use o DISPLAY Launcher (Visualizador) e selecione do grupo SIERRA a camada raster chamada SIERRA234. É importante que ela seja selecionada a partir do grupo (isto é, que seu nome seja especificado como SIERRA.SIERRA234 na caixa de entrada). Como se trata de uma imagem em 24 bits, não é necessário especificar a tabela de cores (Palette).

Uma imagem em 24 bits é chamada dessa forma porque ela define todas as cores possíveis através da mistura das cores aditivas primárias vermelho, verde e azul (RGB). Cada uma destas cores primárias é codificada usando 8 bits de memória (somando assim 24 bits para todas as três cores), com até 256 níveis variando do escuro ao brilhante para cada cor primária¹. Isto rende um total de 16.777.216 combinações de cor – um intervalo tipicamente chamado de *true color* (cor verdadeira)². Imagens em 24 bits especificam exatamente como cada *pixel* deve ser visualizado e são bastante usadas em aplicações de sensoriamento remoto. Entretanto, a maioria das aplicações em SIG usa imagens em “banda única” (isto é, imagens *raster* que contém um único tipo de informação), requerendo uma tabela de cores para especificar como os valores da grade devem ser interpretados como cores.

- Mantendo o SIERRA.SIERRA234 na tela, use novamente o *DISPLAY Launcher* para mostrar também os arquivos SIERRA.SIERRA4 e SIERRA.SIERRANDVI. Use como *Palette file* (arquivo de tabela de cores) a opção *Grey Scale* (Tons de cinza) para o primeiro e a opção NDVI para o segundo.
- Cada uma destas duas imagens é uma imagem de “banda única”, requerendo a especificação de uma tabela de cores (*Palette*). Cada tabela de cores contém até 256 cores consecutivas. Clique em *Feature Properties* (Propriedades da feição) a partir do *Composer* ou da barra de ferramentas. Agora clique em vários *pixels* na imagem e observe os valores para as três imagens. Você pode ajustar o espaçamento entre as duas colunas movendo o mouse sobre o título das colunas e arrastando seu divisor para a esquerda ou para a direita.

Como você pode ver na caixa *Feature Properties* (Propriedades da feição), a imagem em 24 bits na verdade estoca três valores numéricos para cada *pixel* – os níveis de vermelho, verde e azul (cada um em uma escala de 0 a 255), da maneira como eles devem ser misturados para produzir a cor a ser exibida.

A imagem SIERRA.SIERRA4 é uma imagem da banda 4 do satélite Landsat e mostra o grau com o qual a paisagem refletiu a energia do sol no comprimento de onda do infravermelho próximo. Ela é idêntica em conceito a uma fotografia em preto e branco, embora tenha sido obtida com sistema escaneador ao invés de uma câmera. Esta banda única também está quantizada em 256 níveis, variando de 0 (exibido como preto na tabela de cores *Grey Scale*) a 255 (exibido como branco na tabela de cores *Grey Scale*). Note que esta banda também é uma das três componentes de SIERRA.SIERRA234. Em SIERRA.SIERRA234, a componente Banda 4 está associada com a cor primária vermelho³.

Na imagem SIERRA.SIERRA4 existe uma correspondência direta entre os valores dos *pixels* e as cores. Por exemplo, na tabela de cores *Grey Scale*, o cinza intermediário ocupa a 128ª posição (a metade entre o preto no 0 e o branco no 255) e será atribuído a qualquer *pixel* que tenha um valor de 128. Entretanto, note que a imagem SIERRA.SIERRANDVI não tem essa correspondência. Aqui os valores variam de -0,30 a 0,72. Em casos como este, o IDRISI usa um sistema de autoescalonamento para ligar os valores das células às cores da tabela de cores. Nós

¹ No sistema de números binário, 00000000 (8 bits) equivale a 0 no sistema decimal, enquanto 11111111 (8 bits) equivale a 255 no sistema decimal (um total de 256 valores).

² O grau com que esta imagem poderá exibir suas cores verdadeiras também depende do sistema gráfico do seu computador e das suas configurações. Você pode conferir as configurações atuais verificando as propriedades do seu sistema a partir do Painel de controle. Com o sistema configurado para 256 cores, a aparência pode ficar um pouco pobre. Obviamente, configurar o sistema para 24 bits resultará em melhor desempenho. Muitos sistemas também oferecem a possibilidade de usar 16 bits, cujo resultado é impossível de distinguir visualmente de 24 bits.

³ Tornou-se convencional especificar as cores primárias dos comprimentos de onda maiores para os menores (RGB) enquanto bandas de imagens de satélite são normalmente especificadas dos comprimentos de onda menores para os maiores (por exemplo, SIERRA234 é composta dos comprimentos de onda do verde, do vermelho e do infravermelho próximo, atribuídos respectivamente às cores primárias azul, verde e vermelho).

iremos explorar a questão do autoescalonamento com mais detalhe adiante. Por enquanto, simplesmente reconheça que, por padrão, o sistema divide igualmente o intervalo numérico atual (-0,30 a 0,72) em 256 classes e atribui a cada uma delas uma cor da tabela de cores. Por exemplo, para todas as células com valores entre -0,300 e -0,296 é atribuída a cor 0, para aquelas entre -0,296 e -0,292 é atribuída a cor 1, e assim por diante.

- d) A opção de *View as Graph* (Visualizar como gráfico) de *Feature Properties* (Propriedades da feição) também trabalha com autoescalonamento. Clique na caixa de checagem *View as Graph* na parte inferior da caixa *Feature Properties* para mudar a visualização para o modo gráfico e então clique sobre alguma das imagens abertas. Por padrão, as barras para cada imagem são escalonadas em comprimento entre o mínimo e o máximo daquela imagem. Assim, a barra com um comprimento intermediário significaria que o *pixel* selecionado tem um valor equivalente à metade entre o mínimo e máximo da imagem. Isto é chamado de escalonamento independente. Entretanto, note que também existe uma opção para aplicar um escalonamento relativo (*Relative Scaling*). Neste caso, todas as barras são escalonadas para um mínimo e um máximo uniformes para todo o grupo. Para fazê-lo, você deverá especificar o mínimo e o máximo a ser usado. Você pode aceitar o padrão oferecido.

O uso de grupos de arquivos é de ajuda considerável quando se deseja consultar um grupo de camadas relacionadas. Grupos de arquivos também podem ser usados para navegação simultânea dos membros do grupo.

Group Linked Zoom (Zoom vinculado a grupo)

- e) Feche a caixa *Feature Properties* clicando no seu ícone na barra de ferramentas ou clicando novamente no botão *Feature Properties* no *Composer*. Note que isso não desabilita o modo de consulta com o cursor (*Cursor Inquiry Mode*). Clique no seu ícone na barra de ferramentas para desabilitá-lo também. Agora, mova as três imagens na sua tela de forma que você possa ver a maior parte possível das três. Então, clique na camada SIERRA.SIERRA234 para torná-la a imagem ativa. Usando as teclas de *zoom* e *pan* (deslocamento), desloque-se sobre a imagem.

Normalmente, as operações *pan* e *zoom* somente afetam a janela de mapa ativa. Entretanto, como cada uma dessas janelas de mapa pertence a um grupo comum, suas operações de *pan* e *zoom* também podem estar vinculadas.

- f) Selecione o ícone *Group Link* (Vínculo de grupo) na barra de ferramentas. Agora se desloque e modifique o *zoom* sobre qualquer uma das imagens e veja o efeito. Também podemos ver isso com a operação *Zoom Window* (Ampliar janela). *Zoom Window* permite delinear uma região específica para ampliar o *zoom*. Para explorar isto, clique no ícone *Zoom Window* e então mova o mouse sobre uma das suas imagens. Note a forma do cursor. Nós iremos ampliar o *zoom* na área que contém o lago grande ao norte. Mova o mouse ao canto superior esquerdo da área retangular para a qual você deseja ampliar o *zoom*. Então mantenha o botão esquerdo pressionado e arraste o mouse até formar um retângulo que envolva a região do lago. Quando você soltar o mouse, essa região vai ser ampliada. Observe o efeito nos outros membros do grupo. Finalmente, clique no ícone *Restore Original Window* (Restaurar janela original) na barra de ferramentas (ou pressione a tecla *Home*). Note que este recurso de *zoom* vinculado pode ser desabilitado a qualquer momento clicando novamente sobre o ícone *Group Link*.

Placemarks (áreas pré-definidas)

À medida que você aplicar *zoom* em várias partes do mapa, você pode querer salvar uma área particular a fim de retornar a ela em outro momento. Isto pode ser feito através do uso de *Placemarks* (marcadores).

- g) Use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para abrir qualquer imagem que você queira. Então, use as teclas de *zoom* e deslocamento para ampliar uma área específica. Salve essa área clicando no ícone *Placemarks* (próximo ao ícone *Group Link*).

A aba *Placemarks* da caixa de diálogo *Map Properties* (Propriedades do mapa) é aberta. Vamos explorar essa caixa de diálogo mais profundamente no próximo exercício. Por enquanto, clique no botão *Add Current View as a New Placemark* (Adicional janela atual como um novo marcador) para salvar essa janela. Depois digite um nome qualquer na caixa de entrada que abre à direita e clique nos botões *Enter* e depois *OK*.

Agora, repita o procedimento de *zoom* para outra área qualquer, adicione como uma segunda marca e então saia da caixa de diálogo *Placemarks*. Pressione a tecla *Home* para restaurar a janela original do mapa. Neste ponto, sua janela não corresponde a nenhuma das áreas previamente selecionadas. Para retornar a uma delas, clique no ícone *Placemark* e então selecione o nome do marcador desejado a partir da janela de marcadores. Então, clique no botão *Go to Selected Placemark* (Ir para marcador selecionado).

O IDRISI permite que você mantenha até 10 marcadores por composição de mapa, onde uma composição consiste em uma janela única de mapa contendo uma ou mais camadas. No próximo exercício iremos explorar composições

de mapa com mais profundidade. Entretanto, por enquanto simplesmente é necessário reconhecer que marcadores serão perdidos se uma janela de mapa for removida da tela sem que a composição seja salva, e que marcadores são aplicadas a composições e não as camadas individuais de mapa.

Exercício 1-6 - Composição de mapas

Neste momento você já deve ter adquirido alguma familiaridade com o *Composer* – que aparece sempre que uma janela de mapa está na tela. Entretanto, como você verá nessa ilustração, ele é uma peça muito poderosa do sistema para a composição de mapas.

Componentes do mapa

Uma composição de mapa consiste de uma ou mais camadas e qualquer número de componentes auxiliares de mapa, tais como títulos, barra de escala e outros. Aqui nós revisaremos cada um destes elementos constituintes.

Map Window (Janela de Mapa)

A janela de mapa é uma janela dentro da qual todos os componentes do mapa estão contidos. Uma nova janela de mapa é criada toda vez que você usa o *DISPLAY Launcher* (Visualizador). A janela de mapa pode ser pensada como o pedaço de papel sobre o qual você cria sua composição. Embora o *DISPLAY Launcher* configure o tamanho da janela de mapa automaticamente, você pode mudar seu tamanho pressionando a tecla *End* ou a tecla *Home*. Você também pode mover o mouse sobre uma de suas bordas, manter o botão esquerdo pressionado e então arrastar a borda para dentro ou para fora.

Layer Frame (Moldura de camada)

A moldura de camada é uma região retangular na qual as camadas de mapa são visualizadas. Quando você usa o *DISPLAY Launcher*, e escolhe não mostrar o título ou a legenda, a moldura de camada e a janela do mapa têm exatamente o mesmo tamanho. Quando você decide mostrar a legenda, entretanto, a janela do mapa é aumentada de forma a acomodar a legenda à direita da moldura da camada. Neste caso, a janela do mapa fica maior do que a moldura de camada. Isto não é meramente uma distinção semântica. Como você verá na seqüência prática abaixo, existe realmente um objeto de moldura de camada que contém as camadas do mapa e que pode ser redimensionado e movido. Cada composição de mapa contém uma moldura de camada.

Legends (Legendas)

Legendas podem ser construídas para camadas *raster* e para camadas vetoriais de pontos, linhas e polígonos. Como todos os componentes de mapa, elas são redimensionáveis e podem ser reposicionadas. O sistema permite que você visualize legendas para até cinco camadas simultaneamente. O conteúdo do texto das legendas é derivado tanto das informações de legenda existentes no arquivo de documentação da camada envolvida, ou é construída automaticamente pelo sistema.

Scale Bar (Barra de escala)

O sistema permite a exibição de uma barra de escala cujo comprimento, texto, número de divisões e cor você pode controlar.

North Arrow (Seta de Norte)

A seta de norte padrão permite não só mudanças de texto e de cor, mas também da sua declinação (seu ângulo a partir do norte da grade). Ângulos de declinação são sempre especificados como azimutes (como um ângulo de 0 a 360° a partir do norte, em sentido horário).

Titles (Títulos)

Além de camadas de texto (que descrevem feições de camadas), você também tem a possibilidade de adicionar até três títulos livres flutuantes. Esses são referidos como *Title* (título), *Subtitle* (subtítulo) e *Caption* (legenda). Entretanto, eles são todos objetos de mapa de caráter idêntico e podem ser usados para qualquer outro propósito.

Text Frame (Moldura de texto)

Além dos títulos, você também pode incorporar uma moldura de texto. Uma moldura de texto é uma caixa retangular redimensionável e reposicionável que contém texto. É comumente usada para blocos de texto descritivos

ou créditos. Não existe limite para a quantidade de texto, embora raramente se use mais de um ou dois parágrafos (por razões relacionadas ao espaço da composição do mapa).

Graphic Insets (Inserções gráficas)

O IDRISI também permite que você incorpore até duas inserções gráficas no mapa. Uma inserção gráfica pode ser um arquivo *Windows Metafile* (.wmf), um *Enhanced Windows Metafile* (.emf) ou um *Windows Bitmap* (.bmp). Ela é tanto redimensionável quanto reposicionável. Note que o formato *Windows Metafile* (.wmf) vem sendo substituído pelo *Enhanced Windows Metafile* (.emf), que é preferível.

Map Grid (Grade de mapa)

Uma grade de mapa pode ser também incorporada na sua composição muito facilmente. Os parâmetros incluem a posição da origem e o incremento (isto é, o intervalo) em X e Y e a habilidade de dispor grades ou marcadores. A grade é automaticamente rotulada e pode ser modificada em sua posição, cor e fonte de texto.

Backgrounds (Fundos)

Todos os componentes do mapa têm um fundo. Por padrão, todos são brancos. Entretanto, cada um pode ser modificado individualmente ou como um grupo. Os fundos da moldura de camada e da janela de mapa merecem atenção especial.

Quando uma ou mais camadas *raster* estão presentes na composição, o fundo da moldura de camada nunca será visível. Entretanto, quando somente camadas vetoriais estiverem envolvidas, o fundo da moldura da camada ficará evidente sempre que não houver feição presente. Por exemplo, se você está criando um mapa de uma ilha com camadas vetoriais, você pode querer colorir o fundo da moldura de camada de azul para transmitir a noção de seu oceano adjacente.

Mudar o fundo da janela de mapa é como mudar a cor do papel sobre o qual você desenha o mapa. Entretanto, quando você faz isso, você pode querer forçar todos os outros componentes do mapa a ter a mesma cor de fundo. Como você verá logo abaixo, existe uma maneira simples de forçar todos os componentes do mapa a adotar a cor do fundo da janela de mapa.

Construindo a composição

Assim que você abre uma janela de mapa, você começa o processo de criação de uma composição de mapa. O IDRISI acompanha automaticamente as posições e estados de todos os componentes. Entretanto, eles serão perdidos a menos que você salve a composição antes de fechar a janela do mapa.

- a) Use o *DISPLAY Launcher* para abrir a janela de mapa com a camada raster chamada WESTLUSE. Escolha a tabela de cores (Palette file) personalizada chamada WESTLUSE. Também se certifique que as opções de legenda e título estão ativadas. Então clique OK.

O *DISPLAY Launcher* fornece um recurso de composição rápida para uma única camada, com posicionamento automático do título e da legenda (se escolhidos). Para adicionar outras camadas ou componentes de mapa, entretanto, precisaremos usar outras ferramentas. Vamos primeiro adicionar outras camadas à composição. Todas as camadas adicionais são inseridas com o *Composer*.

- b) Clique no botão *Add Layer* (Adicionar camada) do *Composer*¹. Depois adicione a camada vetorial chamada WESTROAD usando o arquivo de símbolo também chamado WESTROAD. Então, clique no botão *Add Layer* novamente e adicione a camada vetorial de texto chamada WESTBOROTXT. Ela também tem um arquivo especial de símbolo, chamado WESTBOROTXT.

O texto aqui é provavelmente muito difícil de ler. Por isso, pressione a tecla *End* (ou clique no botão *Maximize Display of Layer Frame* na barra de ferramentas) para expandir sua composição. Dependendo da sua resolução de visualização, isso pode ou não ajudar muito. Entretanto, isto é uma limitação do seu sistema de visualização somente. Quando for impresso, o texto terá uma qualidade significativamente melhor (já que as impressoras caracteristicamente têm resolução maior que os monitores).

- c) Uma característica adicional das camadas de texto é que elas mantêm seu tamanho relativo. Use as teclas *PgUp* e *PgDn* (ou os botões correspondentes no *Composer*) para aumentar o *zoom* no mapa. Note como o texto se torna

¹ Há dois atalhos para *Add Layer* (Adicionar camada), “r” para raster e “v” para vetorial. Com uma janela de mapa ativa, pressione as teclas “r” ou “v” para chamar a caixa de diálogo *Add Layer*.

fisicamente maior, mas retém seu tamanho relativo. Como você verá mais tarde, existe uma maneira pela qual você pode especificamente configurar a relação entre a escala do mapa e o tamanho do texto.

Modificando a Composição

- d) Pressione a tecla *Home* e então a tecla *End* para retornar ao estado anterior da composição. Depois clique no botão *Map Properties* (Propriedades do mapa) no *Composer*. Esta caixa de diálogo com abas contém os meios para controlar todos os componentes da composição que não são camadas de informação.

Por padrão, a caixa de diálogo *Map Properties* abre a aba *Legends* (Legendas). Nesse caso, nós precisamos adicionar uma legenda para a camada estradas. Note como o primeiro objeto de legenda é configurado para a camada WESTLUSE. Isto foi especificado quando você escolheu exibir uma legenda quanto abriu pela primeira vez a camada. Nós, então, precisaremos usar um dos objetos de legenda restantes. Clique na seta para baixo ao lado da caixa de entrada de *Legend 2*, para abrir uma lista de todas as camadas da composição. Selecione a camada WESTROAD. Note que a propriedade *visible* (visível) é automaticamente selecionada. Agora clique no botão *Select Font* (Selecionar fonte) e configure o tamanho do texto 8, selecione a fonte Arial, o estilo normal e a cor preta. Depois clique no botão *Select Font* para a legenda WESTLUSE e certifique-se que ela tem as mesmas configurações. Então clique OK.

- e) Quando o *DISPLAY Launcher* inicia uma visualização, ele tem o controle completo da posição de todos os elementos. Entretanto, depois disso, quando qualquer novo componente é adicionado, nós mesmos temos que definir a sua localização. Claramente, esta nova legenda não está onde deveria. Assim, mova o mouse sobre a legenda das estradas e dê um duplo clique sobre ela. Isto produzirá um conjunto de barras de dimensionamento/movimento ao longo da borda do componente. Quando elas aparecem, o componente pode ser tanto redimensionado quanto movido. Coloque o mouse sobre a legenda, mantenha o botão esquerdo pressionado e arraste-a para baixo da legenda de uso do solo (WESTLUSE). Então, para fixar sua localização (e assim finalizar a operação de mover/redimensionar), clique sobre qualquer outro componente do mapa (ou na barra superior da janela do mapa). Assim que fizer isso, as barras de redimensionamento desaparecem.
- f) Agora, mova o mouse sobre o título e clique com o botão direito do mouse. Clicar com o botão direito sobre qualquer elemento da composição do mapa abrirá a caixa de diálogo *Map Properties* com a aba apropriada para o componente de mapa envolvido². Note que o componente *Title* (Título) foi configurado como *visible* (visível). Novamente, isto foi configurado quando a camada de uso do solo chamada WESTLUSE foi aberta. Quando a opção *Display Title* (Exibir título) foi selecionada no *DISPLAY Launcher*, ele adotou o texto de título existente no arquivo de documentação daquela camada³. Entretanto, nós vamos alterar isso. Mude o título para “Westborough, Massachusetts”. Então, clique no botão *Select Font* e mude a fonte para Times New Roman, estilo itálico e negrito, cor marron e tamanho 22.

Depois, clique na caixa de entrada *Caption Text* (Entrada de texto) e digite “Landuse / Landcover”. Mude a fonte para Arial, negrito, tamanho 8 e cor marron. Então, clique OK. Posicionaremos este texto em cima da legenda de uso do solo. Para isso, dê um duplo clique sobre cada uma das legendas (estradas e uso do solo) a fim de movê-las para baixo de forma que o texto possa ficar acima da legenda de uso do solo (mas não acima da moldura de camada).

- g) Agora abra a janela *Map Properties* outra vez e selecione a aba *Graphic Insets* (Inserções gráficas). Use o botão *Browse* para procurar o bitmap WESTBORO.BMP. Selecione este arquivo e habilite a propriedade *Stretchable* (Realçável) e desabilite a opção *Show Border* (Exibir borda). Então clique OK. Você notará imediatamente que precisa mudar tanto a posição quanto redimensionar este componente. Dê um duplo clique na inserção e mova-a de forma que fique no canto inferior direito da janela do mapa, mantendo uma pequena margem igual àquela entre a moldura de camada e a janela do mapa. Então, selecione a marca superior esquerda de redimensionamento e arraste-a em diagonal para cima e para esquerda até que a inserção ocupe todo a extensão da área da legenda (de novo deixando uma pequena margem igual àquela localizado no lado direito). Certifique-se também que a forma está aproximadamente quadrada. Então, clique em qualquer outro componente (ou na barra superior da janela do mapa) para confirmar a posição da inserção.
- h) Agora abra *Map Properties* novamente e selecione a aba *Scale Bar* (Barra de escala). Configure o item *Units text* (Texto das unidades) como metros, *Number of divisions* (Número de divisões) como 4 e *Length* (Comprimento) como 2000. Também clique no botão *Select Font* e mude a fonte para Arial preto normal tamanho 8 e clique OK. Então, dê um clique duplo na barra de escala e mova-a para a posição entre a inserção gráfica e a legenda das estradas. Clique na barra superior da janela do mapa para confirmar a posição.

² Se você clicar com o botão direito sobre a moldura de camada, é ativada a aba de legendas.

³ Se a entrada para o título no arquivo de documentação estiver em branco nenhum título irá ser exibido, mas mesmo assim o *Display Launcher* reserva o respectivo espaço na janela de mapa.

- i) Agora selecione a aba *Background* (Fundo) de *Map Properties*. Clique na caixa *Map Window Background Color* (Cor do fundo da janela de mapa) para abrir a caixa de diálogo de seleção de cor. Selecione a caixa de cor no extremo superior esquerdo e clique no botão *Define Custom Colors* (Definir cores personalizadas). Isto produzirá uma caixa de diálogo expandida na qual as cores podem ser configuradas graficamente, ou através de sua especificação RGB ou HLS. Especifique os valores de vermelho, verde e azul como 255, 221 e 157, respectivamente. Então, clique no botão *Add to Custom Colors* (Adicionar às cores personalizadas), seguido pelo botão *OK*. Agora que você está de volta à aba *Background*, habilite a opção *Assign Map Window Background Color to All Map Components* (Atribuir cor de fundo da janela de mapa a todos os componentes do mapa). Então clique *OK*.
- j) Desta vez, selecione a aba *Map Grid* (Grade do mapa) de *Map Properties* (Propriedades do mapa) Configure as coordenadas *Origin X* (Origem em X) e *Origin Y* (Origem em Y) como 0 e *Increment X* (Incremento em X) e *Increment Y* (Incremento em Y) como 200. Clique na opção *Current View* (Janela atual) abaixo de *Map Grid Bounds* (Bordas da grade). Em *Text Options* (Opções de texto) a opção *Number Inside* (Números internos). Clique na caixa *Grid line color* (Cor da linha de grade) e selecione a cor ciano brilhante (coluna 5 e linha 2) das opções de seleção de cor. Configure *Decimal Places* (Casas decimais) como 0 e *Grid Line Width* (Espessura da linha de grade) como 1. Então configure a fonte como *Arial normal*, tamanho 8, com a cor *Aqua* (Azul-piscina) para combinar com a grade. Então clique *OK* e veja o resultado.
- k) Finalmente, abra *Map Properties* e selecione a aba *GeoReferencing* (Georreferenciamento). Não mudaremos nada aqui, mas simplesmente examine seu conteúdo. Esta aba é usada para configurar limites específicos para a composição e para a janela atual. Note que as unidades estão especificadas nas unidades de referência do mapa, as quais podem representar um múltiplo de unidades no terreno. Nesse caso, cada unidade de referência do mapa representa 20 metros. Note também as entradas para mudar a relação das coordenadas do sistema de referência para pontos de texto. Neste momento, isto está configurado como 1. Isto significa que cada ponto de texto equivale a uma unidade do mapa, que por sua vez representa 20 metros. Assim, por exemplo, um rótulo de texto de tamanho 8 ocuparia uma extensão equivalente a 160 metros no terreno. Mudando este valor para 2 significaria que o tamanho 8 (8 *points*) teria o equivalente a 320 metros. Faça alguns testes mudando esse valor. Você precisará clicar em *OK* para ver a mudança. Entretanto, depois de testar algumas alternativas, certifique-se de retornar o valor novamente para 1 antes de prosseguir.
- l) Agora vamos para a aba *North Arrow* (Seta de Norte). Selecione uma das setas de norte com seu cursor. Isto automaticamente habilitará a opção *visible* (visível). Além das setas de norte padrão, você tem a opção de criar a sua própria e importá-la como um arquivo BMP ou EMF. Você tem opções adicionais para configurar a cor de fundo e a declinação. Como todos os demais componentes, a seta de norte também é redimensionável/reposicionável. Posicione-a abaixo das legendas.
- m) Para finalizar, clique *OK* e saia de *Map Properties*.

Salvando e imprimindo a composição

Isto completa nossa composição de mapa. Naturalmente, seria bom salvar ou imprimir a composição. Para isso, precisamos retornar ao *Composer*.

- n) Clique no botão *Save* (Salvar) no *Composer*. Note a variedade de opções que você tem. Entretanto, somente a primeira realmente salva a sua composição de uma forma que você possa recriar e editar ou estendê-la posteriormente. Clique agora e salve a composição de mapa com o nome WESTBORO. Isto criará um arquivo de composição de mapa chamado "WESTBORO.MAP" na sua pasta de trabalho. Entretanto, ela só contém instruções de como criar o mapa e não as camadas de dados que o compõem. Ela assume que ao recriar o mapa, será possível encontrar as camadas que o compõem, seja na pasta de trabalho ou nas pastas de recursos do seu projeto. Assim, se você deseja copiar a composição para outro local, você deve lembrar de copiar tanto o arquivo *.map quanto todas as suas camadas, tabelas de cores e arquivos de símbolo necessários (o *IDRISI Explorer* pode ser usado para copiar os arquivos).
- o) Uma vez que você tenha salvo sua composição, remova-a da tela. Então abra o *DISPLAY Launcher* e selecione a opção *Map Composition* (Composição de mapa) e procure pela sua composição chamada WESTBORO. Selecione-a e clique *OK* para ver o resultado. Uma vez que a sua composição tenha sido aberta, ela estará exatamente onde você a deixou antes.
- p) Agora pressione o botão *Print* (Imprimir) do *Composer*. Selecione sua impressora e revise suas propriedades de impressão. Se a caixa de diálogo de configuração da sua impressora possuir uma aba para gráficos ou qualidade de impressão, selecione-a e examine as configurações. Certifique-se de que ela esteja configurada para a melhor qualidade disponível. Se houver a opção de rasterizar todos os objetos gráficos (em vez de usar gráficos vetoriais), selecione-a também. Isso é importante porque impressoras que têm essa opção freqüentemente não

têm memória suficiente para processar objetos de mapas complexos diretamente como vetores. Selecionando a rasterização, o processamento será feito no computador e não na impressora (uma alternativa melhor).

Depois de revisar as opções gráficas, configure a orientação do papel para paisagem e então imprima seu mapa.

Notas finais importantes sobre impressão e composições

O resultado que você obterá na impressão dependerá de vários fatores:

- Você deve trabalhar com fontes *True Type* se tem a intenção de imprimir seu mapa. Fontes que não são *True Type* não podem ser rotacionadas adequadamente pelo *Windows*. Além disso, algumas impressoras substituem algumas fontes desse tipo por outras sem avisar. Fontes *True Type* são sempre identificadas pelo *Windows* na caixa de diálogo de seleção de fontes.
- Algumas impressoras têm a opção de renderizar fontes *True Type* como gráficos ou de baixá-las como “*soft fonts*”. Você pode experimentar ambas as opções, mas a maioria das impressoras com essa possibilidade requer a segunda opção para imprimir os fundos das fontes corretamente.
- Provavelmente a melhor alternativa de impressoras para SIG e processamento de imagens ainda seja o uso de impressoras a jato de tinta. Entretanto, a qualidade do papel faz uma grande diferença. Papéis para impressão em qualidade de fotografia terão resultados excelentes, enquanto papéis comuns podem ter resultados com aparência borrada e com baixa fidelidade nas cores.

Salve a composição de mapa WESTBORO para usarmos no Exercício 1-8.

Exercício 1-7 - Tabelas de cores, símbolos e camadas de texto

Durante a execução dos exercícios anteriores, nós usamos arquivos de tabelas de cores (*Palettes*) e símbolos para mostrar graficamente as camadas de mapa. Através das opções *Advanced Palette/Symbol Selection* (Seleção avançada de tabela de cores/símbolo) do *DISPLAY Launcher* e do *Layer Properties* no *Composer*, o IDRISI fornece mais de 1300 arquivos de tabelas de cores e símbolos pré-definidos. Entretanto, haverá casos em que você precisará construir uma tabela de cores especial para uma camada de mapa específica. Neste exercício, exploramos como criar esses arquivos. Além disso, exploramos a criação de camadas de texto (a principal forma de anotação) através da digitalização.

Criando tabelas de cores para camadas raster

Tanto os arquivos de símbolo quanto de tabela de cores são criados com o *Symbol Workshop* (Oficina de símbolos). Entretanto, devido à frequência com a qual se necessita criar tabelas de cores, um ícone especial está disponível na barra de ferramentas para acessar a opção de tabelas de cores do *Symbol Workshop*.

- a) Ache o ícone *Symbol Workshop* e clique sobre ele. Criaremos uma nova tabela de cores para visualizar superfícies topográficas. Note a grande matriz de caixas à direita. Elas representam as 256 cores possíveis na tabela de cores¹. No momento, elas estão todas configuradas para a mesma cor. Nós iremos alterar isso logo. Agora mova o cursor sobre essas caixas e observe que uma dica é mostrada, indicando qual das 256 entradas de tabela de cores cada caixa representa.

Clique na caixa 0. Especifique o tipo *Palette* (Tabela de cores), digite o nome ETDEM e clique OK.

- b) Agora será apresentada a caixa de diálogo padrão de cores do *Windows*. A cor que queremos para essa entrada é o preto, que se situa no canto inferior esquerdo da seção de cores básicas na caixa de diálogo. Selecione-a e clique OK.
- c) Agora clique na caixa 17. Defina uma cor personalizada digitando os valores para vermelho, verde e azul (RGB) respectivamente como 136, 222 e 64 e clique OK. Então, ao lado direito do botão *Blend* (misturar) digite o valor 0 na opção *From* (de) e o valor 17 na opção *To* (até) e depois clique no botão *Blend*.
- d) Agora localize a caixa 51 da tabela de cores e configure seus valores RGB como 255, 232 e 123. Configure novamente os limites de mistura entre os valores 17 (*From*) e 51 (*To*) e clique no botão *Blend*.
- e) Configure a caixa 119 da tabela de cores para um RGB de 255, 188 e 76. Depois, misture de 51 (*From*) a 119 (*To*).
- f) Configure a caixa 238 da tabela de cores para um RGB de 180, 255 e 255. Depois, misture novamente de 119 a 238.
- g) Finalmente, configure a caixa 255 como branca. Esta é a amostra de cor no canto inferior direito da seção de cores básicas (ou você pode configurá-la digitando um RGB de 255, 255 e 255). Então, misture do 238 ao 255. Isto completa a tabela de cores. Podemos salvá-la agora selecionando a opção *Save* (Salvar) a partir do menu *File* (Arquivo) do *Symbol Workshop*. Saia do *Symbol Workshop*.
- h) Agora use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para ver a imagem *raster* chamada ETDEM. Você notará que o *DISPLAY Launcher* automaticamente detecta que existe uma tabela de cores com o mesmo nome da imagem a ser visualizada e assume que você quer usá-la. Entretanto, se você usou um nome diferente, você simplesmente precisaria selecionar a opção *Other/User-defined* (Outra/Personalizada) e escolher a tabela de cores que você recém criou a partir da lista de seleção².

Criando arquivos de símbolo para camadas vetoriais

O mapa que você recém visualizou representa a elevação na Etiópia. Agora iremos adicionar sobre a elevação uma camada vetorial de linhas contendo os limites de províncias.

¹ O limite de 256 cores por tabela de cores é estabelecido pelo *Windows*.

² Note que tabelas de cores personalizadas são sempre armazenadas na pasta de trabalho ativa. Entretanto, você pode salvá-las em qualquer local usando a opção *Save as* (Salvar como). Se você criou um arquivo de símbolo que você deseja usar em vários projetos, salve-o na pasta *Symbols* existente na pasta do programa IDRISI Taiga.

- i) Use o botão *Add Layer* (Adicionar camada) do *Composer* e adicione o arquivo chamado ETPROV com o arquivo de símbolo *Outline Black*. Como você pode ver, essas linhas (finas e sólidas em preto) são de alguma forma escuras demais para a tabela de cores delicada que acabamos de criar. Assim, vamos criar um novo arquivo de símbolo usando linhas cinza.
- j) Abra o *Symbol Workshop* tanto a partir do menu *Display* (Visualização) quanto clicando sobre seu ícone na barra de ferramentas. No menu *File* do *Symbol Workshop*, selecione a opção *New* (Novo). Quando a caixa de diálogo *New Symbol File* (Novo arquivo de símbolo) aparecer, clique em *Line* (Linha) e especifique o nome Grey.
- k) Agora, selecione o símbolo 0 e configure sua largura como 1 e seu estilo como sólido. Então, clique na caixa de cor para acessar a caixa de diálogo de cores do *Windows* e configure as cores para RGB 128, 128 e 128. Clique *OK* para sair da caixa de diálogo de seleção de cor e de novo, para sair da caixa de diálogo *Line Symbol* (Símbolo de linha).
- l) Agora clique no botão *Copy* (Copiar). Por padrão, esta função está configurada para copiar as características do símbolo 0 para todos os outros símbolos. Assim, todos os 256 símbolos devem agora parecer iguais ao símbolo 0. Escolha a opção *Save* a partir do menu *File* do *Symbol Workshop* e feche o *Symbol Workshop*.
- m) Nós agora aplicaremos o arquivo de símbolo recém criado para a camada vetorial de limites de províncias na visualização do mapa. Clique sobre o nome do arquivo ETPROV na lista de camadas no *Composer* (para selecioná-lo) e então no botão *Layer Properties* (Propriedades da camada). Mude o arquivo de símbolo para Grey. Então, clique no botão *OK* da caixa de diálogo *Layer Properties*. Os limites em cinza mais sutis para os limites da província ficam melhores com as cores da tabela de cores da elevação.

Digitalizando camadas de texto

Nosso próximo passo será criar um conjunto de rótulos para as províncias da Etiópia. Isto será feito criando um arquivo de símbolo de texto, e uma camada de texto com o rótulo das feições.

- n) Abra o *Symbol Workshop* a partir do menu *File* e selecione *New*. Na caixa de diálogo *New Symbol File*, selecione a opção *Text* (Texto) e digite o nome PROVTEXT. Selecione o símbolo 0 e configure suas características para Times New Roman 12 negrito itálico em marron. Clique *OK* para retornar à caixa de diálogo principal do *Symbol Workshop* e use o botão *Copy* para copiar esse símbolo para todas as outras caixas. Então salve o arquivo (a partir do menu *File*) e saia do *Symbol Workshop*.

Nós agora temos um arquivo de símbolo para usar nos rótulos das províncias. Para criar uma camada de texto com o nome das províncias nós usaremos a ferramenta de digitalização em tela do IDRISI. Antes de começar, entretanto, examine as províncias mostradas na sua composição. Note que se você começar pela província mais ao norte e se mover em sentido horário ao redor da fronteira, você contará 11 províncias, com 2 províncias adicionais no meio – uma ao norte e outra ao sul. Esta é a ordem que digitalizaremos: número 1 para a província mais ao norte, número 2 para a sua vizinha em sentido horário e assim por diante, terminando na de número 13 na província interna mais ao sul.

- o) Primeiro, pressione a tecla *End* para expandir sua composição o máximo possível. Então, clique no ícone *Digitize* (Digitalizar) na barra de ferramentas (aquele com uma cruz em um círculo). Se a camada em destaque no *Composer* é a ETPROV, você então será questionado se deseja adicionar novas feições a essa camada existente ou criar uma nova camada. Indique que você deseja criar uma nova camada selecionando a opção *Create a new layer for the features to be digitized* (Criar uma nova camada para as feições a serem digitalizadas). Se, por outro lado, a camada destacada no *Composer* fosse ETDEM, automaticamente se assume que você gostaria de criar uma nova camada, uma vez que ETDEM é uma camada *raster* e a ferramenta de digitalização em tela sempre cria camadas vetoriais.
- p) Digite PROVTEXT como o nome da camada a ser criada e clique em *Text* como o tipo de camada. Para o arquivo de símbolo, especifique o PROVTEXT que você criou há pouco. Especifique o valor 1 como o índice da primeira feição, certifique-se que a opção de *Automatic Index* (Indexação automática) está habilitada, e então clique *OK*. Agora, mova o cursor para o meio da província mais ao norte e clique com o botão esquerdo do mouse. Entre TIGRAY como o texto do rótulo. A maioria dos outros elementos pode ser deixada com seus valores padrão. Entretanto, selecione a opção *Specify Rotation Angle* (Especificar ângulo de rotação) e deixe-a com o valor padrão de 90°. Também, a posição relativa do texto deve ser deixada como *Center* (Centralizado). Então clique *OK*.
- q) Repita esta ação para cada uma das províncias. Seus nomes e os ID das feições (o tipo de símbolo permanecerá 1 para todos os casos) estão listados abaixo. Lembre de digitalizá-los no sentido horário. Para as duas províncias centrais, digitalize a mais ao norte primeiro.

2 – Welo

- 3 – Harerge
- 4 – Bale
- 5 – Sidamo
- 6 – Gamo Gofa
- 7 – Kefa
- 8 – Ilubabor
- 9 – Welega
- 10 – Gojam
- 11 – Gonder
- 12 – Shewa
- 13 – Arsi

Não se preocupe se você cometeu alguns erros, já que eles podem ser corrigidos mais tarde. Quando você tiver terminado, clique com o botão direito do mouse para sinalizar que você acabou a digitalização. Então, clique no ícone *Save Digitized Data* (Salvar dados digitalizados) na barra de ferramentas (uma seta vermelha apontando para baixo, o segundo ícone à direita do ícone *Digitize*) para salvar a sua camada de texto.

- r) Quando nós inicialmente criamos esta camada de texto, fizemos todos os rótulos na horizontal. Vamos apagar o rótulo Shewa e colocá-lo em um ângulo com a mesma orientação da província. Certifique-se de que a camada de texto PROVTEXT está em destaque no *Composer*. Clique no ícone *Delete Feature* (Excluir feição) na barra de ferramentas (um X vermelho à direita do ícone *Digitize*). Então mova o cursor sobre o rótulo Shewa e clique com o botão esquerdo do mouse para selecioná-lo. Pressione a tecla *Delete* no teclado. O IDRISI abrirá uma mensagem de advertência para confirmar se você deseja excluir a feição. Clique *Yes*. Clique no ícone *Delete Feature* de novo para encerrar esse módulo. Agora clique no ícone *Digitize* e indique que você deseja adicionar uma feição à camada existente. Especifique que o índice a ser adicionado à primeira feição deve ser 12. Então, mova o cursor para o centro de província Shewa e clique com o botão esquerdo do mouse. Como antes, digite o nome Shewa, mas desta vez indique que você deseja usar o modo *Interactive Rotation Specification* (Especificação de rotação interativa). Então clique *OK* e mova o cursor para a direita. Note a linha de rotação do ângulo. Isto é usado para facilitar a especificação do ângulo de rotação. O comprimento da linha não tem nenhum significado – só o ângulo é importante. Agora incline a linha em direção nordeste em um ângulo similar ao ângulo da província. Finalmente, clique com o botão esquerdo do mouse para posicionar o texto.

Se você cometeu algum erro na construção da camada de texto, você pode corrigi-lo da mesma maneira. Do contrário, clique com o botão direito do mouse para finalizar a digitalização e então salve a sua camada refeita clicando no ícone *Save Digitized Data* na barra de ferramentas³.

- s) Para completar a sua composição, coloque a legenda para a camada de elevação no canto superior direito da moldura da camada. Como a cor do fundo da camada é preto, você pode usar *Map Properties* para mudar a cor do texto da legenda para branco e seu fundo também para preto.
- t) Adicione outros componentes de mapa se quiser e então salve a composição com o nome de ETHIOPIA.
- u) Salve a composição de mapa ETHIOPIA para ser usada no exercício 1-8 a seguir.

Camadas de foto

Uma camada de foto é um exemplo especial da camada de texto. Ela foi desenvolvida especificamente para ser usada na verificação de verdade de campo. Esta seção final do exercício pretende demonstrar o uso de camadas de foto como parte de um exercício de verdade de campo na Venezuela. Camadas de foto são criadas como camadas de texto durante o processo de digitalização em tela, tanto através da digitalização de uma nova camada de texto quanto da inserção de pontos durante uma interação com GPS. Em ambos os casos, o uso de uma sintaxe correta para a entrada de texto criará uma camada de foto.

- v) Usando o *DISPLAY Launcher*, visualize a camada LANDSAT345_JUNE2001. Então, use *Add Layer* do *Composer* para adicionar a camada vetorial de texto chamada CORRIDOR.

³ Se você esquecer de salvar sua digitalização, o IDRISI perguntará se você deseja salvá-la quando fechar a composição de mapa.

Quatro rótulos de texto irão aparecer, correspondendo a locais de verdade de campo. O exercício de verdade de campo foi realizado com o objetivo de criar um mapa de uso do solo a partir das imagens Landsat mostradas na camada *raster*. Durante o exercício, um GPS foi conectado a um laptop. À medida que os pontos da trajetória eram coletados, fotos também eram tiradas para identificar a cobertura do solo, as quais poderiam ser usadas para facilitar o processo de classificação.

Quando a camada de texto é visualizada, os rótulos de texto associados a fotos ficarão sublinhados. No nosso caso, os rótulos mostrados são diferentes horários do dia, mas em dias diferentes.

w) Usando o *Cursor Inquiry Mode* (Modo de consulta com o cursor), clique no local do texto. As fotos associadas somente com aquele rótulo serão mostradas. Somente um rótulo de camada de foto pode ser mostrado por vez. Clique nos outros rótulos e as fotos anteriores serão removidas à medida que outras camadas são exibidas.

Cada foto mostrada corresponde exatamente ao azimute de visada do local onde a foto foi tirada. Quando você move o cursor sobre a barra superior de uma foto, seu título será mostrado. No nosso caso, cada foto tem um título correspondente ao nome da foto e também seu azimute. Setas corresponderão ao azimute.

Você pode revisar o *Help* (Ajuda) sobre camadas de foto para detalhes mais completos sobre a criação destas camadas de texto. Uma vez criadas, você pode usá-las para lembrar sua experiência de verdade de campo.

Exercício 1-8 - Estrutura de dados e escalonamento

- a) Use o DISPLAY Launcher (Visualizador) para ver as composições de mapa WESTBORO e ETHIOPIA criadas nos exercícios 1-6 e 1-71. Observe a diferença entre a legenda para a camada WESTUSE da composição WESTBORO e a legenda de ETDEM da composição ETHIOPIA. Para avaliar as razões destas diferenças, entre no *IDRISI Explorer* a partir do menu *File* (Arquivo) ou clique no ícone correspondente (o primeiro ícone) na barra de ferramentas.

O *IDRISI Explorer* é uma ferramenta de propósito geral para gerenciar e explorar arquivos e projetos do IDRISI. Você pode usar o *IDRISI Explorer* para configurar o ambiente de seu projeto, gerenciar os grupos de arquivos, revisar *metadados*, visualizar arquivos e simplesmente organizar seus dados através de ferramentas como os comandos copiar, excluir, renomear e mover. Você pode usar o *IDRISI Explorer* para ver a estrutura dos formatos de arquivos do IDRISI e para arrastar arquivos para dentro das caixas de diálogo do IDRISI. O *IDRISI Explorer* é permanentemente localizado à esquerda da área de trabalho do IDRISI. Ele não pode ser movido, mas pode ser minimizado e redimensionado horizontalmente.

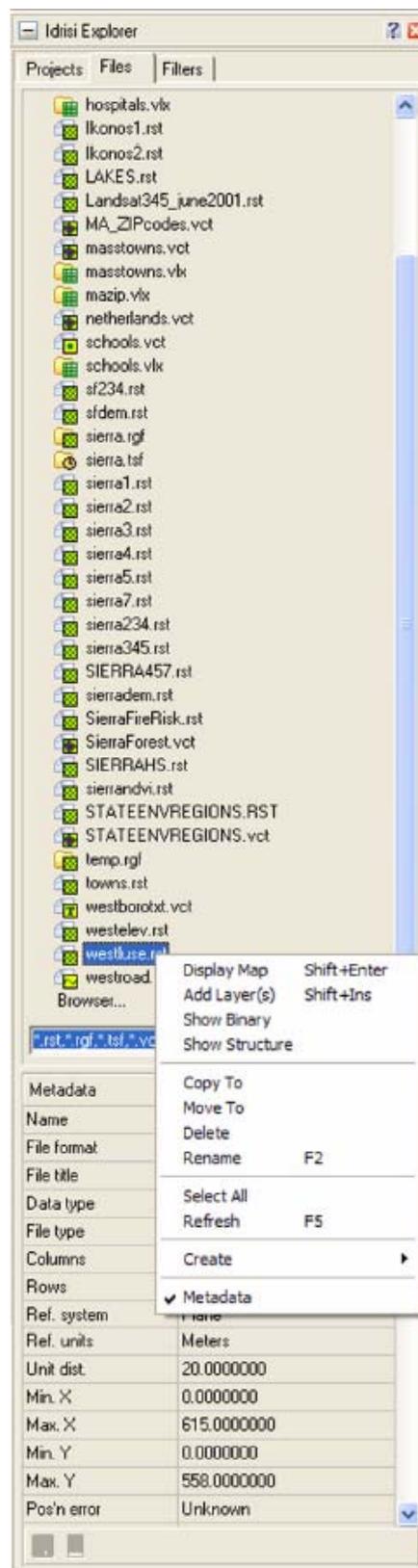
Com a aba *Files* (Arquivos) selecionada no *IDRISI Explorer*, você notará que somente arquivos selecionados pelo filtro serão mostrados na lista de arquivos. Note que existe uma aba *Filters* (Filtros) onde se pode selecionar os tipos de arquivos a exibir na aba *Files*. Alternativamente, você pode alterar o filtro na porção inferior do painel *Files*. Quando você abre o *IDRISI Explorer* pela primeira vez, ele automaticamente lista os arquivos da sua pasta de trabalho. Entretanto, você pode optar por listar os arquivos de qualquer uma das suas pastas de recursos também.

- b) A partir da aba *Files* selecione a pasta que contém as imagens *raster* WESTLUSE e ETDEM. Procure o arquivo WESTLUSE e clique com o botão direito sobre o seu nome.

Ao clicar com o botão direito sobre qualquer arquivo, será apresentada uma lista de opções, incluindo copiar, excluir e renomear arquivos, juntamente com opções para mostrar sua estrutura e/ou ver o conteúdo de um arquivo binário. Usaremos essas operações mais tarde neste exercício.

- c) Clique com o botão direito novamente em qualquer arquivo da lista e certifique-se que a opção *Metadata* está selecionada e aberta na porção inferior da aba *Files*. Agora, observe que à medida que você seleciona qualquer arquivo, os metadados para este arquivo são exibidos. Novamente, selecione a camada WESTLUSE. Observe que o nome é listado como "WESTLUSE.RST". Este é o arquivo de dados para esta imagem *raster*, que tem uma extensão "*.rst".

Agora mude o filtro para mostrar todos os arquivos. Vá para a caixa de entrada na base da aba *Files* e clique na seta para baixo existente à sua direita. Selecione a opção *All Files (*.*)*. Agora, localize novamente WESTLUSE.RST. Note, entretanto, agora também é mostrado um segundo arquivo com uma extensão "*.rdc". O arquivo "*.rdc" é seu arquivo de metadados. O termo metadados significa "dados sobre dados", ou seja, a documentação dos dados



¹ Se você não completou os exercícios anteriores, visualize a imagem *raster* WESTLUSE com a tabela de cores WESTLUSE e uma legenda. Visualize também a imagem *raster* ETDEM com a tabela de cores ETDEM (ou com a tabela de cores IDRISI Default Quantitative) e uma legenda. Então continue este exercício.

(o que explica a extensão “*rdc*” – “*raster documentation*”). Os dados mostrados no painel *Metadata* vêm de arquivos “*.*rdc*”. Arquivos vetoriais também têm um arquivo de documentação, mas com uma extensão “*.*vdc*”.

Mude o filtro novamente para a listagem padrão. Você pode usar a mesma seta à direita da caixa de entrada na base do painel *Files*.

- d) Agora, com WESTLUSE selecionado, clique com o botão direito e escolha a opção *Show Structure* (Mostrar estrutura). Isto mostra os valores reais dos dados por trás da porção superior esquerda (8 colunas e 16 linhas) da imagem *raster*. Cada um destes números representa um tipo de uso do solo, que é simbolizado pela tabela de cores correspondente. Por exemplo, células com o número 3 indicam áreas florestadas e são simbolizadas pela terceira cor na tabela de cores WESTLUSE. Use as teclas de seta para se mover pela imagem. Depois feche a caixa de diálogo *Show Structure*.
- e) Certifique-se que a camada *raster* WESTLUSE ainda está selecionada no *IDRISI Explorer* e veja seus metadados, que estão contidos no arquivo “WESTLUSE.RDC”. Este arquivo contém as informações fundamentais que permitem que o arquivo seja visualizado como uma imagem *raster* e que seja posicionado de forma correta em relação a outros dados de mapa.

No painel *Metadata*, observe que *Data type* (tipo de dado) está especificado como *byte*. Este é um subtipo especial de inteiro. Números inteiros não têm partes fracionárias, aumentando somente por intervalos inteiros. O tipo de dado em *byte* inclui somente inteiros positivos de -32768 a +32767. A razão de ambos existirem é que arquivos em *byte* somente requerem um *byte* por célula, enquanto arquivos inteiros requerem 2 *bytes* por célula. Assim, quando apenas um intervalo limitado de valores inteiros é necessário (como neste caso), o uso de tipo de dado *byte* pode diminuir pela metade o montante de espaço de armazenagem requerido no computador. Arquivos *raster* também podem ser armazenados como números reais, como será discutido mais adiante.

File type (tipo de arquivo) está especificado como *binary* (binário), significando que os valores numéricos estão armazenados no formato padrão IEEE base 2. A ferramenta *Show Structure* no *IDRISI Explorer* nos permite visualizar estes valores no sistema numérico de base 10. Entretanto, eles não estão acessíveis diretamente através de outros meios, como processadores de texto. O IDRISI também oferece a possibilidade de converter imagens *raster* para um formato ASCII², embora esse formato seja usado somente para facilitar a importação e exportação.

Os itens *Columns* (colunas) e *Lines* (linhas) indicam a estrutura *raster* básica. Note que você não pode mudar esta estrutura simplesmente alterando seus valores. As entradas no arquivo de documentação simplesmente descrevem o que existe. Mudar a estrutura de um arquivo requer o uso de procedimentos especiais (que são extensivamente fornecidos dentro do IDRISI). Por exemplo, para mudar o tipo de dado de um arquivo de *byte* para inteiro, você deve usar o módulo CONVERT, acessível a partir do menu *Reformat* (Reformatação).

Existem sete campos relacionados ao sistema de referência, indicando onde a imagem se situa no espaço. O capítulo **Georeferencing no IDRISI Guide to GIS and Image Processing** aborda com maior detalhamento o conteúdo dessas entradas. Mas, por enquanto, simplesmente reconheça que a entrada *Ref. System* (sistema de referência) corresponde ao nome de um arquivo especial que contém os parâmetros do sistema de referência (chamado de arquivo *.REF no IDRISI), o qual é armazenado na subpasta GEOREF no diretório do IDRISI Taiga. As unidades de referência (*Ref. Units*) podem ser metros, pés, quilômetros, milhas, graus ou radianos (abreviados por m, ft, km, mi, deg e rad). O multiplicador de unidade de distância (*Unit. Dist.*) é usado para acomodar as unidades de outros tipos (por exemplo, minutos). Assim, se as unidades forem de um dos seis tipos reconhecidos, a unidade de distância será sempre 1. Com outros tipos, o valor será diferente. Por exemplo, unidades podem ser expressas em jardas se as unidades de referência forem configuradas como pés e a unidade de distância for especificada como 3.

O erro posicional (*Pos'n error*) indica quão perto a localização real de uma feição está de sua posição mapeada. Isso muitas vezes é desconhecido e pode aparecer em branco ou aparecer como *Unknown* (Desconhecido). Os campos *Y Resolution* e *X Resolution* indicam a resolução espacial, ou seja, o tamanho de cada *pixel* ao longo do eixo X e do eixo Y nas unidades de referência. Também pode aparecer em branco ou como *Unkwon*. Tanto o erro posicional quando a resolução espacial têm apenas a função de informar (isto é, eles não são usados analiticamente).

Os campos *Min. value* (Valor mínimo) e *Max. value* (Valor máximo) expressam os valores mais baixos e mais altos que ocorrem em todas as células, enquanto *Display min.* (Mínimo visualizado) e *Display Max.* (Máximo visualizado) expressam os limites a serem usados para escalar (veja a seguir). Comumente, esses valores de mínimo e máximo são os mesmos que os valores mínimos e máximos existentes na imagem.

² ASCII significa *American Standard Code for Information Interchange*. Ele foi um dos primeiros padrões de codificação para a representação digital de caracteres alfabéticos, numéricos e de símbolos. Cada caractere ASCII ocupa um *byte* de memória (8 bits). Recentemente, um novo sistema tem sido introduzido para lidar com sistemas alfabéticos não-americanos, como o grego, chinês e árabe. Ele é chamado UNICODE e requer 2 *bytes* por caractere. O IDRISI aceita UNICODE para suas camadas de texto, já que o *software* é usado em todo o mundo. Entretanto, o formato ASCII ainda é muito utilizado como meio de armazenamento de códigos de *byte* único (como algarismos romanos) e é um subconjunto do UNICODE.

O campo *Value units* (Unidades dos valores) indica a unidade de medida usada para os atributos, enquanto o campo *Value error* (Erro dos valores) pode indicar tanto o erro RMS para dados quantitativos quanto o erro proporcional para dados qualitativos. O campo do erro dos valores também pode conter o nome de um mapa de erro. Ambos os campos podem ser deixados em branco ou como *Unknown* (Desconhecido). Eles são usados analiticamente apenas por alguns módulos.

Um *data flag* (marcador de dados) é um valor especial. Alguns módulos do IDRISI reconhecem os marcadores de dados *background* (fundo) ou *missing data* (falta de dados) indicando a ausência de dados.

- f) Usando WESTLUSE nós vemos que existem 13 categorias de legenda. Dê um duplo clique na caixa de entrada *Categories* (Categorias) ou pressione o botão de busca à direita da caixa de entrada *Categories* para ver as categorias da legenda. Esta caixa de diálogo das categorias contém interpretações para cada uma das categorias de uso do solo. Claramente, estas foram as informações usadas para construir a legenda para esta camada. Você pode agora fechar a caixa de diálogo *Categories*.
- g) Agora selecione a camada *raster* ETDEM na aba *File* (Arquivo) do *IDRISI Explorer* e clique com o botão direito em *Show Structure* (Mostrar estrutura). O que você verá inicialmente são os zeros que representam a área de fundo. Entretanto, você pode usar as teclas de seta para se deslocar mais para a direita e para baixo até alcançar células situadas dentro da Etiópia. Note como algumas das células contém partes fracionárias. Então, saia de *Show Structure* e veja os metadados do arquivo.

Note que o tipo de dado desta imagem é real. Números reais podem conter partes fracionárias. No IDRISI, imagens *raster* com números reais são armazenadas como pontos flutuantes de precisão simples no formato do padrão IEEE, requerendo 4 *bytes* para armazenar cada número. Eles podem conter células com valores de -1×10^{37} a $+1 \times 10^{37}$ com até 7 algarismos significativos. Nos sistemas computacionais, tais números podem ser expressos em formato geral (tais como você viu em *Show Structure*) ou em formato científico. No último caso, por exemplo, o número 1624000 seria expresso como 1.624e+006 (ou seja, $1,624 \times 10^6$).

Note também que os valores mínimo e máximo variam de 0 a 4267.

Agora observe o número de categorias da legenda. Não existe legenda armazenada para esta imagem. Isto é lógico. Nestes arquivos de metadados, entradas de legenda são simplesmente chaves para a interpretação de valores de dados específicos e tipicamente se aplicam somente a dados qualitativos. Neste caso, qualquer valor representa uma elevação.

- h) Remova tudo da tela, exceto sua composição ETHIOPIA. Então, use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para visualizar ETDEM e, para variar um pouco, use a tabela de cores *Default Quantitative* (Quantitativa padrão) e selecione 16 na entrada *Number of classes* (Número de classes). Certifique-se que a opção *Display legend* (Exibir legenda) está selecionada e então clique OK. Também, para variar, clique no botão *Transparency* (Transparência) no *Composer* (bem à direita no *Composer*).

Note que esta é outra forma de legenda.

O que deveria ficar evidente com isto é que a maneira com que o IDRISI apresenta os valores das células e a natureza da legenda dependem de uma combinação do tipo de dado e do número de classes.

Quando o tipo de dado for *byte* ou inteiro, e a camada contiver somente valores positivos de 0 a 255 (o intervalo de valores admissíveis para códigos de símbolos), o IDRISI automaticamente interpretará os valores das células como códigos de símbolos. Assim, um valor de célula de 3 será interpretado como a cor 3 da tabela de cores escolhida. Além disso, se os metadados contiverem textos de legenda, ele irá exibir tais textos.

Se o tipo de dado for inteiro e contiver valores menores que zero ou maiores que 255, ou se o tipo de dado for real, o IDRISI automaticamente associará células a símbolos usando um recurso conhecido como autoescalonamento e automaticamente construirá uma legenda.

O autoescalonamento divide o intervalo de dados em tantas categorias quanto é possível incluir no intervalo entre o *Display Min* (Valor mínimo na visualização) e *Display Max* (Valor máximo na visualização) especificado na tabela de cores (normalmente 0 a 255, rendendo 256 categorias). Ele então associa os valores das células às cores da tabela de cores usando essa relação. Assim, por exemplo, em uma imagem com valores variando de 1000 a 3000 o valor 2000 seria associado à entrada 128 da tabela de cores.

A natureza do escalonamento e da legenda criada com o autoescalonamento depende do número escolhido de classes. Na caixa de diálogo *User Preferences* (Preferências do usuário) no menu *File* (Arquivo), existe uma entrada para o número máximo de categorias de legenda a ser visualizado. Por padrão, ela está configurada como 16. Assim, quando o número de classes for igual ou menor que 16, o IDRISI irá visualizá-las como classes separadas e construir uma legenda mostrando o intervalo de valores associado a cada classe.

Quando houver mais de 16 classes, o resultado dependerá do tipo de dado. Se o dado contiver números reais ou inteiros com valores menores que 0 ou maiores que 255, o IDRISI criará uma legenda contínua com indicadores para valores representativos (como você vê na composição ETHIOPIA). Para casos de valores inteiros positivos menores que 256, ele irá usar uma terceira forma de legenda. Para entender melhor, use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para examinar a camada SIERRA4 usando a *Palette* (Tabela de cores) *Greyscale* (Tons de cinza). Certifique-se de que a opção *Display legend* (Exibir legenda) esteja ligada e que em *Autoscale options* (Opções de autoescalonamento) esteja selecionada a opção *Off* (*Direct*).

Neste caso, a imagem não é autoescalada (os valores das células caem todos no intervalo de 0 a 255). Entretanto, o número de categorias na legenda excede o máximo especificado em *User Preferences* (Preferências do usuário)³, de forma que o IDRISI oferece uma legenda com botão de rolagem. Para entender melhor esse efeito, clique no botão *Layer Properties* (Propriedades da camada) no *Composer*. Então, alterne algumas vezes a opção de autoescalonamento entre *Equal Intervals* (Intervalos iguais) e *None* (*Direct*). Observe como a legenda muda.

- i) Você também poderá notar que quando o autoescalonamento está configurado para intervalos iguais o contraste da imagem é realçado. Os controles para *Display Min* (Mínimo visualizado) e *Display Max* (Máximo visualizado) também serão ativados quando o autoescalonamento estiver ativo. Mude o autoescalonamento para *Equal Intervals* (Intervalos iguais) e tente deslocar esses controles com o mouse. Uma vez que um deles tenha sido selecionado com o mouse, ele também pode ser deslocado com as teclas de seta do teclado (se você mantiver pressionada a tecla *Shift* enquanto desloca um controle com as teclas de seta você poderá fazê-lo com incrementos menores).

Mova o controle *Display Min* (Mínimo visualizado) todo para a esquerda. Então pressione a tecla da seta para a direita duas vezes para alterar o valor de *Display Min* para 26 (ou próximo a isso). Depois mova o controle *Display Max* (Máximo visualizado) todo para a direita e então pressione a tecla da seta para a esquerda para mudar seu valor para 137. Note os valores iniciais e finais das categorias de legenda na janela de mapa.

Quando o mínimo visualizado for especificado com valor maior que o mínimo verdadeiro, todas as células com valor inferior àquele mínimo serão atribuídas à entrada mais baixa da tabela de cores (preto, neste caso). Da mesma forma, todos os valores superiores ao máximo especificado serão atribuídos à entrada mais alta da tabela de cores (branco, neste caso). Este processo é chamado de saturação. Ele pode ser muito efetivo para melhorar a aparência visual de imagens autoescaladas, particularmente aquelas com distribuições muito desuniformes.

- j) Use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para visualizar SIERRA2 com a *Palette* (Tabela de cores) *Greyscale* (Tons de cinza) e sem autoescalonamento. Veja que essa imagem tem um contraste bastante pobre. Crie um histograma dessa imagem usando HISTO a partir do menu *Display* (ou do seu ícone na barra de ferramentas). Especifique SIERRA2 como o nome da imagem, deixe as demais opções com o padrão oferecido e clique *Ok*.

Note que a distribuição é bastante desuniforme (o máximo chega a 96 mas um número muito pequeno de *pixels* têm valores superiores a 60). Dado que a tabela de cores varia de 0 a 255, a aparência escura da imagem não é surpresa. Virtualmente todos os valores são menores que 60 e por isso são visualizados com a porção mais escuras da tabela de cores.

Se a caixa de diálogo *Layer Properties* (Propriedades da camada) não estiver visível, certifique-se de que SIERRA2 seja a imagem ativa e clique no botão *Layer Properties* do *Composer* novamente. Agora configure o autoescalonamento para *Equal Intervals* (Intervalos iguais). Isso possibilita uma grande melhora no contraste já que a maioria dos valores das células agora cobre metade do intervalo de cores (que está distribuída entre o mínimo de 23 e o máximo de 96). Agora desloque o controle de *Display Min* (Mínimo visualizado) para um valor em torno de 60. Observe que melhora substancial! Clique no botão *Save* (Salvar). Isto salva os novos valores para o mínimo e o máximo para o arquivo de metadados desta camada. Agora sempre que você visualizar essa imagem com autoescalonamento em intervalos iguais essas configurações serão utilizadas.

- k) Você deve ter notado que há duas outras opções para autoescalonamento – *Quantiles* (Quantis) e *Standard Scores* (Escores padronizados). Use o *Display Launcher* para visualizar SIERRA2 com a tabela de cores *Greyscale* e sem autoescalonamento (isto é, *Direct*). Note novamente quão pouco contraste há. Agora use o botão *Layer Properties* do *Composer* e selecione a opção *Quantiles* (Quantis). Observe que os controles de mínimo e máximo são desabilitados. Apesar disso, escolha 16 classes e clique *Apply* (Aplicar). Como você pode ver, o esquema de quantis não necessita de qualquer realce de contraste! Ele é projetado para criar o máximo grau de contraste possível através do ordenamento dos valores dos *pixels* e da atribuição de um igual número de *pixels* a cada classe.

Agora use *Layer Properties* para selecionar a opção de autoescalonamento *Standard Scores* (Escores padronizados) usando 6 classes. Clique *Apply*. Esse esquema cria limites de classes com base em escores padronizados. A

³ O número de categorias de legenda a ser visualizado pode ser aumentado até um máximo de 48.

primeira classe inclui todos os *pixels* com mais de dois desvios padrão abaixo da média. A próxima mostra todos os casos entre 1 e 2 desvios padrão abaixo da média. A seguinte mostra casos de 1 desvio padrão abaixo da média até a própria média. Da mesma forma, a classe seguinte mostra casos da média até 1 desvio padrão acima da mesma, e assim por diante. Assim como na outra extremidade, a última classe mostra todos os casos com 2 ou mais desvios padrão acima da média. Para uma tabela de cores apropriada, vá para a caixa de diálogo *Advanced Palette/Symbol Selection* (Seleção avançada de tabela de cores/Símbolo). No item *Data relationship* (Relacionamento de dados) escolha *Quantitative* (Quantitativo) e em *Color Logic* (Lógica de cores) escolha *Bipolar (Low-High_Low)*. Selecione o terceiro esquema de cima para baixo e especifique *Inflection Point Value* (Valor no ponto de inflexão) como 37.12 (a média). Então clique *Ok*. Tabelas de cores bipolares parecem compostas de dois diferentes grupos de cores – neste caso, o grupo verde e o laranja, significando valores abaixo e acima da média.

- l) Remova todas as imagens e caixas de diálogo da tela e então visualize a composição colorida SIERRA345. Então clique no botão *Layer Properties* do *Composer*. Observe que três conjuntos de controles estão disponíveis – um para cada cor primária. Note também que os valores de *Display Min* e *Display Max* estão especificados com valores diferentes do mínimo e do máximo verdadeiro para cada banda. Isso foi causado pela seleção da opção de saturação em COMPOSIT. Cada controle foi deslocado de forma que 1% dos valores dos dados encontra-se saturado em cada extremidade da escala para cada cor primária.

Experimente deslocar os controles. Você provavelmente não será capaz de melhorar muito aquilo que COMPOSIT calculou. Note também que você pode reverter para as características originais da imagem clicando no botão *Revert* (Reverter) ou *Close* (Fechar).

O escalonamento é uma ferramenta visual poderosa. Neste exercício nós o exploramos somente no contexto de camadas *raster* e de tabelas de cores. Entretanto, a mesma lógica se aplica a camadas vetoriais. Note que quando nós usamos ferramentas de escalonamento interativas, nós não alteramos os valores verdadeiros das camadas. Somente sua aparência na visualização é alterada. Quando nós usamos essas camadas analiticamente os valores originais serão usados (que é exatamente o que queremos).

Nós revisamos as técnicas importantes de visualização no IDRISI. Com o *Composer* e o *Display Launcher* (Visualizador) você tem possibilidades ilimitadas para visualizar seus dados. Lembre que você também pode usar o *IDRISI Explorer* para visualizar rapidamente camadas *raster* e vetoriais. Todavia, diferente do *Display Launcher*, nesse caso você não terá controle sobre a visualização inicial, mas você pode usar o *Composer* depois para alterar as suas características de visualização. A visualização de arquivos com o *IDRISI Explorer* é uma forma de dar uma olhada rápida nos dados. Você pode especificar alguns parâmetros iniciais para a visualização através do *IDRISI Explorer* nas opções de *User Preferences* (Preferências do usuário) sob o menu *File* (Arquivo).

Para finalizar este exercício, nós usaremos o *IDRISI Explorer* um pouco mais para examinar a estrutura de camadas vetoriais.

- m) Abra o *IDRISI Explorer* e certifique-se que na aba *Filters* (Filtros) esteja selecionada apenas a opção *Vector features* (.vct). Então clique com o botão direito sobre o nome da camada WESTROAD e escolha a opção *Show Structure* (Mostrar estrutura). Como você pode ver, a saída deste módulo é bastante diferente para camadas vetoriais. Na verdade, ele também será diferente entre tipos de camadas vetoriais.

O arquivo WESTROAD contém uma camada vetorial de linhas. Entretanto, o que você vê aqui não é a forma real com a qual ela está armazenada. Da mesma forma que todos os arquivos de dados do IDRISI, a maneira verdadeira de armazenamento é binária. Para ter uma noção disso, feche a caixa de diálogo *Show Structure*, clique novamente com o botão direito sobre WESTROAD e escolha a opção *Show Binary* (Mostrar binário). Observe que é praticamente impossível de entender. O procedimento *Show Structure* (Mostrar estrutura) para camadas vetoriais oferece uma forma interpretada conhecida como *Vector Export Format*⁴ (Formato de Exportação do IDRISI). Isto significa que a correspondência lógica entre o que se vê em *Show Structure* e o que está contido no arquivo binário é muito próxima.

- n) Remova todas as caixas de diálogo relacionadas a *Show Structure* ou a *Show Binary*. Então veja os metadados de WESTROADS. Como você pode ver, há um grande grau de similaridade entre as estruturas dos metadados para camadas *raster* e vetoriais. A principal diferença é que o campo *Data type* (Tipo de dado) em arquivos *raster* muda para *ID type* (Tipo de ID - identificador) em camadas vetoriais. Arquivos vetoriais sempre armazenam as coordenadas como números reais de dupla precisão. Entretanto, o campo de ID pode ser tanto inteiro⁵ quanto

⁴ Um arquivo em formato de exportação tem uma extensão “.vxp” e pode ser editado. O módulo CONVERT pode importar e exportar esses arquivos. Adicionalmente, o conteúdo de *Show Structure* (Mostrar estrutura) pode ser salvo como um arquivo VXP (simplesmente clique no botão *Save to File* – Salvar para arquivo). Mais ainda, você pode editar dentro da caixa de diálogo *Show Structure*. Se você edita um arquivo VXP, certifique-se de importá-lo novamente com um novo nome usando CONVERT. Dessa forma seu arquivo original será mantido intacto. O sistema de ajuda tem mais detalhes desse processo.

⁵ O tipo inteiro não pode ser reduzido para byte como em arquivos raster. De fato, o formato inteiro usado para arquivos

real. Quando ele contém um número real, é assumido que se trata de um arquivo vetorial simples, não associado com um banco de dados. Entretanto, quando ele for um inteiro, o valor pode representar um ID que está vinculado a uma tabela de dados, ou pode ser um arquivo vetorial simples. No primeiro caso, os IDs das feições vetoriais corresponderiam a um campo de ligação em um banco de dados que contém atributos relacionados a essas feições. No segundo caso, os IDs das feições vetoriais poderiam ser atributos inteiros incorporados, tais como elevações ou códigos de uso do solo.

- o) Você pode examinar alguns outros arquivos vetoriais com a opção *Show Structure* para ver as diferenças na sua estrutura. Todos são autoexplicativos, com a exceção de arquivos de polígonos. Para entender isso, procure o arquivo vetorial AWRAJAS2 na lista de arquivos, clique com o botão direito sobre o mesmo e selecione a opção *Show Structure*. O item que pode ser difícil de interpretar é o número de partes. A maioria dos polígonos tem apenas uma parte (o próprio polígono). Entretanto, polígonos que contém buracos (áreas vazadas) terão mais que uma parte. Por exemplo, um polígono com dois buracos é composto de três partes – o polígono principal seguido do contorno de dois buracos.

vetoriais é tecnicamente um inteiro longo, com um intervalo entre +/- 2000000.

Exercício 1-9 - Database Workshop (Oficina de bancos de dados): trabalhando com camadas vetoriais

Uma estrutura espacial é simplesmente uma camada que descreve apenas o caráter geográfico das feições e não seus atributos. Tanto em camadas *raster* quanto em camadas vetoriais, essa estrutura espacial é delimitada pelas suas coordenadas X e Y mínimas e máximas, mas em camadas *raster* os atributos estão vinculados aos valores do *pixel* em si. E como vimos em exercícios anteriores, um grupo de arquivos *raster* é essencialmente uma simples coleção de camadas *raster*. O caso de camadas vetoriais é bem diferente no conceito. Uma única camada vetorial atua como uma estrutura espacial, mas seus atributos podem estar associados com uma tabela de dados para as feições descritas. Associando uma tabela de dados com dados de atributo para cada feição, uma camada pode ser formada a partir de cada campo de dados. Embora camadas vetoriais simples possam existir, o potencial de associar feições vetoriais únicas a uma coleção de atributos em uma tabela é a marca registrada de SIG vetorial.

No IDRISI nós realizamos essa associação entre uma estrutura espacial vetorial e uma coleção de atributos através do *Database Workshop* (Oficina de bancos de dados). Nosso formato nativo de banco de dados para armazenar dados de atributos é o do Microsoft Access (*.mdb). Nos exercícios restantes nós exploraremos o uso de coleções vetoriais e o *Database Workshop*.

- a) Remova todas as janelas de mapa da tela escolhendo Close All Windows (Fechar todas as janelas) a partir do menu Window List (Lista de janelas).
- b) Abra o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) e escolha a visualização de uma camada vetorial. Então clique no botão de busca e localize duas entradas com o nome MASSTOWNS. A primeira é uma estrutura espacial, enquanto a segunda (com o sinal \boxplus do lado) é uma coleção de camadas baseadas nessa estrutura espacial. Selecione a camada chamada MASSTOWNS (sem o sinal \boxplus). Desabilite a opção *Display legend* (Exibir legenda) e então vá para a aba *Advanced Palette/Symbol Selection* (Seleção avançada de tabela de cores/Símbolo). Uma estrutura espacial define feições, mas não carrega qualquer dado de atributo (temático). Ao invés disso, cada feição é identificada por um ID numérico. Uma vez que esses números não têm uma relação quantitativa, no item *Data Relationship* (Relacionamento dos dados) selecione a opção *Qualitative* (Qualitativa). No item *Color Logic* (Lógica de cores) selecione a opção *Variety (black outline - contorno preto)* e clique OK. O estado de Massachusetts nos EUA está dividido em 351 municípios. Se você clicar nos polígonos com o modo de consulta do cursor você poderá ver seus números de ID.

Agora vá para o *DISPLAY Launcher* novamente para visualizar uma camada vetorial e localizar a coleção vetorial chamada MASSTOWNS¹ (procure pelo sinal \boxplus). Clique no sinal de \boxplus ou no nome do arquivo MASSTOWNS, e note que um conjunto inteiro de nomes de camadas é listado sob o mesmo. Selecione a camada chamada POP2000. Assegure-se que o título e a legenda estejam com a exibição habilitada. Depois selecione a aba *Advanced Palette/Symbol Selection*. Os dados nesta camada expressam a população no ano de 2000. Como estes dados claramente representam variações quantitativas, no item *Data Relationship* (Relacionamento dos dados) selecione a opção *Quantitative* (Quantitativa). No item *Color Logic* (Lógica de cores) selecione a opção *Unipolar (ramp from white - rampa a partir do branco)*. Por último, no item *Select Choice* (Selecione a escolha) selecione a primeira opção, que corresponde ao arquivo de símbolo padrão chamado PolyUnipolarWred. Então clique OK.

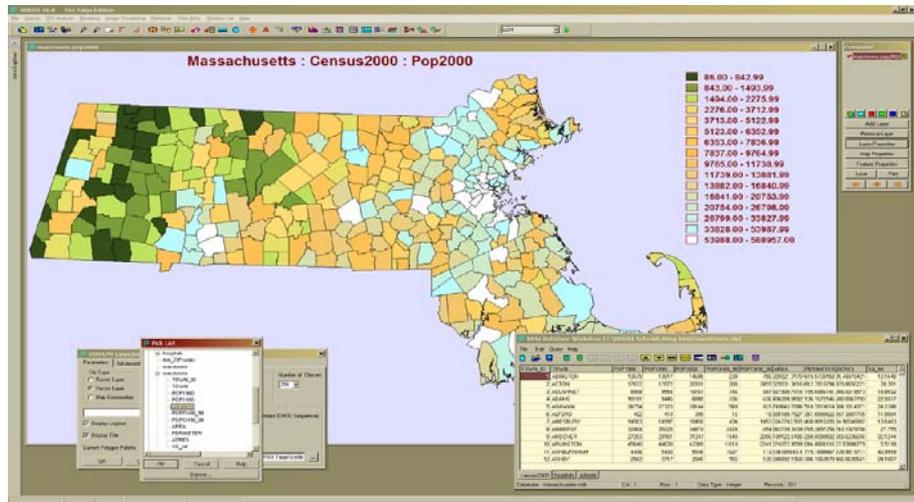
Esquemas de cores unipolares são aqueles que parecem progredir em uma seqüência simples de menos para mais. Você pode facilmente ver isso na legenda, mas o mapa fica horrível! O problema aqui é que a população de Boston é tão alta quando comparada às demais cidades do estado que as outras cidades aparecem no outro extremo da escala de cor a fim de preservar o escalonamento linear entre as cores e os valores dos dados. Para remediar isso, clique em *Layer Properties* (Propriedades da camada) e mude a opção de autoescalamento para *Quantiles* (Quantis). Então, clique OK.

Como você pode ver, a opção de autoescalamento *Quantiles* é mais adequada para visualizar distribuições altamente desequilibradas como esta. Essa opção faz isso ordenando as cidades de acordo com seus valores de dados e então atribuindo-as a grupos iguais, dentro de um conjunto de classes. Note como ele automaticamente decidiu por 16 classes. Entretanto, você não está restrito a este número de classes, você pode escolher qualquer número até 16.

¹ Não é necessário que a estrutura espacial e a coleção baseada nela tenham o mesmo nome. Entretanto, isto freqüentemente ajuda a associar as duas visualmente.

MASSTOWNS é uma coleção de camadas vetoriais. Na realidade, o arquivo de dados com o sinal \boxplus ao lado é um arquivo de vínculo vetorial (também chamado de arquivo VLX, uma vez que tem a extensão *.vlx, ou simplesmente um arquivo de vínculo). Um arquivo de vínculo vetorial estabelece uma relação entre uma estrutura espacial vetorial e uma tabela de banco de dados que contem a informação para um conjunto (coleção) de atributos associados com as feições de uma estrutura espacial.

c) Para entender isso nós abriremos o gerenciador de bancos de dados relacionais do IDRISI, o *Database Workshop* (Oficina de bancos de dados). Certifique-se que a janela de mapa para a população em 2000 (MASSTOWNS.POP2000) está ativa (clique sobre a sua barra superior se não tem certeza – ela ficará destacada quando estiver ativa). Então,



clique no ícone *Database Workshop* na barra de ferramentas (um ícone com padrão de grade no lado direito da barra de ferramentas). Normalmente, o *Database Workshop* pergunta o nome do banco de dados e da tabela a ser visualizada. Entretanto, como a janela de mapa ativa já está associada com um banco de dados, a tabela será visualizada automaticamente. Clique na janela de mapa para torná-la ativa e então pressione a tecla *Home* para voltar ao tamanho original. Então redimensione e mova a tabela do *Database Workshop* de forma que ela se encaixe sob a janela de mapa e mostre todas as colunas (mesmo que ela mostre somente algumas linhas).

Note também a relação entre o título que aparece na janela de mapa e o conteúdo do *Database Workshop*. A primeira parte do título especifica o banco de dados ao qual ela está associada (MASSACHUSETTS.MDB), a segunda parte indica a tabela (Census 2000) e a terceira parte especifica a coluna dessa tabela. Os nomes das colunas da tabela correspondem aos nomes das camadas incluídas na coleção MASSTOWNS que aparecem na lista de seleção do *DISPLAY Launcher* (incluindo POP2000). Na terminologia de banco de dados, cada coluna é conhecida como um campo. As linhas são conhecidas como registros, cada uma representando uma feição diferente (neste caso, diferentes cidades do estado). Ative o modo de consulta do cursor e clique em vários polígonos no mapa. Note como o registro ativo no *Database Workshop* (indicado pela posição das células em destaque) muda imediatamente de acordo com o polígono clicado. Da mesma forma, clique em qualquer registro no banco de dados e o polígono correspondente ao mesmo será destacado no mapa.

d) Quando uma estrutura espacial está vinculada a uma tabela de dados, cada campo se torna uma camada diferente. Note que o *Database Workshop* tem um ícone próximo à extremidade direita idêntico ao do *DISPLAY Launcher*. Se você passar com o mouse sobre o ícone, a dica aparecerá como *Display Current Field as Map Layer* (Visualizar campo atual como camada de mapa). Como o ícone sugere, ele pode ser usado como um atalho para visualizar qualquer um dos campos de dados numéricos da tabela. Para usá-lo, precisamos escolher a camada a ser visualizada, clicando-se em qualquer célula dentro da coluna do campo de interesse. Neste caso, vá para o campo POPCH80_90 (mudanças na população de 1980 a 1990) e clique em qualquer célula desta coluna. Então, clique no ícone *Display Current Field as Map Layer* no *Database Workshop*. Como esta é uma ferramenta de visualização rápida, a camada é visualizada com as configurações padrão. Entretanto, elas podem ser facilmente alteradas usando a caixa de diálogo *Layer Properties*.

Existem quatro maneiras para você se especificar uma camada vetorial, que é parte de uma coleção, a ser visualizada. A primeira é selecioná-la a partir da lista de seleção, como fizemos no início. A segunda é visualizá-la a partir do *Database Workshop*. A terceira é usar o *DISPLAY Launcher* e simplesmente digitar o nome da camada usando pontos para separar os componentes do seu nome. Por último, podemos visualizar uma parte de uma coleção a partir do *IDRISI Explorer*, da mesma maneira que fizemos no *DISPLAY Launcher*, abrindo o arquivo “*.vlx” e visualizando alguns dos campos numéricos. Observe os nomes das duas camadas atualmente visualizadas a partir da coleção MASSTOWNS (eles aparecem no *Composer* e na barra superior da janela de mapa). Cada uma começa com um prefixo igual ao nome da coleção, seguido de um ponto (“.”), e então o nome do campo de dados do qual ela foi derivada. Esta mesma convenção de nomenclatura pode ser usada para especificar qualquer camada que pertence a uma coleção. Você pode agora fechar as janelas de mapa e o *Database Workshop*.

- e) Como uma coleção de camadas vetoriais é estabelecida? Isto é feito através da opção *Establish Display Link* (Estabelecer vínculo de visualização) no *Database Workshop*, que pode ser aberta a partir de um ícone específico no *Database Workshop* ou a partir do menu *Query* (Consulta). Se ainda não estiver aberto, abra o arquivo de banco de dados MASSTOWNS.VLX a partir do menu *File* (Arquivo) do *Database Workshop*. Certifique-se que a tabela Census2000 está selecionada, então abra a caixa de diálogo *Establish Display Link*.

Note que um arquivo de vínculo vetorial contém três componentes – o nome da estrutura espacial vetorial, o arquivo de banco de dados e o campo de vínculo.

A estrutura espacial é qualquer arquivo vetorial que define um conjunto de feições usando um conjunto de identificadores inteiros únicos. Neste caso, a definição espacial dos municípios no estado de Massachusetts, MASSTOWNS.

O arquivo de banco de dados pode ser qualquer arquivo no formato do Microsoft Access. Em casos onde um arquivo dBASE (*.dbf) está disponível, o *Database Workshop* pode ser usado para convertê-lo ao formato Access. Esta coleção vetorial usa um arquivo de banco de dados chamado MASSACHUSETTS.MDB.

O campo de vínculo é o campo da tabela de banco de dados que contém os identificadores que se vinculam (isto é, combinam) com os identificadores usados nas feições na estrutura espacial. Este é o elemento mais importante do arquivo de vínculo vetorial, uma vez que serve para estabelecer o vínculo entre os registros do banco de dados e as feições no arquivo de estrutura vetorial. O campo Town_ID é o campo de ligação para essa coleção vetorial. Ele contém os identificadores que correspondentes aos identificadores das feições de polígonos de MASSTOWNS.

Note que arquivos de bancos de dados podem conter múltiplas tabelas e podem ser relacionais. O arquivo VLX também informa a partir de que tabela o vínculo foi criado. Neste caso, foi usada a tabela CENSUS2000.

Nossa intenção aqui é simplesmente examinar a estrutura de um arquivo VLX existente.

Uma vez que um vínculo tenha sido estabelecido, nós podemos fazer mais do que simplesmente visualizar campos de um banco de dados. Nós podemos também exportar campos e criar diretamente camadas *raster* ou vetoriais independentes.

- f) Da mesma forma que se faz para visualizar o conteúdo de qualquer campo como uma camada, para exportar um campo é necessário posicionar o cursor no campo desejado. Neste caso escolha o campo POPCH90_00 e depois, a partir do menu do *Database Workshop*, selecione a opção *File/Export/Field/to Vector File* (Arquivo/Exportar/Campo/Para arquivo vetorial). A caixa de diálogo *Export Vector File* (Exportação de arquivo vetorial) permite que você especifique um nome para o novo arquivo vetorial a ser criado e o campo a ser exportado. Note também que ele sugere um nome para o arquivo de saída concatenando o nome da tabela com o nome do campo. Se o nome do campo está correto, clique *OK* para criar o novo arquivo vetorial. Se não estiver, primeiro escolha o campo correto e então clique *OK*. Os parâmetros de referência para o novo arquivo vetorial serão copiados do arquivo vetorial listado no arquivo de vínculo.

Observe que a barra de ferramentas no *Database Workshop* tem um ícone para seleção rápida da opção de criar um arquivo vetorial (o quinto da esquerda para a direita). Posicione o cursor no campo AREA e então clique no ícone *Create Idrisi Raster Image* (Criar imagem *raster* do Idrisi). Na caixa de diálogo seguinte você deverá especificar um nome para a nova camada a ser criada. Você pode aceitar o nome sugerido e clicar *OK*. Isso resultará em uma nova caixa de diálogo onde deverão ser especificados os parâmetros de referência.

Lembre que um arquivo de vínculo vetorial define a relação entre um arquivo vetorial como uma estrutura espacial e um banco de dados como a coleção de dados vetoriais. Como estamos exportando agora um campo para uma imagem *raster*, nós necessitaremos definir os parâmetros de saída para um tipo diferente de estrutura espacial. Por padrão, o sistema de referência das coordenadas e as coordenadas extremas serão copiados do arquivo vetorial vinculado ao banco de dados. O que necessitamos definir obrigatoriamente é o número de linhas e colunas para a imagem *raster* a ser criada. Adicionalmente, nós podemos alterar manualmente os valores das coordenadas extremas para criar um retângulo envolvente que se ajuste à resolução das células. Entretanto, nós já temos uma imagem com os parâmetros exatos que desejamos, chamada TOWNS. Por isso, clique na opção *Copy from Existing File* (Copiar de arquivo existente) e selecione o arquivo TOWNS. Você poderá notar que ele especifica 2971 colunas e 1829 linhas (isto é, uma resolução de 100 metros). Agora clique *OK* e a imagem resultante será visualizada automaticamente.

- g) Finalmente, com o vínculo estabelecido, nós também podemos importar dados para o banco de dados. Usando o *DISPLAY Launcher*, visualize a imagem *raster* STATEENVREGIONS com a tabela de cores (Palette) de mesmo nome.

O estado foi dividido em dez regiões de “estado do ambiente”. Essa designação é usada principalmente para subsidiar o monitoramento e a análise de cenários de desenvolvimento. Nós iremos agora criar um novo campo

na tabela CENSUS2000 e atualizar essa tabela para incluir o código de região ambiental de cada município. Usando a imagem *raster*, nós iremos importar esses dados para um novo campo.

Com a tabela CENSUS2000 selecionada, escolha a opção *Edit/Add field* (Editar/Adicionar campo) a partir do menu do *Database Workshop*. Digite o nome do novo campo como ENVREGION, no item *Data Type* (Tipo de dado) selecione a opção *Integer* (Inteiro) e pressione *Ok*. Você poderá perceber que ele adiciona uma nova coluna na extremidade direita da tabela. Então, selecione a opção *File/Import/Field/from Raster Image* (Arquivo/Importar/Campo/de imagem *raster*) a partir do menu do *Database Workshop*. Na caixa de diálogo seguinte, no item *Feature definition image* (Imagem de definição de feições) busque o arquivo TOWNS. No item *Image to be processed* (Imagem a ser processada) busque o arquivo STATEENVREGIONS. No item *Summary type* (Tipo de resumo) selecione a opção *Max²* (Máximo) e mais abaixo, no item *Output* (Saída) selecione a opção *Update existing field* (Atualizar campo existente). No item *Linking field name* (Nome do campo de vínculo) selecione TOWN_ID e no item *Update field name* (Nome do campo a atualizar) selecione ENVREGION. Finalmente clique *OK* para concluir a importação dos dados.

O resultado será adicionado no novo campo do banco de dados. Os novos valores contêm as regiões ambientais do estado. Assim, cada município da tabela foi associado ao valor da sua região nesse novo campo.

Nós acabamos de aprender que coleções de camadas vetoriais podem ser criadas vinculando uma estrutura espacial vetorial a uma tabela de dados de atributos. No próximo exercício nós iremos explorar como isso pode facilitar certos tipos de análises.

² Todos os *pixels* pertencentes a uma mesma região têm o mesmo valor, de forma que a maior parte das opções produzirá o mesmo resultado. Entretanto, evitar que algum pixel próximo do limite de uma região possa interceptar o fundo e seja contabilizado como 0, a opção *Max* é a mais segura.

Exercício 1-10 - Database Workshop (Oficina de bancos de dados): análise e SQL

Como vimos no exercício anterior, uma coleção vetorial é criada através da associação de um banco de dados de atributos e de uma estrutura espacial vetorial. Como consequência, procedimentos padrão de gerenciamento de bancos de dados podem ser usados para consultar e manipular o banco de dados, oferecendo assim homólogos aos operadores de consulta e matemáticos usados em SIG *raster*.

Uma das maneiras mais comuns de acessar tabelas de bancos de dados é através de uma linguagem especial conhecida como *Structured Query Language* (SQL - Linguagem de Consulta Estruturada). O IDRISI facilita o uso do SQL através de duas ferramentas básicas: *Filter* (Filtrar) e *Calculate* (Calcular).

Filtrar

- a) Certifique-se de que sua pasta de trabalho esteja configurada para *Using IDRISI*. Então feche qualquer janela que esteja aberta na sua tela e use o *DISPLAY Launcher* para visualizar a camada vetorial POPCH90_00 a partir da coleção vetorial MASSTOWNS. Use a tabela de cores *Default Quantitative* (Quantitativa padrão). Então abra o *Database Workshop* a partir do menu *GIS Analysis/Database Query* ou do seu ícone. Mova a tabela para a porção inferior direita da sua tela de forma que tanto o mapa quanto a tabela fiquem visíveis, mas com a menor sobreposição possível entre os dois.
- b) Agora clique no ícone *Filter table* (Filtrar tabela) na barra de ferramentas do *Database Workshop* (o ícone semelhante a um óculos escuro). Esta é a caixa de diálogo para o filtro SQL. O lado esquerdo apresenta a estrutura primária de uma declaração SQL *Select* (Selecionar), enquanto o lado direito contém recursos para facilitar a construção de uma expressão SQL.

Embora você possa digitar diretamente uma expressão SQL nas caixas da esquerda, nós recomendamos que você use os recursos da direita para ter certeza de que a sintaxe da expressão esteja correta¹.

Nós iremos filtrar essa tabela de dados para encontrar todos os municípios que apresentaram uma mudança de população negativa entre dois censos consecutivos, de 1980 a 1990 e de 1990 a 2000.

O asterisco após a palavra chave *Select* indica que a tabela de saída deve conter todos os campos. Geralmente essa opção pode ficar como está. Entretanto, se você deseja que o resultado somente contenha um subconjunto de campos, eles podem ser listados aqui, separados por vírgulas².

A cláusula *From* (De) é automaticamente preenchida com o nome da tabela ativa.

A cláusula *Where* (Onde) é o coração da operação de filtro, e pode conter qualquer declaração relacional válida que, em última instância, avalia verdadeiro ou falso quando aplicada a qualquer registro.

A cláusula *Order By* (Ordenar por) é opcional e pode ser deixada em branco. Entretanto, se um campo estiver selecionado aqui, o resultado será ordenado de acordo com os valores desse campo.

- c) Use as abas de recursos SQL à direita da caixa de diálogo, ou digite diretamente, para criar a seguinte expressão na caixa ao lado da cláusula *Where*:

```
[popch80_90] < 0 and [popch90_00] < 0
```

Então clique *Ok*.

Quando a expressão for concluída com sucesso, todas as feições que atendem à condição são exibidas na janela de mapa em vermelho, enquanto aquelas que não atendem são apresentadas em azul escuro. Note também que a tabela somente contém aqueles registros que atendem às condições (isto é, os polígonos em vermelho). Como resultado, se você clicar em um polígono azul escuro usando o modo de consulta com o cursor, o respectivo registro não será encontrado.

¹ SQL é um pouco sensível em relação ao espaçamento – um espaço simples precisa existir entre todos os componentes de uma expressão. Adicionalmente, nomes de campos que contêm espaços ou caracteres pouco usuais precisam estar entre colchetes. Usando os recursos para expressões SQL da direita, esses espaços serão inseridos corretamente e os nomes dos campos serão todos incluídos em colchetes automaticamente.

² Note que se a tabela de dados está vinculada ativamente a um ou mais mapas e você usar somente um subconjunto de campos de saída, um desses campos deve ser o campo de ID. De outra forma ocorrerá um erro.

- d) Finalmentne, para remover o filtro clique no ícone *Remove Filter* (Remover filtro) na barra de ferramentas do *Database Workshop* (o ícone parecido com um óculos claro).

Calcular

- e) Mantendo o banco de dados na tela, remova todos os mapas derivados dessa coleção. Nós necessitamos adicionar um novo campo de dados para a próxima operação e isso só pode ser feito se o banco de dados tiver acesso exclusivo à tabela (isso é um requisito padrão de segurança em bancos de dados). Como os mapas derivados de uma coleção estão ativamente vinculados ao respectivo banco de dados, eles precisam ser fechados de forma a permitir a modificação da estrutura da tabela.
- f) Vá para o menu *Edit* (Editar) do *Database Workshop* e selecione a opção *Add field* (Adicionar campo). Chame o novo campo de POPCH80_00 e especifique o tipo de dados como Real. Clique OK e então vá para a direita da tabela para verificar se o novo campo foi criado.
- g) Agora clique no ícone *Calculate Field Values* (Calcular valores de campo) na barra de ferramentas do *Database Workshop* (o ícone com os sinais +=). Na caixa de entrada ao lado de *Set* (Conjunto) selecione o campo POP80_00 na lista de campos disponíveis. Então, construa a expressão abaixo na caixa de entrada ao lado do sinal de igual (=). Use as abas de recursos SQL da porção direita da caixa de diálogo para que os componentes da expressão fiquem corretos.
- $$(([\text{pop200}] - [\text{pop1980}]) / [\text{pop2000}]) * 100$$
- Então clique *OK* e confirme, quando questionado, que você deseja modificar o banco de dados. Analise o campo POPCH80_00 para ver o resultado.
- h) Salve o banco de dados e clique em qualquer célula do campo POPCH80_00 para que ele seja o campo ativo. Depois clique no ícone *Display Current Field as Map Layer* (Visualizar campo atual como camada de mapa) para visualizar um mapa do resultado. Observe a distribuição espacial interessante.

SQL Avançado

O item *Advanced SQL* (SQL Avançado) sob o menu *Query* (Consultas) do *Database Workshop* pode ser usado para realizar consultas através de bancos de dados relacionais. Nós iremos usar o banco de dados MASSACHUSETTS que tem três tabelas: dados municipais do censo de 2000, hospitais municipais e escolas municipais. Cada tabela tem um arquivo vetorial associado. As tabelas HOSPITALS e SCHOOLS têm arquivos vetoriais com os mesmos nomes. A tabela CENSUS2000 usa um arquivo vetorial chamado MASSTOWNS.

- i) Limpe sua tela e abra um novo banco de dados chamado MASSACHUSETTS. Quando ele estiver aberto, note as abas na base do *Database Workshop*. Você pode ver as tabelas CENSUS2000, HOSPITALS e SCHOOLS selecionando as respectivas abas.
- j) Com a tabela CENSUS2000 ativa, clique no ícone *Establish Display Link* (Estabelecer vínculo de visualização) da barra de ferramentas do *Database Workshop*. Selecione o arquivo de vínculo vetorial (*Vector link file*) MASSTOWNS, o arquivo vetorial MASSTOWNS e o campo de vínculo (*Link field name*) TOWN_ID e pressione *OK*. Uma vez que o vínculo para visualização tenha sido estabelecido, posicione o cursor no campo POPCH90_00 e depois clique no ícone *Display Current Field as Map Layer* (Visualizar campo atual como camada de mapa) para visualizar o campo POPCH90_00 como uma camada vetorial. Examine o mapa para visualizar os municípios que apresentam incremento ou decréscimo significativos na população entre os censos de 1990 e de 2000.

Nós iremos agora criar uma nova tabela usando a informação contida em duas tabelas do banco de dados para mostrar somente aqueles municípios que têm hospitais.

- k) Selecione a opção *Advanced SQL* no menu *Query*. Digite a seguinte expressão e depois clique *Ok*.

```
Select * into [townhosp] from [census2000] , [hospitals] where [census2000].[town] = [hospitals].[town]
```

Quando essa expressão for aplicada, você poderá observar que uma nova tabela chamada TOWNHOSP será criada no seu banco de dados. Ela contém a mesma informação encontrada na tabela CENSUS2000, mas somente para aqueles municípios que têm hospitais.

Desafio

Crie um mapa *booleano* dos municípios de Massachusetts onde houve crescimento positivo da população.

As operações de consultas ao banco de dados que executamos neste exercício foram realizadas usando os atributos armazenados em um banco de dados. Isso foi possível porque nós trabalhamos com uma estrutura espacial simples, os municípios de Massachusetts, para os quais temos múltiplos atributos. Nós visualizamos os resultados das operações feitas no banco de dados vinculando-os a um vetor com os códigos de ID dos municípios. Conforme formos entrando na parte 2 do tutorial, nós iremos aprender a usar as ferramentas de SIG raster do IDRISI para realizar consultas e outras análises em camadas que descrevem diferentes representações espaciais.

Exercício 1-11 - Oficina de bancos de dados: criação de camadas de texto/visibilidade de camadas

Em um exercício anterior nós vimos como criar uma camada de texto digitalizando diretamente na tela. Neste exercício, exploraremos como criar camadas de texto a partir da informação em arquivos de banco de dados. Adicionalmente, veremos como podemos configurar a visibilidade de camadas de acordo com a escala do mapa.

Exportação de camadas de texto

- Certifique-se que a sua pasta de trabalho (*Working Folder*) está especificada para *Using IDRISI*. Limpe sua tela e use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para visualizar o campo TOWN_ID da coleção vetorial MASSTOWNS. Use a aba *Advanced Palette/Symbol Selection* (Seleção avançada de tabela de cores/Símbolo) para definir o relacionamento dos dados para *None (Uniform)*. Selecione então a cor amarela mais clara (a quarta) das opções de *Color Logic* (Lógica de cores).
- A seguir, clique no ícone do *Database Workshop* na barra de ferramentas do IDRISI para abrir o banco de dados associado com essa coleção. O que queremos fazer é criar uma camada vetorial a partir do campo TOWN. Isso é muito fácil! Clique na coluna TOWN para selecionar esse campo. Depois clique sobre o ícone *Create IDRISI Vector File* (Criar arquivo vetorial IDRISI) na barra de ferramentas do *Database Workshop*. Todas as indicações devem estar corretas para exportar a camada – um código igual a 1 será atribuído para cada texto. Clique *OK*

Observe que ele não apenas cria a camada, mas também acrescenta-o à sua composição. Observe também que ele não parece tão agradável – está um pouco congestionado! Entretanto, há um outro problema a ser resolvido. Faça um *zoom* para ampliar o mapa. Observe como as feições ficam maiores, mas o texto permanece com o mesmo tamanho. Nós ainda não havíamos visto isso antes. Em exercícios anteriores as camadas de texto eram ajustadas automaticamente à mudança de escala.

- Ambos os problemas estão relacionados com os metadados. Clique sobre o ícone *IDRISI Explorer* na barra de ferramentas principal do IDRISI. Na aba *Filters* (Filtros) selecione para visualizar arquivos vetoriais (*Vector features - *.vct*) e omitir os demais. Na aba *Files* (Arquivos) certifique-se de que o painel dos metadados esteja visível e a seguir selecione a camada de texto que você criou (CENSUS2000_TOWN). No painel *Metadata*, observe o item dos metadados “*Units per point*” (Unidades por ponto). Apenas camadas de texto possuem essa propriedade. Ela especifica a relação entre as unidades do sistema de referência e as unidades de medida para texto – pontos (há 72 pontos em uma polegada = 28,34 pontos por centímetro). Nesse momento está indicado é *unknown* (desconhecido) porque o procedimento de exportação do *Database Workshop* não sabe como esse texto deverá ser visualizado.

Substitua *unknown* por 100. Isso implica que um ponto de texto passa a equivaler a 100 metros, dado o sistema de referência usado por essa camada. Depois salve o arquivo de metadados modificando clicando no ícone do disquete na base do painel dos metadados.

- Agora vá no *Composer* e remova CENSUS2000_TOWN com o botão *Remove Layer* (Remover camada). Use a seguir o botão *Add Layer* (Adicionar camada) para adicioná-lo novamente usando o arquivo de símbolos *IDRISI Quantitative (Standard Idrisi Sequence)*¹. No nível da camada, isso equivale a reiniciar o sistema operacional! Mudanças em qualquer parâmetro de georreferenciamento (que geralmente são muito raros) requerem esse tipo de recarga.
- Inicialmente, o texto pode parecer muito pequeno. Entretanto, aumente o *zoom* do mapa e observe como o tamanho do texto aumenta na proporção direta da mudança da escala.

Visibilidade da camada

- Pressione a tecla *Home* do teclado ou o ícone *Full Extent Normal* (Expansão normal) para retornar a visualização ao tamanho de janela original. Embora tenhamos ajustado a relação do tamanho do texto com a escala, para que

¹ Pode não parecer lógico usar o arquivo de símbolos *Quant* aqui. Entretanto, como a camada foi visualizada originalmente com esse arquivo de símbolos e como todos os textos compartilham do mesmo ID (1), esse procedimento faz sentido.

o tamanho padrão da janela de mapa o texto é muito pequeno para que se possa ler adequadamente. Isso pode ser controlado pelo ajuste dos parâmetros de visibilidade da camada.

- g) Certifique-se de que a camada CENSUS2000_TOWN está selecionada no *Composer* e então abra *Layer Properties* (Propriedades da camada). Clique sobre a aba *Visibility* (Visibilidade). A aba *Visibility* pode ser usada como uma alternativa para ajustar os vários efeitos de interação de camadas que exploramos anteriormente. Também há outras opções. Uma é a ordem com que o IDRISI exhibe as feições vetoriais. Isso pode ser particularmente importante com arquivos de linhas e pontos para estabelecer quais símbolos ficam sobre os outros quando eles se sobrepõem. Entretanto, nossa preocupação é com a opção *Scale/Visibility* (Escala/visibilidade).
- h) As opções em *Scale/Visibility* controlam a visualização de uma camada. Por padrão, camadas são sempre visíveis. Mais especificamente, eles são visíveis em escalas de 1:0 (infinitamente grandes) a 1:10.000.000.000 (muito, muito pequenas). Altere o denominador da escala “to” de 10.000.000.000 para 500.000 (sem o ponto). Depois clique *OK*.

Pressione a tecla *Home* para assegurar-se de que você está vendo o mapa na sua resolução básica. Dependendo da resolução do seu monitor, o texto agora não deveria ser visível. Se ele ainda está visível, reduza o *zoom* para diminuir o mapa até que o texto fique invisível e olhe para o indicador RF no canto inferior esquerdo da tela do IDRISI. Então amplie o *zoom*. Quando você ultrapassar o limiar de 500.000 do denominador da escala, você deveria perceber o texto tornar-se visível.

A opção de visibilidade da camada permite enorme flexibilidade na geração de composições de mapa. Você pode facilmente configurar as camadas para que sejam visíveis ou invisíveis à medida que você muda o nível de *zoom*.

Exercício 2-1 - Modelagem cartográfica

Um modelo cartográfico é uma representação gráfica dos dados e procedimentos analíticos usados em um estudo. Seu propósito é ajudar o analista a organizar e estruturar os procedimentos necessários, bem como a identificar todos os dados necessários para o estudo. Ele também serve como uma fonte de documentação e referência para a análise.

Nós usaremos a modelagem cartográfica extensivamente nos exercícios na porção *Introductory GIS* (SIG Introdutório) do tutorial. Alguns modelos serão fornecidos para você, e outros você mesmo terá que construir. Nós o encorajamos a desenvolver o hábito de usar modelos cartográficos em seu trabalho com SIG.

No desenvolvimento de um modelo cartográfico, achamos mais útil começar com o produto final e então proceder de trás para frente, em um procedimento passo a passo em direção aos dados existentes. Este processo previne contra a tendência de deixar que os dados disponíveis definam o produto final. Que valores o produto terá? O que esses valores representarão? Nós então perguntamos que dados são necessários para produzir o produto final, e definimos cada um dos dados de entrada e como eles podem ser obtidos ou derivados. O exemplo a seguir ilustra o processo:

Suponha que queremos produzir um produto final que mostre as áreas que possuem declividades acima de 20 graus. Que dados são necessários para produzir tal imagem? Para produzir uma imagem de declividades maiores que 20 graus, precisaremos primeiro de uma imagem com todas as declividades. Existe uma imagem com todas as declividades na base de dados? Se não existe, andamos mais um passo para trás e fazemos mais perguntas: Que dados são necessários para produzir um mapa com todas as declividades? Uma imagem de elevação pode ser usada para criar um mapa de declividades. Existe uma imagem de elevação em nossa base de dados? Se não existe, que dados são necessários para derivá-la? O processo continua até que se chegue nos dados existentes.

Os dados existentes podem já estar em meio digital, ou podem estar na forma de mapas em papel ou tabelas que precisarão ser digitalizadas. Se os dados necessários não estiverem disponíveis, você pode precisar desenvolver uma forma de usar outras camadas de dados ou combinações de camadas de dados como substitutos.

Uma vez que você tenha definido o modelo cartográfico, você pode então proceder à execução dos módulos e desenvolver as camadas de dados de saída. O *Macro Modeler* pode ser usado para construir e execução modelos. Entretanto, quando você constrói um modelo no *Macro Modeler*, você necessita saber previamente os módulos que deverá usar para produzir as camadas de dados de saída. Na verdade, ele requer que você construa o modelo a partir dos dados existentes em direção ao produto final. Assim, nestes exercícios, primeiro construiremos modelos cartográficos conceituais como diagramas. Depois, construiremos modelos no *Macro Modeler* já conhecendo a sequência de passos a adotar. Construir modelos no *Macro Modeler* é vantajoso pelo fato de ser possível corrigir erros ou modificar parâmetros e então executar o modelo inteiro novamente, sem ter que executar manualmente cada módulo individual.

Os diagramas do modelo cartográfico usados aqui seguirão, sempre que possível, as convenções do *Macro Modeler* em termos de simbologia. Construiremos os modelos cartográficos com os dados de saída no lado direito do modelo, e os dados e elementos de comando serão mostrados em cores similares àquelas do *Macro Modeler*. Entretanto, para facilitar o uso dos exercícios tutoriais quando eles forem impressos em preto e branco, cada tipo de arquivo de dados será representado por um símbolo com formato diferente (O *Macro Modeler* usa retângulos para todos os dados de entrada e diferencia os tipos de arquivos através de cores). Arquivos de dados no tutorial são representados conforme mostrado na Figura 1. Arquivos de imagens *raster* são representados por retângulos, arquivos vetoriais por triângulos, arquivos de valores por elipses e dados tabulares por uma página com o canto dobrado. O nome dos arquivos é escrito dentro do símbolo.

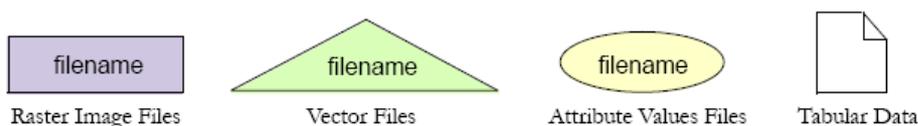


Figura 1

Módulos são mostrados como paralelogramas, com o nome dos módulos em negrito, da mesma forma que no *Macro Modeler*. Os módulos conectam os arquivos de entrada e de saída através de setas. Quando uma operação requer a entrada de dois arquivos, as setas desses dois arquivos são unidas, formando uma única seta apontando para o símbolo do módulo (figura 3).

A figura 2 mostra o modelo cartográfico construído para executar o exemplo descrito acima. Começando com um modelo de elevação *raster* chamado ELEVATION, o módulo SLOPE é usado para produzir a imagem *raster* de saída chamada SLOPES. Esta imagem de todos os valores de declividade é usada com o módulo RECLASS para criar a imagem final, HIGH SLOPES, mostrando as áreas com valores de declividade maiores que 20 graus.



Figura 2

A figura 3 mostra um modelo no qual duas imagens *raster*, Area e Population, são usadas com o módulo OVERLAY (opção de divisão) para produzir uma imagem *raster* de densidade populacional chamada POP_DENSITY.

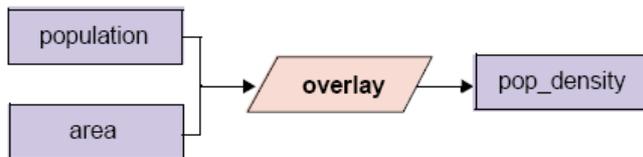


Figura 3

Para mais informação sobre o *Macro Modeler*, veja o capítulo ***IDRISI Modeling Tools*** (Ferramentas de modelagem do IDRISI) no ***IDRISI Guide to GIS and Image Processing***.

Você ficará bastante familiarizado com modelos cartográficos e com o uso do *Macro Modeler* para construir e executar seus modelos à medida que você for fazendo os próximos exercícios introdutórios do tutorial.

Exercício 2-2 - Consultas à base de dados

Neste exercício nós iremos explorar a mais fundamental operação em SIG, consultas à base de dados. Com consultas à base de dados, podemos fazer dois tipos possíveis de perguntas. A primeira é uma **consulta por localização**, “o que existe neste local?”. A segunda é uma **consulta por atributo** “onde estão todos os locais que têm este atributo?”. À medida que movemos o cursor sobre uma imagem, sua posição em linha e coluna e em coordenadas X e Y são exibidas na barra de *status* na base da tela. Quando acionamos o ícone *Cursor Inquiry Mode* (Modo de consulta do cursor) – aquele com um sinal de interrogação e uma seta - e então clicamos em diferentes locais na imagem, o valor da célula, conhecido como valor Z, é exibido próximo ao cursor. Fazendo isto, estamos consultando por localização. Em exercícios futuros, veremos meios mais elaborados para efetuar consultas por localização (usando os módulos EXTRACT e CROSSTAB), bem como a habilidade de consultar interativamente um grupo de imagens ao mesmo tempo. Neste exercício, faremos basicamente consultas à base de dados por atributo.

Para fazer consultas por atributo, nós especificamos uma condição e então pedimos ao SIG que determine todas as regiões que satisfazem esta condição. Se a condição envolve um único atributo, podemos usar RECLASS ou ASSIGN para executar a consulta. Se nós temos uma condição que envolve múltiplos atributos, nós precisamos usar OVERLAY. O exercício a seguir ilustra esses procedimentos. Se você ainda não o fez, é recomendável ler a seção **Database Query** (Consultas à base de dados) no capítulo **Introduction to GIS** no **IDRISI Guide to GIS and Image Processing** antes de prosseguir.

- a) Primeiro, definiremos a pasta de trabalho que será usada no exercício. Selecione *IDRISI Explorer* a partir do menu *File* (Arquivo). Na aba *Projects* (Projetos), configure o item *Working folder* (Pasta de trabalho) para a pasta *Introductory GIS*.
- b) Use o *DISPLAY Launcher* (Visualizador) para visualizar a camada *raster* chamada DRELIEF. Use a *Palette* (Tabela de cores) *IDRISI Default Quantitative* (Quantitativa padrão do IDRISI) e confirme a exibição tanto do título quanto da legenda. O autoescalonamento, em intervalos iguais com 256 classes, será selecionado automaticamente, uma vez que DRELIEF armazena dados do tipo real. Use o *Cursor Inquiry Mode* (Modo de consulta do cursor) para examinar os valores em vários locais.

Esta é uma imagem de *relevo* ou *topográfica*, também chamada de Modelo Digital de Elevação (MDE - em inglês DEM) ou de modelo numérico do terreno (MNT), para uma área da Mauritânia ao longo do Rio Senegal. A área ao sul do rio (dentro da curva em forma de ferradura) pertence ao Senegal e não foi digitalizada. Para essa área foi atribuído um valor arbitrário de 10 metros. Nossa análise enfocará o lado do rio pertencente à Mauritânia.

Esta área é anualmente sujeita a alagamento, durante a estação de chuvas. Como a área é normalmente muito seca, os fazendeiros locais praticam o que é conhecido como “agricultura recessional”, plantando nas áreas alagadas depois que as águas regridem. A cultura principal cultivada desta forma é a do sorgo.

Um projeto foi proposto para construir uma barragem ao longo da margem norte, no extremo norte da curva do rio. A intenção é deixar que as águas de inundação entrem nessa área como ocorre normalmente, e então levantar uma barragem para manter as águas no local por um período de tempo mais longo. Isto permitiria que mais água infiltrasse no solo, aumentando assim o rendimento do sorgo. De acordo com os registros do nível do rio, a cota normal de inundação para esta área é nove metros.

Além da disponibilidade de água, o tipo de solo é outra consideração importante na agricultura recessional de sorgo porque alguns solos retêm a umidade melhor que outros e alguns são mais férteis que outros. Nesta área, somente os solos argilosos são altamente aptos para este tipo de agricultura.

- c) Visualize a camada *raster* chamada DSOIL. Note que a tabela de cores *IDRISI Default Qualitative* (Qualitativa padrão do IDRISI) é selecionada automaticamente como padrão para esta imagem. O IDRISI usa um conjunto de regras para decidir se uma imagem é qualitativa ou quantitativa e configura a tabela de cores padrão de acordo com a escolha feita. Neste caso, ele escolheu corretamente. Certifique-se que tanto as opções de exibir o título quanto a legenda estão selecionadas e clique *OK*. Este é o mapa de solos para a área de estudo.

Para determinar onde desenvolver o projeto da barragem, os tomadores de decisão precisam saber qual o impacto provável que o projeto terá. Eles desejam saber quantos hectares de terra são aptos para a agricultura recessional. Se a maior parte das regiões inundáveis tiver tipos de solo inadequados, então o aumento no rendimento do sorgo será mínimo e talvez outro local tenha que ser identificado. Entretanto, se boa parte da região inundada contiver solos argilosos, o projeto teria um impacto maior na produção de sorgo.

Nossa tarefa, bastante simples, é fornecer essa informação. Mapearemos e determinaremos a área (em hectares) de todas as regiões que são aptas à agricultura recessional de sorgo. Esta é uma consulta clássica à base de dados, envolvendo uma condição composta. Precisamos achar todas as áreas que:

estão localizadas na zona normal de inundação **AND (E)** sobre solos argilosos.

Para construir um modelo cartográfico para este problema, nós começaremos especificando o resultado final desejado no lado direito do modelo. No final, nós queremos um único número representando a área total, em hectares, que é apta para a agricultura recessional de sorgo. A fim de obter este número, entretanto, devemos primeiro gerar uma imagem que diferencia os locais aptos de todos os demais, para então calcular a área que é considerada apta. Chamaremos esta imagem de BESTSORG.

Seguindo as convenções descritas anteriormente, neste momento nosso modelo cartográfico se parece com a figura 1. Nós ainda não sabemos que módulos serão usados para calcular a área, então por enquanto deixaremos o símbolo do módulo vazio.

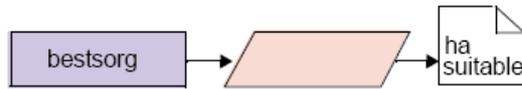


Figura 1

A descrição do problema diz que existem duas condições que tornam uma área adequada à agricultura recessional de sorgo: que a área seja alagada e que esteja sobre solos argilosos. Cada uma destas condições deve ser representada por uma imagem. Chamaremos essas imagens de FLOOD e BESTSOIL. BESTSORG, então, é o resultado da combinação de duas imagens com alguma operação que permita reter somente áreas que satisfaçam a ambas as condições. Se adicionarmos estes elementos ao modelo cartográfico, teremos a figura 2.

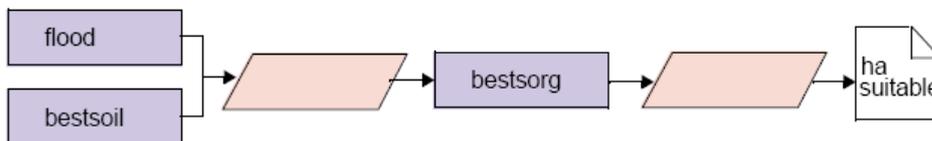


Figura 2

Como BESTSORG é o resultado de uma consulta por atributos múltiplos, ela define aqueles locais que satisfazem mais de uma condição. FLOOD e BESTSOIL são o resultado de consultas por atributo único porque elas definem os locais que satisfazem somente uma condição. A forma mais comum de abordar tal problema é produzir imagens *Booleanas*¹ com consultas por atributo único. As consultas por atributos múltiplos podem então ser efetuadas usando *Álgebra Booleana*.

Imagens *Booleanas* (também conhecidas como imagens binárias ou imagens lógicas) contêm somente valores 0 e 1. Em imagens *Booleanas*, um valor 0 indica um *pixel* que não satisfaz a condição desejada enquanto um valor 1 indica um *pixel* que satisfaz essa condição. Usando os valores 0 e 1, operações lógicas podem ser realizadas entre imagens múltiplas muito facilmente. Por exemplo, neste exercício realizaremos uma operação lógica *AND (E)* de forma que a imagem BESTSORG conterá o valor 1 somente para aqueles *pixels* que satisfazem tanto a condição de alagamento quanto de tipo de solo. A imagem FLOOD deve conter *pixels* com o valor 1 somente para as áreas alagáveis e o valor 0 para o restante dos *pixels*. A imagem BESTSOIL deve conter *pixels* com o valor 1 somente para aquelas áreas que estão sobre solos argilosos e com o valor 0 para o restante da área. Dadas estas duas imagens, a condição lógica *AND* pode ser calculada com uma simples multiplicação das duas imagens. Quando duas imagens são usadas como variáveis em uma operação de multiplicação, um *pixel* na primeira imagem (por exemplo, FLOOD) é multiplicado pelo *pixel* na mesma posição na segunda imagem (por exemplo, BESTSOIL). O produto desta operação (por exemplo, BESTSORG) tem *pixels* com o valor 1 somente nos locais que têm valor 1 em ambas as imagens de entrada, como mostra a figura 3 a seguir.

FLOOD		BESTSOIL		BESTSORG
0	×	0	=	0
0	×	1	=	0
1	×	0	=	0
1	×	1	=	1

Figura 3

¹ Apesar da palavra *binária* ser comumente usada para descrever uma imagem desta natureza (somente 1 e 0), usaremos o termo *Booleana* daqui em diante para evitar confusão com o termo *binário* referente a um formato de armazenamento de dados. O nome *Booleana* é derivado do nome de George Boole (1815 - 1864), um dos fundadores da lógica matemática. O nome também é apropriado porque as operações que executaremos nestas imagens são conhecidas como *Álgebra Booleana*.

Esta lógica poderia claramente ser estendida para qualquer número de condições, sendo cada uma delas representada por uma imagem *Booleana*.

A imagem *Booleana* FLOOD mostrará áreas que seriam inundadas por um evento de alagamento normal de 9 metros (isto é, aquelas áreas com elevações menores que 9 metros). Assim, para produzir FLOOD, precisaremos do modelo de elevação DRELIEF que foi visualizado antes. Para criar FLOOD a partir de DRELIEF, nós mudaremos todas as elevações com menos de 9 metros para o valor 1 e todas as elevações iguais ou maiores que 9 metros para o valor 0.

De forma similar, para criar a imagem *Booleana* BESTSOIL, começaremos com uma imagem de todos os tipos de solo (DSOILS) e então isolaremos somente os solos argilosos. Para fazer isso, nós mudaremos os valores da imagem DSOIL de forma que somente solos argilosos recebam o valor 1 e todos os outros tipos de solo recebam o valor de 0. Adicionando estes passos ao modelo cartográfico, obtemos a figura 4.

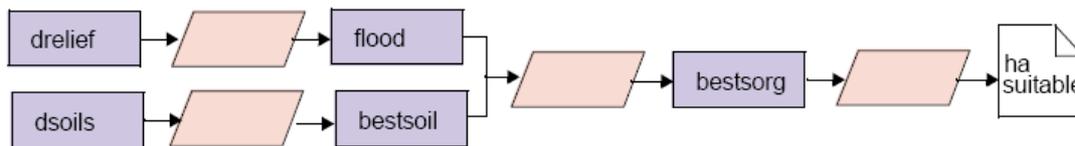


Figura 4

Nós chegamos agora em um ponto no modelo cartográfico em que temos todos os dados necessários. A tarefa pendente é determinar exatamente que módulos do IDRISI devem ser usados para realizar as operações desejadas (indicadas neste momento com símbolos vazios na figura 4). Adicionaremos os nomes dos módulos à medida que solucionando o problema com o IDRISI. Quando tivermos completado todo o exercício, exploraremos como o *Macro Modeler* e o *Image Calculator* (Calculadora para imagens) podem ser usados para fazer partes da mesma análise.

Primeiro, criaremos a imagem FLOOD isolando todas as áreas da imagem DRELIEF com elevações menores que 9 metros. Para fazer isto, usaremos o módulo RECLASS.

- d) Agora vamos examinar as características do arquivo *raster* DRELIEF (se necessário, mova a janela de DSOILS para o lado para tornar DRELIEF visível). Clique em DRELIEF para que ele seja a janela de mapa ativa. Depois clique no botão *Layer Properties* (Propriedades da camada) no *Composer*. Selecione a aba *Properties* (Propriedades).

1. *Quais são os valores mínimos e máximos da imagem?*

- e) Antes que você faça qualquer análise, vamos revisar as configurações do IDRISI. Entre no menu *File* (Arquivo) e selecione a opção *User Preferences* (Preferências do usuário). Na aba *System Settings* (Configurações do sistema), certifique-se de que a opção *Automatically display the output of analytical modules* (Visualizar automaticamente as saídas dos módulos analíticos) esteja habilitada. Depois clique na aba *Display Settings* (Configurações de visualização) e certifique-se de que no item *Default Qualitative palette* (Tabela de cores qualitativa padrão) esteja selecionado o arquivo QUAL e no item *Default Quantitative palette* (Tabela de cores quantitativa padrão) o arquivo QUANT. Mais abaixo, ligue também as opções *automatically show title* (exibir título automaticamente) e *automatically show legend* (exibir legenda automaticamente). Clique OK para salvar essas configurações.

Agora estamos prontos agora para criar nossa primeira imagem Booleana, FLOOD.

- f) Selecione RECLASS a partir do menu *GIS Analysis/Database Query* (Análise espacial/Consultas à base de dados). Nós iremos reclassificar um arquivo de imagem com a opção *User-defined Reclass* (Reclassificação personalizada). Especifique DRELIEF como o arquivo de entrada e digite FLOOD como o nome do arquivo de saída. Depois digite os seguintes valores na primeira linha dos parâmetros de reclassificação na caixa de diálogo:

Assign a new value of (Atribuir um novo valor de): 1
To values from (Aos valores de): 0
To just less than (Até imediatamente inferiores a): 9

Em seguida clique na segunda linha da tabela dos parâmetros de reclassificação e entre com os seguintes valores:

Assign a new value of (Atribuir um novo valor de): 0
To values from (Aos valores de): 9
To just less than (Até imediatamente inferiores a): 999

Clique no botão *Save as .rcl file* (Salvar como arquivo .rcl) e digite o nome FLOOD. Um arquivo .rcl é simplesmente um arquivo ASCII que lista os limites de reclassificação e os novos valores. Não precisamos do arquivo agora, mas nós o usaremos com o *Macro Modeler* no final do exercício. Clique no botão *Output*

Documentation (Documentação de saída) e digite um título à sua escolha para a nova imagem e “*Boolean*” como a nova unidade dos valores ². Pressione *OK* para finalizar.

Note que entramos com “999” como o limite superior do intervalo a ser reclassificado para o novo valor de zero, porque ele é maior que qualquer outro valor presente na imagem. Qualquer número maior que o verdadeiro valor máximo de 16 poderia ser usado em função da expressão “imediatamente inferior a”.

- g) Quando o RECLASS tiver terminado, examine a nova imagem chamada FLOOD (que será automaticamente visualizada se você seguiu as instruções de configuração). Esta é uma imagem *Booleana*, como descrito anteriormente, onde o valor 1 representa áreas que satisfazem uma condição específica e o valor 0 representa áreas que não satisfazem essa condição.
- h) Agora vamos criar uma imagem *Booleana* (BESTSOIL) de todas as áreas com solos argilosos. O arquivo DSOILS é um mapa de solos para a região. Se você fechou a janela de DSOILS, visualize-o novamente usando o *Display Launcher* (Visualizador).

2. *Qual é o valor numérico da classe solos argilosos? (use a ferramenta Cursor Inquiry – Consulta com o cursor, na barra de ferramentas)*

Nós poderíamos usar RECLASS para isolar esta classe para criar uma imagem *Booleana*. Se o fizéssemos (mas não o faremos), nossa sequência na especificação da reclassificação seria a seguinte:

```
Assign a new value of (Atribuir um novo valor de): 0
To values from (Aos valores de): 0
To just less than (Até imediatamente inferiores a): 2

Assign a new value of (Atribuir um novo valor de): 1
To values from (Aos valores de): 2
To just less than (Até imediatamente inferiores a): 2

Assign a new value of (Atribuir um novo valor de): 0
To values from (Aos valores de): 3
To just less than (Até imediatamente inferiores a): 999
```

Observe que o intervalo dos valores que não interessam para nós deve ser explicitamente especificado como 0 e o intervalo de interesse (tipo de solo 2, argiloso) como 1. No RECLASS, qualquer valor que não seja coberto por um dos intervalos especificados irá manter os valores originais na imagem de saída.³ Note também que quando um único valor ao invés de um verdadeiro intervalo é reclassificado, o valor original pode ser digitado duas vezes, tanto para o início “*To values from* (Aos valores de)” quanto para o final “*To just less than* (Até imediatamente inferiores a)”.

RECLASS é a forma mais geral de reclassificação ou de atribuição de novos valores aos valores de dados em uma imagem. Em alguns casos, o RECLASS pode ser bastante complicado e nós podemos usar como alternativa um procedimento muito mais rápido, chamado ASSIGN, para chegar ao mesmo resultado. O ASSIGN atribui novos valores para um conjunto de valores de dados inteiros. Com ASSIGN, podemos optar entre atribuir um novo valor diferente para cada valor original ou atribuir somente dois valores, 0 e 1, para criar uma imagem *Booleana*.

Diferente de RECLASS, a imagem de entrada para o ASSIGN deve ser do tipo inteiro ou *byte* – ele não aceitará valores originais do tipo real. Também diferente do RECLASS, ASSIGN automaticamente atribui o valor zero para todos os valores que não foram explicitamente mencionados. Isto pode ser particularmente útil quando desejamos criar imagens *Booleanas*. Finalmente, o ASSIGN também difere do RECLASS no fato de que somente valores inteiros individuais podem ser especificados, e não intervalos de valores.

Para trabalhar com ASSIGN, precisamos primeiro criar um arquivo de valores de atributo que lista os novos valores a serem atribuídos aos valores de dados existentes. A forma mais simples de arquivo de valores de atributo no IDRISI é um arquivo de texto ASCII com duas colunas (separadas por um ou mais espaços).⁴ A coluna da esquerda lista “feições” existentes (usando números identificadores de feições no formato inteiro). A coluna da direita lista os valores a serem atribuídos a estas feições.

² Unidades dos valores e títulos servem somente para propósitos de documentação e por essa razão são opcionais. É recomendável, entretanto, que você preencha essas informações. Preencher um título lhe dá a oportunidade de pensar sobre o que a imagem representa no contexto da sua análise. Especificar as unidades dos valores faz você pensar sobre o que os valores na nova imagem devem ser.

³ A saída de RECLASS é sempre do tipo inteiro, de forma que valores do tipo real serão arredondados na imagem de saída para o seu valor inteiro mais próximo. Isso não afeta nossa análise aqui, já que estamos reclassificando para os valores inteiros 0 e 1.

⁴ Arquivos mais complexos, com múltiplos campos de valores de atributo são acessíveis através da *Database Workshop* (Oficina de bancos de dados).

Em nosso caso, as feições são os tipos de solo aos quais atribuiremos novos valores. Nós iremos atribuir o novo valor 1 para o valor original 2 (solos argilosos) e iremos atribuir o novo valor 0 para todos os outros valores originais. Para criar o arquivo de valores a ser empregado no ASSIGN usaremos um módulo chamado *Edit*.

- i) Use *Edit* a partir do menu *the GIS Analysis/Database Query* (Análise espacial/Consultas à base de dados) para criar o arquivo de valores chamado CLAYSOIL (*Edit* também tem seu próprio ícone, o oitavo da direita para a esquerda). Nós queremos que todas as áreas na imagem DSOIL com o valor 2 recebam o novo valor 1 e todas as outras áreas recebam o valor de zero. Nosso arquivo de valores deveria se parecer com o seguinte:

```
1 0
2 1
3 0
4 0
5 0
```

Entretanto, como previamente mencionado, a qualquer feição que não for mencionada no arquivo de valores será automaticamente atribuído o novo valor zero. Assim, nosso arquivo de valores só precisa realmente ter uma única linha, como a seguir:

```
2 1
```

Digite isto na tela de *Edit*, com um único espaço entre os dois números. A partir do menu *File* (Arquivo) na mesma caixa de diálogo do *Edit* (não no menu principal) escolha *Save As* (Salvar como) e salve o arquivo como o tipo *Attribute values file* (Arquivo de valores de atributo) com o nome CLAYSOIL (quando você escolher a opção *Attribute values file* a partir da lista de tipos de arquivo, a extensão de arquivo apropriada, *.avl, é automaticamente adicionada ao nome do arquivo que você especificou). Clique *Save* (Salvar) e, na janela seguinte, escolha o tipo de dado *Integer* (Inteiro).

Acabamos de definir as atribuições de valores a serem feitas. O próximo passo é atribuir estes valores à imagem *raster*.

- j) Abra o módulo ASSIGN a partir do menu *GIS Analysis/Database Query* (Análise espacial/Consultas à base de dados). Como o mapa de solos define as feições às quais atribuiremos os novos valores, especifique DSOILS como a imagem de definição das feições. Selecione CLAYSOIL como o arquivo de valores de atributo. Então, como arquivo de saída, digite BESTSOIL. Finalmente, preencha um título para a imagem de saída e pressione OK.
- k) Quando ASSIGN tiver terminado, BESTSOIL será automaticamente visualizada. Os valores agora representam solos argilosos com o valor 1 e todas as outras áreas com o valor 0.

Agora temos imagens *Booleanas* representando os dois critérios para nossa análise de aptidão, uma criada com RECLASS e outra com ASSIGN.

Embora ASSIGN e RECLASS freqüentemente possam ser usados para o mesmo propósito, eles não são exatamente equivalentes, e usualmente um irá necessitar menos passos que o outro para um procedimento particular. À medida que você se familiarizar com a operação de cada um, a escolha entre os dois módulos em cada situação particular se tornará mais óbvia.

Até este ponto, nós executamos consultas por atributo único para produzir duas imagens *Booleanas* (FLOOD e BESTSOIL) que satisfazem as condições individuais que especificamos. Agora necessitamos realizar uma consulta por atributos múltiplos para encontrar os locais que satisfazem a ambas as condições e, assim, seriam aptas à agricultura recessional de sorgo.

Como descrito anteriormente neste exercício, uma operação de multiplicação entre duas imagens *Booleanas* pode ser usada para produzir um resultado lógico AND (E). No IDRISI, isto é realizado com o módulo OVERLAY, que produz novas imagens como resultado de uma operação matemática entre duas imagens existentes. A maioria consiste em simples operações aritméticas. Por exemplo, podemos usar o OVERLAY para subtrair uma imagem de outra para examinar suas diferenças.

Como ilustrado anteriormente na figura 3, se usamos OVERLAY para multiplicar FLOOD e BESTSOIL, o único caso em que obteremos o valor de 1 na imagem de saída BESTSORG é quando os *pixels* correspondentes em ambos os mapas de entrada contiverem o calor 1.

OVERLAY pode ser usado para realizar uma variedade de operações *Booleanas*. Por exemplo, a opção “Cover (Cobertura)” no procedimento de OVERLAY produz um resultado lógico OR (OU). A imagem de saída dessa operação terá o valor 1 onde uma ou ambas as imagens de entrada tiverem o valor 1.

3. Construa uma tabela similar à mostrada na figura 3 para ilustrar a operação OR e então sugira uma outra operação de OVERLAY além de “Cover” que poderia ser usada para produzir o mesmo resultado.

- l) Execute OVERLAY a partir do menu *GIS Analysis/Database Query* (Análise espacial/Consultas à base de dados) para multiplicar FLOOD e BESTSOIL e criar uma nova imagem chamada BESTSORG. Clique em *Output Documentation* (Documentação de saída) para dar um título à imagem e especifique “*Boolean*” para as unidades dos valores. Examine o resultado (se estiver difícil de enxergar, mude a tabela de cores para QUAL). BESTSORG mostra todos os locais que estão dentro da zona normal de alagamento **E** que têm solos argilosos.
- m) Nosso próximo passo é calcular a área, em hectares, dessas regiões aptas em BESTSORG. Isto pode ser feito com o módulo AREA. Execute AREA a partir do menu *GIS Analysis/Database Query*, selecione BESTSORG como a imagem de entrada, selecione o formato de saída *tabular* e a unidade para cálculo da área como *hectares* e pressione *Ok*.

4. *Quantos hectares dentro da zona inundável têm solos argilosos? Qual o significado das outras áreas reportadas?*

Adicionando os nomes dos módulos ao modelo cartográfico da figura 4 nós obtemos o modelo cartográfico completo para a análise acima, mostrado na figura 5.

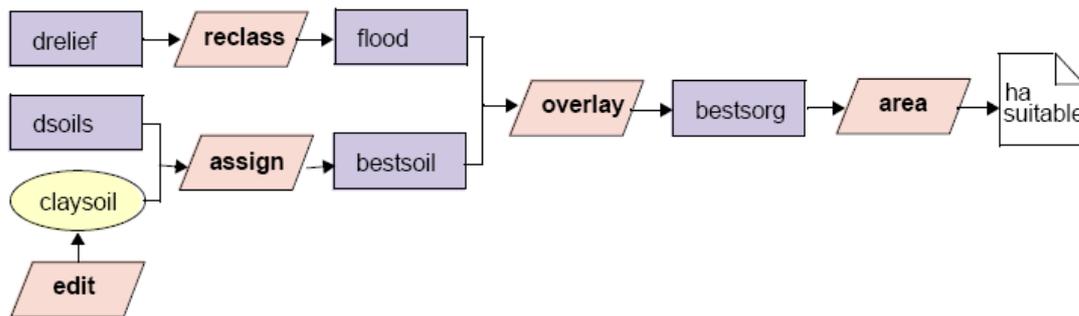


Figura 5

O resultado que produzimos envolveu a realização de consultas por atributo único para cada uma das condições especificadas na definição de aptidão. Depois usamos os produtos dessas consultas por atributo único para realizar uma consulta por atributos múltiplos que identificou todos os locais que satisfazem a ambas as condições. Embora muito simples analiticamente, este tipo de análise é uma das mais comumente executadas em SIG. A habilidade de um SIG para realizar consultas à base de dados baseadas não somente em atributos, mas também na localização destes atributos, distingue os SIG de todos os outros tipos de programas de gerenciamento de bancos de dados.

O valor de área que recém calculamos é o número total de hectares de todas as regiões que satisfazem nossas condições. Entretanto, existem várias regiões distintas que são fisicamente separadas umas das outras. E se quiséssemos calcular separadamente o número de hectares de cada uma destas manchas com potencial para o sorgo?

Quando você olha para a imagem *raster*, você pode interpretar *pixels* contíguos que têm o mesmo identificador como uma feição única, como se fosse um polígono de solo. Por exemplo, na imagem BESTSORG, você pode distinguir três manchas aptas separadas. Entretanto, em sistemas *raster* como o IDRISI, a única “feição” definida é o *pixel* individual. Por isso, como as regiões separadas em BESTSORG têm o mesmo atributo, o IDRISI as interpreta como a mesma feição. Isto torna impossível calcular um valor de área separado para cada uma. A única maneira de calcular as áreas dessas regiões espacialmente distintas é atribuir antes a cada região um identificador único. Isto pode ser feito com o módulo GROUP.

O módulo GROUP é projetado para achar e rotular grupos espacialmente contíguos de *pixels* de mesmo valor. Ele atribui novos valores aos grupos de *pixels* contíguos, começando no canto superior esquerdo da imagem e movendo-se da esquerda para a direita, da porção superior para a inferior, atribuindo ao primeiro grupo o valor 0. O valor de um *pixel* é comparado aos seus vizinhos contíguos. Se ele tem o mesmo valor, recebe o mesmo identificador de grupo. Se tiver um valor diferente, recebe um novo identificador de grupo. Como ele usa informação sobre a vizinhança dos *pixels* na determinação do novo valor de um *pixel*, o GROUP é considerado um Operador de Contexto. Outros operadores de contexto serão introduzidos nos próximos exercícios.

Contigüidade espacial pode ser definida de duas formas. No primeiro caso, *pixels* são considerados parte de um grupo se eles têm uma ou mais bordas em comum (esquerda, direita, superior ou inferior). No segundo caso, *pixels* são considerados parte de um grupo se eles compartilham da mesma borda ou canto. O último caso é indicado no IDRISI como *Including diagonals* (Incluir diagonais). A opção que você usa depende da aplicação em questão.

A figura 6 ilustra o resultado de GROUP sobre uma imagem *Booleana* simples. Note a diferença causada pela inclusão de diagonais. O exemplo sem as ligações diagonais produz oito novos grupos (identificadores de 0 a 7), enquanto a mesma imagem original com as ligações diagonais produz somente 3 grupos distintos.

Original			
1	1	0	1
1	0	0	1
0	1	0	0
1	0	1	0

Sem diagonais			
0	0	1	2
0	1	1	2
3	4	1	1
5	6	7	1

Incluindo diagonais			
0	0	1	2
0	1	1	2
1	0	1	1
0	1	0	1

Figura 6

- n) Execute GROUP a partir do menu *GIS Analysis/Context Operators* (Análise espacial/Operadores de contexto) em BESTSORG para produzir uma imagem de saída chamada PLOTS. Inclua as diagonais e preencha um título para a imagem de saída. Clique OK. Quando GROUP tiver terminado, examine a imagem PLOTS. Use o modo de consulta com o cursor para examinar os valores dos dados para as regiões individuais. Observe como cada grupo contíguo de *pixels* de mesmo valor agora tem um identificador único (Alguns dos grupos nesta imagem são pequenos. A função “*flash*” da legenda pode ser útil para vê-los. Para fazer isso, posicione o cursor na caixa de cor da legenda da categoria de interesse. Pressione e mantenha pressionado o botão esquerdo do mouse. A visualização será modificada para mostrar a categoria selecionada em vermelho e todo o resto em preto. Solte o botão do mouse para retornar a visualização ao estado normal).

5. *Quantos grupos foram produzidos? (lembre que ao primeiro grupo é atribuído o valor zero)*

Três destes grupos são nossas parcelas potenciais para sorgo, os outros são grupos de *pixels* de fundo. Antes de calcularmos o número de hectares em cada parcela apta, devemos determinar que identificadores de grupos representam as porções aptas ao sorgo a fim de podermos encontrar os respectivos identificadores na tabela de área. De forma alternativa, podemos mascarar os grupos de fundo atribuindo a todos eles o mesmo identificador 0 e deixando somente os grupos de interesse com seus identificadores únicos diferentes de zero. Assim a tabelade área se tornará muito mais fácil de ler. Seguiremos o último método.

Neste caso, nós queremos criar uma imagem na qual as parcelas aptas ao sorgo mantenham seus identificadores únicos de grupo e todos os grupos de fundo assumam o valor 0. Existem várias formas de fazer isso. Podemos usar *Edit* e *ASSIGN* ou poderíamos usar *RECLASS*. No entanto, o método mais fácil é usar uma operação de *OVERLAY*.

6. *Que opção de OVERLAY você pode usar para gerar a imagem desejada? Usando que imagens?*

- o) Realize a operação acima para produzir a imagem PLOTS2 e examine o resultado. Mude a tabela de cores para *QUAL*. Como em PLOTS, as parcelas aptas são distinguidas do fundo, cada uma com seu próprio identificador.
- p) Agora estamos prontos para executar *AREA* (procure no menu *GIS Analysis/Database Query*). Use PLOTS2 como a imagem de entrada e selecione uma saída *tabular* e em *hectares*.

7. *Qual é a área em hectares de cada parcela com potencial para o sorgo?*

A figura 7 mostra o passo adicional que adicionamos ao nosso modelo cartográfico original. Note que o arquivo de imagem BESTSORG foi usado com *GROUP* para criar a imagem de saída PLOTS, então estas duas imagens foram usadas em uma operação de *OVERLAY* para mascarar os grupos que não eram aptos. O modelo poderia também ser desenhado com gráficos duplicados para a imagem BESTSORG.

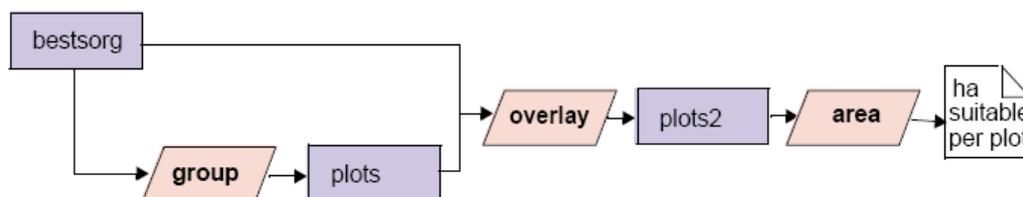


Figura 7

Finalmente, podemos querer saber mais sobre as parcelas individuais do que somente suas áreas. Sabemos que todas as áreas estão sobre solos argilosos e têm elevações menores que 9 metros, mas podemos estar interessados em conhecer a elevação mínima, máxima e média de cada parcela. Quanto menor for o valor de elevação, por mais

tempo a área permanecerá alagada. Este tipo de questão é uma consulta à base de dados por localização. Em contraste com a consulta *pixel a pixel* feita no início do exercício, os locais aqui são definidos como áreas, as três parcelas aptas ao sorgo.

O módulo EXTRACT é usado para extrair um resumo estatístico para as feições de uma imagem (identificadas pelos seus valores).

- q) Escolha EXTRACT a partir do menu *GIS Analysis/Database Query*. Selecione PLOTS2 como a imagem de definição das feições e DRELIEF como a imagem a ser processada. Escolha a opção *All listed summary types* (Todos os tipos de sumário listados). Os resultados vão ser automaticamente escritos em uma saída tabular.

8. Qual é a elevação média de cada parcela potencial para sorgo?

Neste exercício nós utilizamos a mais básica das operações em SIG, as consultas à base de dados. Aprendemos que podemos consultar a base de dados de duas formas, por localização e por atributo. Nós realizamos consultas por localização usando o modo de consulta com o cursor sobre uma imagem visualizada no início do exercício e usando EXTRACT no final do exercício. No restante do exercício, nós nos concentramos nas consultas por atributo, usando as ferramentas RECLASS, ASSIGN e OVERLAY. RECLASS e ASSIGN são similares e podem ser usados para isolar categorias de interesse localizadas em qualquer mapa. OVERLAY nos permite combinar consultas a partir de pares de imagens e assim produzir consultas compostas.

Um conceito particularmente importante que aprendemos nesse processo foi a expressão de consultas simples na forma de imagens *Booleanas* (imagens contendo somente 0 e 1). Expressar os resultados de consultas por atributo único como imagens *Booleanas* nos permitiu utilizar operações *Booleanas* ou lógicas com as operações aritméticas de OVERLAY para efetuar consultas por atributos múltiplos. Por exemplo, nós aprendemos que a operação de multiplicação de OVERLAY produz um AND (E) lógico quando são usadas imagens *Booleanas*, enquanto a operação de cobertura produz um OR (OU) lógico.

Nós também vimos como uma imagem *Booleana* pode ser usada em uma operação de OVERLAY para reter alguns valores e mascarar os demais atribuindo-lhes o valor zero. Em tais casos, a imagem *Booleana* pode ser referida como uma máscara *Booleana* ou simplesmente como uma imagem máscara.

Usando o Macro Modeler com este exercício

O *Macro Modeler* é um ambiente gráfico que nos permite construir e executar um modelo. Ele não pode ser usado inteiramente como um substituto dos modelos cartográficos conceituais que construímos neste exercício porque requer que você conheça que módulos terá que usar. Entretanto, uma vez que você tenha produzido um modelo cartográfico conceitual, você pode então construí-lo no *Macro Modeler*. Embora você possa construir o modelo inteiro e depois executá-lo, enquanto você está aprendendo seria melhor executar o modelo após adicionar cada passo. Você pode então examinar a saída e verificar se está usando a sequência correta de passos. Agora nós usaremos o *Macro Modeler* para refazer a primeira parte deste exercício, a fim de encontrar o primeiro resultado de área.

- r) Acione o *Macro Modeler*, a partir do menu *Modeling* (Modelagem) ou a partir do seu ícone na barra de ferramentas (o terceiro a partir da direita). Assim o ambiente de modelagem é aberto.
- s) Procederemos à construção do modelo trabalhando da esquerda para a direita conforme a figura 5 acima. Comece clicando no ícone *Raster Layer* (sétimo a partir da esquerda) na barra de ferramentas e escolha o arquivo DRELIEF. Antes de ir muito longe, vá para o menu *File* (Arquivo) no *Macro Modeler* e escolha *Save as* (Salvar como). Dê o nome Exerc2-2 para o modelo.
- t) Agora clique no ícone *Module* (Módulo – o décimo primeiro a partir da esquerda) na barra de ferramentas do *Macro Modeler* e escolha RECLASS a partir da lista de módulos. Note que assim que um módulo é especificado, seu arquivo de saída é automaticamente posicionado e recebe um nome temporário. Clique com o botão direito do mouse no símbolo do arquivo de saída e digite o nome como FLOOD2 (para não sobrescrever o arquivo FLOOD que criamos antes). Clique com o botão direito do mouse no símbolo de RECLASS e examine a caixa de parâmetros do módulo. Enquanto a maioria dos módulos terá parâmetros exatamente como nas suas caixas de diálogo principais, alguns módulos têm diferenças entre a forma com que a caixa de diálogo principal funciona e a forma com que o módulo funciona no *Macro Modeler*. RECLASS é um desses módulos. Na caixa de diálogo principal, você entrou com a sequência de reclassificação dos valores. No *Macro Modeler*, estes valores devem ser inseridos na forma de um arquivo de reclassificação previamente criado (*.rcl).

Na caixa de diálogo de parâmetros do módulo, o rótulo de cada parâmetro é mostrado na coluna da esquerda e as opções para esses parâmetros são mostradas na coluna da direita. Quando existe mais uma opção disponível para um parâmetro, você pode ver a lista de opções clicando na coluna da direita. Clique com o botão esquerdo do mouse ao lado do item *File type* (Tipo de arquivo) para ver a lista de opções para este parâmetro. Escolha a opção *Raster layer* (Camada raster).

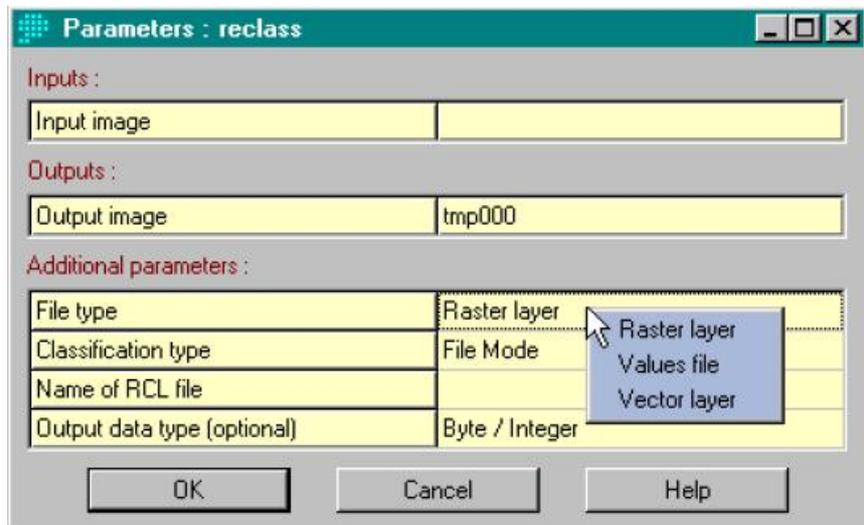


Figura 8

Clique ao lado do item *Classification type* (Tipo de classificação) e escolha *File Mode* (Modo Arquivo). Então, clique ao lado do item *Name of RCL file* (Nome do arquivo RCL) e escolha FLOOD (nós salvamos este arquivo anteriormente a partir da caixa de diálogo de RECLASS. Estes arquivos *.rcl também podem ser criados com *Edit* ou clicando com o botão na opção *New* na base da lista de seleção de arquivos *.rcl). Finalmente, selecione *Byte/Integer* (Byte/Inteiro) como o tipo de dado de saída e então clique *OK*. Essencialmente, nós preenchemos todas as informações necessárias na caixa de diálogo de RECLASS e as armazenamos no modelo. Agora conecte o arquivo de entrada DRELIEF ao módulo RECLASS, clicando no ícone *Connect* (Conectar) na barra de ferramentas do *Macro Modeler*. Depois clique em DRELIEF e mantenha o botão esquerdo pressionado enquanto arrasta o cursor até o símbolo do módulo RECLASS. Quando você soltar o botão, você verá um link representado por uma seta.

- u) Este é o primeiro passo do modelo. Nós podemos executá-lo para avaliar o resultado. Salve o modelo selecionando *Save* (Salvar) a partir do menu *File* (Arquivo) do *Macro Modeler* ou clicando no ícone *Save* (o terceiro a partir da esquerda na barra de ferramentas do *Macro Modeler*). Então, execute o modelo clicando na entrada *Run* (Executar) na barra de menus ou no ícone *Run* (o quarto a partir da direita). Surgirá uma mensagem avisando que a camada de saída FLOOD2 será sobrescrita, caso ela já exista. Clique *Yes* para continuar. A imagem FLOOD2, que deve ser idêntica à imagem FLOOD que foi criada por nós anteriormente, será automaticamente visualizada.
- v) Continue construindo o modelo até que ele se pareça com o da figura 8. Salve e execute o modelo após adicionar cada passo para verificar os resultados intermediários. Cada vez que você insere um módulo, clique com o botão direito sobre ele e preencha os parâmetros exatamente como você fez quando trabalhou com as caixas de diálogo principais. Note que o módulo *Edit* não pode ser usado no *Macro Modeler*, mas você já criou o arquivo de valores CLAYSOIL e pode usá-lo com ASSIGN. Note também que o módulo AREA não fornece resultados tabulares no *Macro Modeler*. Por isso, é melhor finalizar o modelo quando chegarmos à imagem BESTSORG e executar AREA a partir da caixa de diálogo principal em vez de inseri-lo no *Macro Modeler*.

Um dos aspectos mais úteis do *Macro Modeler* é que, uma vez que o modelo tenha sido salvo, ele pode ser alterado e executado instantaneamente. Ele também mantém um registro exato das operações usadas e por isso é muito útil para descobrir erros em uma análise. Nós continuaremos a usar o *Macro Modeler* conforme formos explorando o conjunto principal de módulos de análise espacial nesta seção do tutorial. Para mais informação sobre o *Macro Modeler*, veja também o capítulo *IDRISI Modeling Tools* no *IDRISI Guide to GIS and Image Processing*, assim como o sistema de *Help* (ajuda) do próprio *Macro Modeler*.

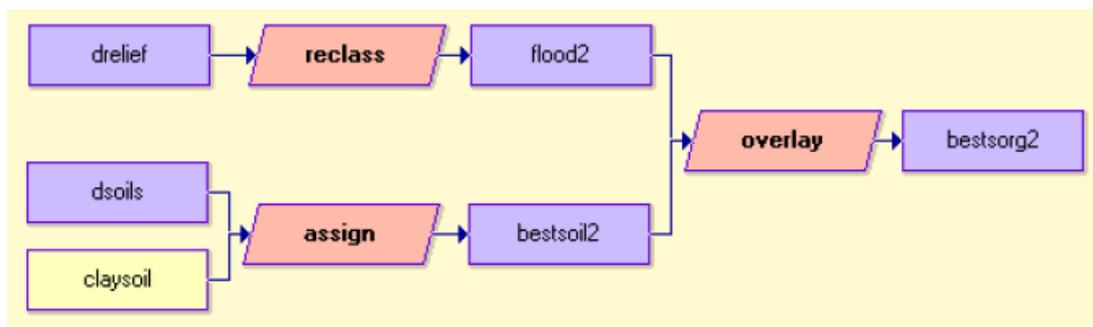


Figura 9

Usando Image Calculator (Calculadora para imagens) para este exercício

É extremamente importante entender a lógica da reclassificação e do cruzamento porque eles constituem o núcleo de várias análises em SIG. A melhor maneira de compreendê-los é realizar cada operação e então examinar o resultado para verificar se ele está de acordo com o esperado. Entretanto, o IDRISI oferece um atalho que permite que os usuários executem várias operações individuais de uma vez a partir de uma única caixa de diálogo – *Image Calculator* (Calculadora para imagens). A calculadora para imagens permite aos usuários a inserção de expressões matemáticas ou lógicas usando tanto constantes quanto imagens como variáveis. Ela oferece muitas das funções de RECLASS, de OVERLAY e de vários outros módulos, em uma única caixa de diálogo.

- w) Para ver como a criação de BESTSORG neste exercício poderia ser feita com a calculadora para imagens, abra-a a partir do menu *GIS Analysis/Database Query* (Análise espacial/Consultas à base de dados) ou clique sobre seu ícone na barra de ferramentas do IDRISI. No topo da caixa de diálogo, escolha a opção *Logical expression* (Expressão lógica), já que procuramos o *AND* (E) lógico entre dois critérios. Digite BESTCALC como o nome da imagem de saída (daremos um nome diferente para nosso resultado para poder compará-lo com BESTSORG). Agora entre com a expressão clicando nos botões da calculadora, de forma que a expressão fique exatamente como mostrado abaixo. Note que você pode tanto digitar o nome quanto pressionar o botão *Insert image* (Inserir imagem) para escolher o nome do arquivo a partir de uma lista. Se você optar pela última forma, colchetes serão colocados automaticamente em torno dos nomes dos arquivos.

BESTCALC = ([DRELIEF]<= 9)AND([DSOILS]=2)

Pressione *Process Expression* (Processar expressão) e quando o cálculo for finalizado, compare o resultado com aquele obtido anteriormente, que chamamos de BESTSORG (antes ative a janela de BESTCALC e então clique no botão *Layer Properties* do *Composer* e mude a tabela de cores para Qual e desabilite o autoescalamento).

Note que nós não podemos finalizar completamente nossa análise com a calculadora para imagens porque ela não inclui as funções GROUP, AREA ou EXTRACT. Note também que ao desenvolver nosso modelo, é muito mais fácil identificar erros no processo se realizarmos cada passo individual com o módulo relevante e examinarmos cada resultado. Embora a calculadora para imagens possa economizar tempo, ela não fornece as imagens intermediárias para verificar nosso progresso lógico ao longo do caminho. Por isso, frequentemente optaremos por usar os módulos individuais em vez da calculadora para imagens no restante do tutorial.

A esta altura, você pode excluir todos os arquivos que criou neste exercício. A ferramenta *Delete* (Excluir) está disponível no *IDRISI Explorer*, no menu *File* (Arquivo). Não exclua os arquivos originais DSOILS e DRELIEF.

Respostas

1. O valor mínimo é 5 metros enquanto o máximo é aproximadamente 16 metros. Esses dados são encontrados nos campos *Min. value* e *Max. value* do arquivo de documentação.
2. Os solos argilosos têm o valor 2.
3. IMAGEM 1 cobre IMAGEM 2 para produzir OUTPUT

0	1	1
0	0	0
1	1	1
1	0	1

A operação *Maximum* (Máximo) de OVERLAY produzirá o mesmo resultado

4. 3771.81 hectares possuem somente solos argilosos. O outro valor e área corresponde às áreas inaptas.
5. Onze grupos foram produzidos
6. Use OVERLAY multiplicando as imagens BESTSORG e PLOTS
7. 1887.48, 1882.17 e 2.16 hectares
8. Grupo 1 – 8.04m, grupo 3 – 7.91m, grupo 8 – 8.72m

Exercício 2-3 - Operadores de distância e de contexto

Neste exercício¹, introduziremos dois outros grupos de operações analíticas, os operadores de distância e de contexto. Os operadores de distância calculam as distâncias a partir de alguma feição ou de um conjunto de feições. No ambiente *raster*, eles produzem uma imagem onde cada *pixel* receber um valor que representa a sua distância da feição mais próxima. Existem vários conceitos de distância que podem ser modelados. A distância Euclidiana, ou em linha reta, o conceito com o qual estamos mais familiarizados e é o tipo de análise de distância que usaremos neste exercício. No IDRISI, distâncias Euclidianas são calculadas com o módulo DISTANCE. Um módulo relacionado, o BUFFER, cria faixas-tampão ao redor das feições usando o conceito de distância Euclidiana. No próximo exercício, outro tipo de distância, conhecido como distância de custo, será explorada.

Os operadores de contexto determinam o novo valor de um *pixel* com base nos valores dos *pixels* vizinhos. O módulo GROUP, que foi usado no exercício 2-2 para identificar grupos de *pixels* contíguos, é um operador de contexto, uma vez que o identificador de grupo atribuído a cada *pixel* depende do valor dos *pixels* vizinhos. Neste exercício, nós iremos nos familiarizar com outro tipo de operador de contexto, SURFACE, que pode ser usado para calcular declividades a partir de uma imagem de elevação. O valor de declividade atribuído a cada *pixel* depende da elevação desse *pixel* e da elevação de seus quatro vizinhos mais próximos.

Usaremos esses operadores de distância e de contexto e as ferramentas que já exploramos anteriormente para realizar uma das tarefas de análise espacial mais comuns, o mapeamento de aptidão, um tipo de avaliação multicritério. Um mapa de aptidão mostra o grau de aptidão de um local para um propósito particular. Ele é mais frequentemente produzido a partir de múltiplas imagens, uma vez que a maior parte dos problemas de aptidão incorporam múltiplos critérios. Neste exercício, imagens *Booleanas* serão combinadas usando o módulo OVERLAY para produzir um mapa final que mostra os locais que satisfazem todos os critérios especificados. Este tipo de avaliação *Booleana* por critérios múltiplos é frequentemente referida como mapeamento de restrições, já que cada critério é definido por uma imagem *Booleana* indicando áreas que são aptas ao uso (valor 1) ou restritas ao uso (valor zero). O mapa feito no exercício 2-2 para locais aptos ao cultivo de sorgo é um exemplo simples de mapeamento de restrições. Em exercícios futuros, iremos explorar ferramentas para abordagens não *Booleanas* de análises de aptidão por critérios múltiplos.

Nosso problema neste exercício é encontrar todas as áreas aptas para a implantação de uma planta industrial em uma pequena região no centro de Massachusetts (USA), próximo à Clark University. A companhia está interessada principalmente em que a área esteja situada em locais planos (com declives menores que 2,5 graus) e que tenha uma superfície de pelo menos 10 hectares. O governo local está preocupado com a proteção dos reservatórios de água do município, por isso, especificou que nenhuma planta industrial pode estar situada a menos de 250m de qualquer reservatório. Adicionalmente, é necessário considerarmos que nem toda a superfície do terreno está disponível para essa obra. De fato, nesta área apenas superfícies cobertas por vegetação florestal estão disponíveis. Em resumo, áreas adequadas para a implantação da planta industrial devem estar:

- i) em terras com declives inferiores a 2,5 graus;
- ii) em áreas situadas a mais de 250 metros em torno dos reservatórios de água;
- iii) em terras atualmente designadas como floresta;
- iv) com uma superfície contínua igual ou superior a 10 hectares.

Temos duas imagens para esta área, um mapa de relevo chamado RELIEF e um mapa de uso do solo chamado LANDUSE. A área de estudo é bem pequena para acelerar seu progresso neste exercício.

- a) Para se familiarizar com a área de estudo, rode ORTHO a partir do menu Display (Visualização) com RELIEF como a imagem de superfície e LANDUSE como a imagem de cobertura. Aceite o nome padrão ORTHOTMP para o arquivo de saída e deixe também todas as outras opções de visualização com o padrão oferecido pelo sistema. Indique que você quer usar a tabela de cores personalizada LANDUSE e uma legenda, e selecione a resolução de saída uma medida abaixo da sua configuração do Windows (por exemplo, se você está visualizando em 1024 x 768, escolha uma saída de 800 x 600).

Como você pode ver, a área de estudo está dominada por floresta decidual e é caracterizada por uma topografia bastante acidentada.

¹ Neste ponto dos exercícios, você deve ser capaz de visualizar imagens e de operar módulos como RECLASS e OVERLAY sem instruções passo a passo. Se você estiver indeciso sobre como preencher uma caixa de diálogo, deixe as opções padrão oferecidas pelo sistema. Também é sempre uma boa idéia digitar títulos descritivos para os seus arquivos de saída.

Resolveremos o problema da aptidão em quatro passos, um para cada critério.

O critério declividade

O primeiro critério estabelece que os lugares aptos devem ter declividades inferiores a 2,5 graus. Nosso objetivo nesse primeiro passo é produzir uma imagem *Booleana* para áreas que satisfazem este critério. Chamaremos a imagem de SLOPEBOOL.

Para organizar nossa análise para este passo, perguntamos primeiro o que a imagem final irá representar. SLOPEBOOL deveria ser uma imagem *Booleana* na qual todos os *pixels* com declividades inferiores a 2,5 graus tenham o valor 1 e todos os demais *pixels* o valor zero. Para criar esta imagem, necessitamos de uma imagem com todos os valores de declividade. Como tal imagem não existe na base de dados, ela precisa ser calculada. Como comentado na introdução a este exercício, o módulo SURFACE calcula uma imagem de declividades a partir de uma imagem de elevação. A imagem de elevação que temos é RELIEF. Uma vez que a imagem de declividades tenha sido criada na nossa base de dados, podemos então fazer uma reclassificação para isolar somente as declividades que satisfazem nosso critério (isso é muito similar ao isolamento das elevações que seriam alagadas que fizemos no exercício 2-2).

1. Antes de seguir lendo, preencha o modelo cartográfico da figura 1 para representar os passos descritos acima.



Figura 1

- b) Visualize RELIEF com a tabela de cores *Default Quantitative* (Quantitativa padrão).² Explore os valores com o modo de consulta do cursor.

Em um mapa topográfico, quanto mais isolinhas você cruza em uma dada distância (isto é, quanto menor o espaçamento entre elas), maior a declividade. De forma similar, com uma visualização *raster* de um modelo digital de elevação contínuo, quanto mais cores você encontrar ao longo de uma dada distância, mais rapidamente a elevação está mudando e, assim, maior será o gradiente de declividade.

Criar um mapa de declividade manualmente é uma tarefa muito tediosa. Essencialmente, é necessário avaliar o espaçamento das isolinhas ao longo de todo o mapa. Como frequentemente ocorre, tarefas que são tediosas para humanos são simples para computadores (o oposto também tende a ser verdadeiro – tarefas que parecem intuitivas e simples para nós são geralmente difíceis de ser realizadas em computadores). No caso de modelos digitais de elevação *raster* (como a imagem RELIEF), a declividade em qualquer célula pode ser determinada comparando sua elevação com a de seus vizinhos. No IDRISI, isto é feito com o módulo SURFACE. Da mesma forma, SURFACE também pode ser usado para determinar a direção para o qual o declive está apontando (conhecida como aspecto, ou orientação) e a maneira com a qual a luz solar iluminaria a superfície em um determinado ponto, dada uma posição particular do Sol (conhecida como sombreamento analítico).

- c) Abra o *Macro Modeler* a partir do seu ícone na barra de ferramentas ou do menu *Modeling* (Modelagem). Posicione o arquivo *raster* RELIEF e o módulo SURFACE. Conecte RELIEF a SURFACE. Clique com o botão direito na imagem de saída e digite o nome SLOPES. Então, clique com o botão direito no símbolo do módulo SURFACE para acessar os parâmetros do módulo. A caixa de diálogo mostra RELIEF como o arquivo de entrada e SLOPES como o arquivo de saída. A operação indicada como padrão, *Slope* (Declividade), está de acordo com o que queremos, mas precisamos especificar a unidade de medida de declividade como graus. O fator de conversão é necessário quando a unidade de referência e o valor de unidade não são os mesmos. No caso de RELIEF, ambos estão em metros, de forma que o fator de conversão pode ficar em branco. Escolha *Save As* (Salvar como) a partir do menu *File* (Arquivo) do *Macro Modeler* e dê ao novo modelo o nome Exer2-3. Execute o modelo (clique sim para todas as mensagens relativas a sobrescrita de arquivo) e examine a imagem resultante.

A imagem chamada SLOPES pode agora ser reclassificada para produzir uma imagem *Booleana* que satisfaz nosso primeiro critério – áreas com declividades inferiores a 2,5 graus.

- d) Adicione o módulo RECLASS ao modelo. Conecte SLOPES a ele e depois clique com o botão direito na imagem de saída para mudar o nome para SLOPEBOOL. Clique com o botão direito no símbolo do módulo

² Para este exercício, certifique-se de que *Display Preferences* (Preferências de visualização) estejam configuradas com as opções padrão pressionando o botão *Revert to Defaults* (Reverter para padrão). As preferências de visualização podem ser conferidas através do menu *File/User Preferences* (Arquivo/Preferências do usuário) do IDRISI.

RECLASS para configurar os parâmetros do módulo. Todas as configurações padrão estão corretas neste caso, mas como vimos nos último exercício, quando executado a partir do *Macro Modeler*, RECLASS requer um arquivo de texto (*.rcl) para especificar os valores de reclassificação. No exercício anterior, salvamos o arquivo *.rcl depois de preencher a caixa de diálogo principal de RECLASS. Você pode criar arquivos *.rcl como este se preferir. Entretanto, pode ser mais rápido criar o arquivo usando uma facilidade no *Macro Modeler*.

Clique com o botão direito na caixa de entrada para arquivo *.rcl na caixa de diálogo dos parâmetros do módulo RECLASS. Isto abre uma lista de todos os arquivos *.rcl que estão no projeto. Na porção inferior da janela de seleção estão dois botões, *New* (Novo) e *Edit* (Edição). Clique em *New*.

Isto abre uma janela de edição na qual você pode digitar o arquivo *.rcl. Informação sobre o formato do arquivo é dada no topo da caixa de diálogo. Queremos atribuir o novo valor 1 para declividades de 0 até imediatamente inferiores 2,5 graus e o valor 0 para todas aquelas iguais ou superiores a 2,5 graus. Na sintaxe no arquivo *.rcl (que segue a mesma ordem da caixa de diálogo principal de RECLASS), digite os valores abaixo com um espaço entre cada um:

```
1 0 2.5
0 2.5 999
```

Note que o ultimo valor poderia ser qualquer valor maior que o valor máximo de declividade na imagem. Clique em *Save As* e digite o nome SLOPEBOOL. Clique *OK* e observe que o arquivo que você recém criou está agora listado como um arquivo *.rcl para ser usado na caixa de diálogo de parâmetros do módulo RECLASS. Feche a caixa de diálogo nos parâmetros do módulo.

- e) Salve o modelo e execute-o (clique sim para todas as mensagens relativas a sobrescrita de arquivo) e examine o resultado.

O critério faixa-tampão (buffer) de reservatório

O segundo critério para a implantação da planta industrial é que as áreas aptas devem estar situadas a mais de 250 metros de reservatórios. Uma faixa-tampão, ou *buffer*, é uma área que fica até uma certa distância de uma feição particular ou de um grupo de feições. Nosso segundo passo é criar uma imagem *Booleana* que representa esta condição. A imagem conterà o valor 1 para todos os *pixels* situados a mais de 250 metros dos reservatórios e o valor 0 para os *pixels* situados a até 250 metros dos reservatórios.

No planejamento da análise para este passo, sabemos que precisaremos calcular a distância a partir dos reservatórios para isolar um conjunto destas distâncias. Antes de construir o modelo cartográfico, entretanto, precisaremos conhecer mais detalhes sobre os módulos que podemos utilizar. Especificamente, precisamos conhecer o tipo de dado de entrada que eles requerem e o tipo de dado de saída que produzem.

O IDRISI inclui vários operadores de distância, todos localizados sob o menu *GIS Analysis/Distance Operators* (Análise espacial/Operadores de distância). Dois deles poderiam ser usados para produzir a imagem que necessitamos, DISTANCE ou BUFFER. Ambos requerem como entrada uma imagem com as feições alvo a partir das quais as distâncias devem ser calculadas, identificadas com um valor diferente de zero e todas as outras feições apresentando o valor 0.

2. Como você pode criar uma imagem *Booleana* de reservatórios? A partir de que imagem seria derivada? (existem dois módulos que podem ser usados)

- f) Visualize a imagem LANDUSE usando a tabela de cores personalizada LANDUSE. Determine o código inteiro dos reservatórios.

Tanto RECLASS quanto Edit/ASSIGN poderiam ser usados para criar uma imagem *Booleana* de reservatórios. Ambos requerem que um arquivo de texto seja criado previamente fora do *Macro Modeler*. Usaremos Edit/ASSIGN para criar a imagem *Booleana* chamada RESERVOIRS.

- g) Abra o Edit a partir do meny *Data Entry* (Entrada de dados) ou do seu ícone da barra de ferramentas e digite:

```
2 1
```

(o valor dos reservatórios em LANDUSE, um espaço e o valor 1). Escolha *Save As* a partir do menu *File* no Edit, escolha o tipo de arquivo *Attribute Values* (Valores de atributo), digite o nome de RESERVOIRS, e salve com o tipo de dado inteiro. Feche o Edit.

- h) No *Macro Modeler*, acrescente o arquivo de valores de atributo RESERVOIRS (o ícone para os arquivos de valores de atributo é o 10º a partir da esquerda) e mova-o para o lado esquerdo do modelo, abaixo do ramo do critério declividade no modelo. Posicione a imagem *raster* LANDUSE sob o arquivo de atributos e o módulo ASSIGN à direita dos dois arquivos. Clique com o botão direito no arquivo de saída de ASSIGN e mude o nome para RESERVOIRS. Antes de ligar os arquivos de entrada, clique com o botão direito no símbolo do módulo ASSIGN. Como vimos no exercício anterior, ASSIGN usa dois arquivos de entrada, uma imagem *raster* de definição de feições e um arquivo de valores de atributo. **Os arquivos de entrada devem estar conectados ao módulo para que eles apareçam listados na caixa de diálogo dos parâmetros do módulo.** Feche a caixa de diálogo dos parâmetros do módulo e conecte a imagem *raster* de definição das feições LANDUSE ao ASSIGN, depois conecte o arquivo de valores de atributo RESERVOIRS ao ASSIGN. Esta porção do modelo deve parecer similar ao modelo cartográfico da Figura 2 (embora o símbolo do arquivo de valores no *Macro Modeler* seja retangular e não oval). Note que o posicionamento dos símbolos do arquivo *raster* e do arquivo de valores para a operação ASSIGN poderia ser trocada – é a ordem com a qual os vínculos são feitos e não a posição dos arquivos de entrada que determinam que arquivo será usado em que entrada. Salve e execute o modelo. Note que o ramo da declividade no modelo também é executado novamente e ambas as imagens finais são mostradas.

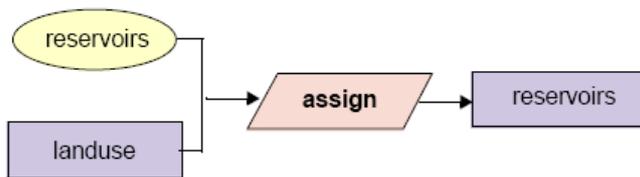


Figura 2

A imagem RESERVOIRS define as feições a partir das quais as distâncias devem ser medidas na criação de uma faixa-tampão, ou *buffer*. Esta imagem será o arquivo de entrada para qualquer operação de distância que usarmos.

As imagens de saída de DISTANCE e de BUFFER são muito diferentes. DISTANCE calcula uma nova imagem na qual o valor de cada célula é a sua distância até a feição mais próxima. O resultado é uma imagem de distância (uma representação espacialmente contínua da distância). BUFFER, por sua vez, produz uma imagem categórica ao invés de contínua. O usuário configura os valores a serem atribuídos a três classes de saída: feições alvo, áreas dentro da faixa-tampão e áreas fora da faixa-tampão.

Normalmente usaríamos BUFFER, uma vez que desejamos um resultado categórico e essa abordagem requer um número menor de passos. Entretanto, para nos familiarizarmos melhor com os operadores de distância, completaremos este passo usando ambas as abordagens. Primeiro, executaremos DISTANCE e RECLASS a partir de suas caixas de diálogo, depois adicionaremos o passo BUFFER ao nosso modelo no *Macro Modeler*.

- i) Execute DISTANCE a partir do menu *GIS Analysis/Distance Operators*. Indique RESERVOIRS como a imagem de feições e RESDISTANCE como o nome da imagem de saída. Examine essa imagem. Note que existe uma superfície suave e contínua em que cada *pixel* tem um valor de distância até o reservatório mais próximo.
- j) Agora use RECLASS para criar uma imagem *Booleana* de *buffer* no qual os *pixels* com distâncias menores que 250 metros dos reservatórios recebam o valor 0 e *pixels* com distâncias iguais ou superiores a 250 metros recebam o valor 1. Chame a imagem resultante de DISTANCEBOOL.

3. *Que valores você inseriu na caixa de diálogo RECLASS para realizar isto?*

4. *Examine o resultado para confirmar que ele satisfaz suas expectativas. Pode ser útil visualizar a imagem LANDUSE também. DISTANCEBOOL realmente representa (através dos valores 1) aquelas áreas fora do buffer de 250 metros ao redor dos reservatórios?*

A imagem DISTANCEBOOL satisfaz o critério da faixa-tampão para nosso modelo de aptidão. Antes de continuar no próximo critério, veremos como o módulo BUFFER também pode ser usado para criar essa mesma imagem.

- k) No *Macro Modeler*, adicione o módulo BUFFER à direita da imagem RESERVOIRS e conecte a imagem e o módulo. Clique com o botão direito para configurar os parâmetros do módulo BUFFER. Atribua o valor 0 para a área alvo (*target area*), o valor 0 para a faixa-tampão (*buffer zone*) e o valor 1 para as áreas fora da faixa-tampão (*non-buffer zone*). Digite o valor 250 como a largura da faixa-tampão (*Buffer width*). Clique com o botão direito do mouse na imagem de saída e mude o nome da imagem para BUFFERBOOL. O segundo ramo do modelo será agora similar ao modelo cartográfico da figura 3.

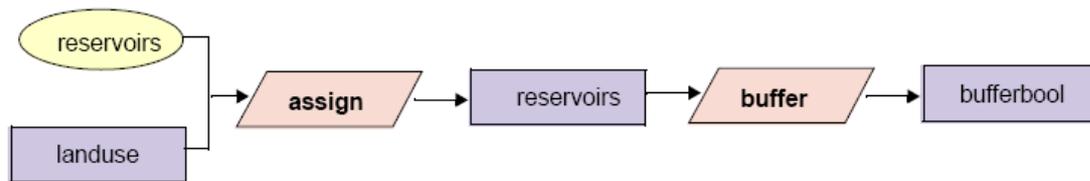


Figura 3

DISTANCEBOOL e BUFFERBOOL devem ser idênticas, e qualquer abordagem poderia ser usada para completar este exercício. BUFFER é preferível a DISTANCE quando uma imagem categórica de faixa-tampão é o resultado desejado. Entretanto, em outros casos, uma imagem de distância contínua é requerida. Os exercício de avaliação por critérios múltiplos farão uso extensivo de imagens de superfície de distância.

O critério uso do solo

A esta altura, temos dois dos quatro componentes individuais requeridos para produzir o mapa final de aptidão. Iremos para o terceiro, onde somente áreas florestadas estão disponíveis para o desenvolvimento.

5. *Descreva o conteúdo da imagem final para este critério. Você já está familiarizado com dois métodos para a produção desta imagem. Desenhe o modelo cartográfico mostrando os passos e chame a imagem final de FORESTBOOL.*
- l) Você deve primeiro determinar os códigos numéricos para as duas categorias de floresta (não considere pomares - *orchards* - e áreas úmidas florestadas – *forested wetlands*) na imagem LANDUSE. Isto pode ser feito de várias formas. Um método fácil é clicar no símbolo do arquivo LANDUSE no modelo, depois clicar no ícone *Describe* (primeiro ícone à direita) na barra de ferramentas do *Macro Modeler*. Isto abre o arquivo de documentação para a camada ativa. Mova a barra de rolagem para ver as categorias da legenda e descrições. Então, siga o modelo cartográfico que você desenhou para adicionar os passos requeridos no modelo a fim de criar um mapa *Booleano* de áreas de floresta (FORESTBOOL). Salve e execute o modelo. Note que você pode usar a camada LANDUSE que já está inserida no modelo para ligá-la no ramo floresta do modelo. Entretanto, se quiser, você pode alternativamente adicionar outro símbolo da camada raster LANDUSE para este ramo (se você não conseguir progredir, a última página deste exercício mostra o modelo completo).

Combinando os três critérios booleanos

A quarta e última condição a considerar em nossa análise é que locais adequados devem ter uma superfície contínua de 10 hectares ou mais. A esta altura, entretanto, ainda não temos “locais” para calcular a área. Temos três imagens *Booleanas* separadas, uma para cada condição prévia. Antes de começar a abordar o critério de área, devemos combinar as três imagens *Booleanas* em uma imagem *Booleana* final que mostre as áreas que satisfazem todas as três condições.

Neste caso, queremos modelar a condição *Booleana AND* (E). Somente aquelas áreas que satisfazem todos os três critérios são consideradas aptas. Como aprendido no exercício 2-2, a álgebra *Booleana* pode ser realizada com OVERLAY.

- m) Adicione as operações de OVERLAY necessárias para criar esta imagem *Booleana* composta mostrando as áreas que satisfazem todas as três condições. Para fazer isso, você precisará combinar duas imagens para criar uma imagem temporária, e então combinar a terceira imagem com a imagem temporária para produzir o resultado final ³. Chame o resultado final de COMBINED. Salve e execute o modelo.
6. *Que operação do OVERLAY você usou para produzir COMBINED? Desenhe o modelo cartográfico que ilustra os passos seguidos para produzir COMBINED a partir das três imagens Booleanas dos critérios.*
- n) Examine COMBINED. Existem várias áreas contíguas na imagem que são locais em potencial para nosso propósito. O último passo é determinar quais delas satisfazem a condição de área mínima de 10 hectares.

³ Note que todas as três imagens poderiam ser combinadas em uma única operação com o *Image Calculator* (Calculadora para imagens). A expressão lógica, neste caso, seria: [COMBINED]=[SLOPEBOOL]AND[BUFFERBOOL]AND[FOREST-BOOL.]

O critério de área mínima

Como feito com as áreas aptas ao cultivo de sorgo no exercício anterior, o que para nossos olhos parecem ser áreas separadas e distintas são somente *pixels* com mesmo valor 1 para o IDRISI. Como fizemos no exercício anterior, antes de calcular a área nós precisamos diferenciar as manchas individuais usando o operador de contexto chamado GROUP.

- o) Adicione o módulo GROUP ao modelo. Conecte COMBINED como o arquivo de entrada e mude o arquivo de saída para GROUPS. Selecione a opção *Include diagonals* (Incluir diagonais) na caixa de parâmetros do módulo GROUP. Salve e execute o modelo.

7. *Olhe a imagem GROUPS. Como você pode diferenciar os grupos que tinham valor 1 em COMBINED (e são portanto aptos) e os grupos que tinham valor 0 em COMBINED (e são, portanto, inaptos)?*

- p) Abordaremos os grupos inaptos em breve. Primeiro, adicione o módulo AREA ao modelo. Conecte GROUPS como o arquivo de entrada e mude a imagem de saída para GROUPAREA. Na caixa de diálogo de parâmetros do módulo AREA, escolha calcular a área em hectares e produzir uma imagem raster como saída.

Na imagem de saída, os *pixels* de cada grupo recebem o valor de área do grupo inteiro. Use o modo de consulta do cursor para confirmar isso. Pode ser útil visualizar a imagem GROUPS antes da imagem GROUPAREA.. Como o grupo mais extenso tem um valor muito maior que os outros grupos e o autoescalonamento está habilitado, a visualização de GROUPAREA parece mostrar menos grupos do que o esperado. A consulta com o cursor revelará que cada grupo foi rotulado com sua área única. Para melhorar esta visualização, ative a janela de GROUPAREA e então clique no botão *Layer Properties* (Propriedades da camada) no *Composer*. Especifique o item *Display Max* (Valor máximo na visualização) em 17. Para fazê-lo, arraste a barra de rolagem para a esquerda ou digite 17 na caixa de entrada do *Display Maximum* e pressione *Apply* (Aplicar). O valor 17 foi escolhido por ser um número um pouco mais alto que o valor de área do maior grupo apto.

Alterando o valor de máximo a ser usado na visualização não mudamos os valores dos *pixels*. Isto meramente instrui o sistema de visualização para saturar, ou para configurar o ponto final de autoescalonamento, em um valor que é diferente do ponto final verdadeiro dos dados. Isto permite que mais cores da taqela de cores sejam distribuídas entre os outros valores na imagem, tornando assim a interpretação visual mais fácil.

Queremos agora isolar os grupos com área superior a 10 hectares (adequados ou não).

8. *Que módulo é necessário para isto? Por que Edit/ASSIGN não é uma opção neste caso?*

- q) Adicione um passo de RECLASS ao modelo. Use a facilidade do *Macro Modeler* ou a caixa de diálogo principal do RECLASS para criar o arquivo *.rcf requerido para a caixa de diálogo de parâmetros do módulo RECLASS. Conecte RECLASS com GROUPAREA para criar uma imagem de saída chamada BIGAREAS.
- r) Finalmente, para produzir a imagem final, precisaremos mascarar os grupos inaptos maiores que 10 hectares a partir da imagem BIGAREAS. Para fazer isto, adicione um comando OVERLAY ao modelo para multiplicar BIGAREAS e COMBINED. Chame a imagem de saída final de SUITABLE. Novamente, você pode ligar a camada COMBINED que já está no modelo ou você colocar um outro símbolo de COMBINED no modelo.

O modelo completo combinando todos os passos é mostrado pela figura 4.

Este exercício explorou duas classes importantes de funções de análise espacial, operadores de distância e de contexto. Em particular, vimos como os módulos BUFFER e DISTANCE (combinados ao RECLASS) podem ser usados para criar faixas-tampão em torno de um conjunto de feições. Também vimos que DISTANCE cria superfícies de distância contínuas. Usamos o operador de contexto SURFACE para calcular declividades e GROUP para identificar áreas contíguas.

Vimos também como a álgebra *Booleana* realizada com o módulo OVERLAY pode ser estendida a três (ou mais) imagens através do uso de imagens intermediárias. Não apague o modelo deste exercício, nem as imagens originais LANDUSE e RELIEF. Precisaremos de todas elas para o próximo exercício, onde exploraremos com mais profundidade o *Macro Modeler*.

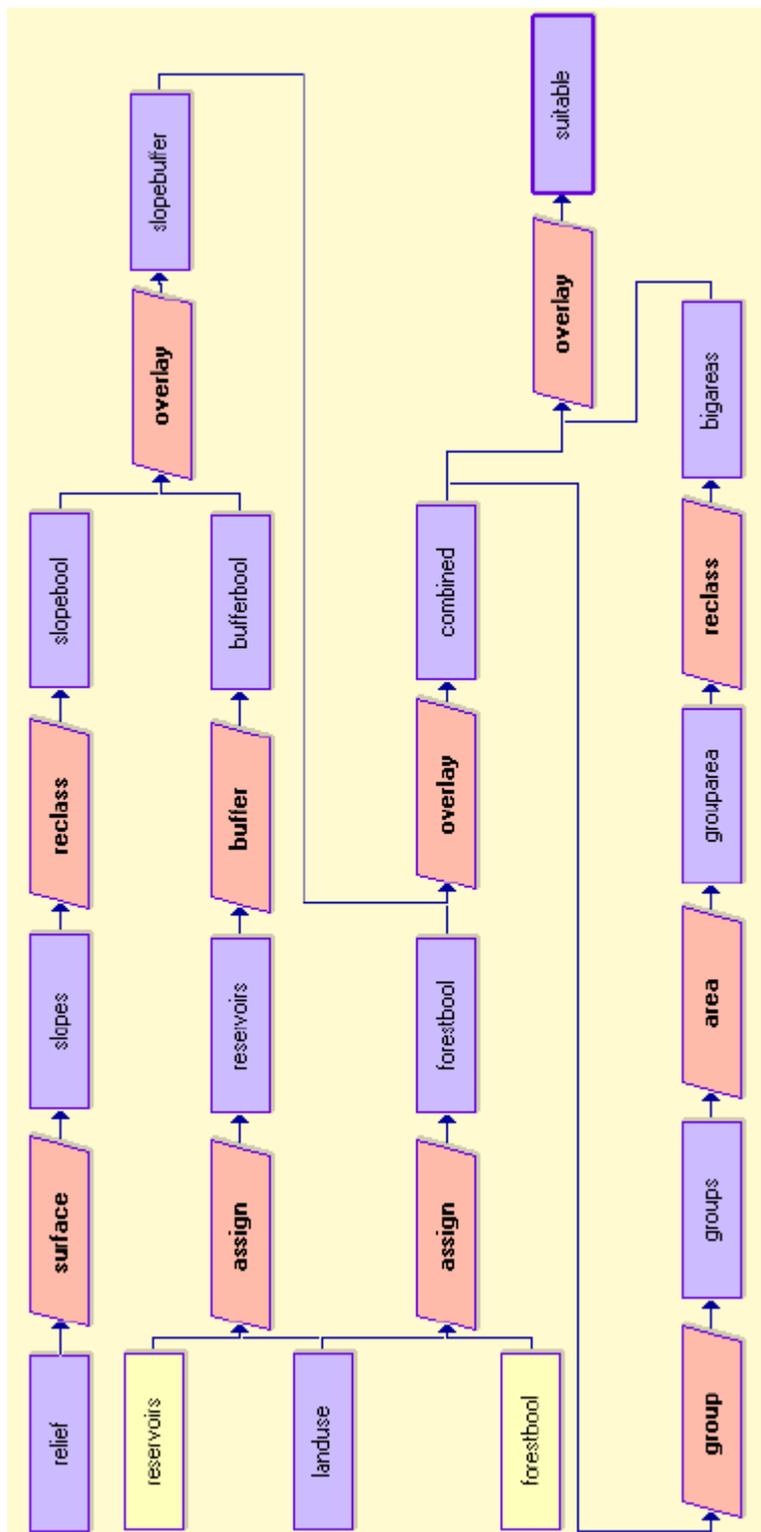


Figura 4

Respostas

1. Use SURFACE com a imagem RELIEF para calcular uma imagem de todas as declividades. Então use RECLASS com a imagem de declividades para criar a imagem *Booleana* SLOPEBOOL. Note que você pode nomear a imagem intermediária (mostrada nas figuras como SLOPES) de qualquer outra forma.
2. Use RECLASS ou Edit/ASSIGN com a imagem LANDUSE para criar uma imagem *Booleana* na qual a classe reservatório (valor 2 em LANDUSE) tenha o valor 1 e todas as outras classes tenham o valor 0.

3.

<i>Assign a new value of</i> (Atribuir um novo valor de):	<i>To values from</i> (Aos valores de):	<i>To just less than</i> (Até imediatamente inferiores a):
0	0	250
1	250	999999999

Note que o último valor na operação de RECLASS pode ser qualquer número maior que o valor da distância máxima na imagem.

4. A imagem deveria ter valor 1 somente para as áreas situadas fora da faixa-tampão de 250 metros e valor 0 para as demais áreas.
5. A imagem deveria ter valor 1 somente onde existem as categorias Deciduous Forest (Floresta decídua) e Coniferous Forest (Floresta de coníferas) na imagem original LANDUSE e o valor 0 nas demais categorias. Tanto RECLASS quanto Edit/ASSIGN poderiam ser usados para produzir esse resultado.
6. A opção de multiplicação (*first * second*) em OVERLAY é usada para executar a operação *Booleana AND* (E).
7. Não há maneira de saber que grupos foram derivados de áreas com valor 1 ou com valor 0 examinando somente a imagem GROUPS. Você deve comparar GROUPS com COMBINED para distinguir visualmente entre os dois. Um passo adicional mais adiante no exercício mostra como identificar aqueles grupos que representam áreas aptas.
8. Neste caso é necessário usar RECLASS, pois os valores originais da imagem são do tipo real. ASSIGN só pode ser usado se os dados da imagem original forem do tipo inteiro.

Exercício 2-4 - Explorando o potencial do Macro Modeler

Até este ponto, usamos a modelagem cartográfica mais como uma ferramenta organizacional. Entretanto, o *Macro Modeler* é mais que uma ferramenta de desenho para seqüências analíticas, como exploraremos neste exercício.

Usando o Macro Modeler para explorar cenários do tipo “e se”

Uma das atividades mais comuns em planejamento é a exploração de cenários do tipo “e se”. Suponha que os planejadores que configuraram os quatro critérios do exercício anterior estejam preocupados com relação ao seu critério de declividade de 2,5 graus ser muito restritivo, e gostariam de examinar as conseqüências de considerar aptas declividades até 4 graus. Se não tivéssemos construído um modelo, seria uma tarefa tediosa recalcular tudo. Com o modelo, podemos mudar critérios e examinar os novos resultados quase instantaneamente.

- a) Se você fechou, abra novamente o *Macro Modeler*, e abra o modelo Exer2-3¹ feito no exercício anterior. Execute o modelo para produzir a imagem SUITABLE.
- b) Primeiro, veremos como os resultados mudam quando relaxamos o critério de declividade, aceitando como aptas declividades menores que 4 graus. No menu *File* do *Macro Modeler*, escolha a opção *Save As* e digite o nome Exer2-4^a para o modelo. Examine o modelo e localize o passo em que o limiar de declividade é especificado. É a operação do módulo RECLASS que conecta SLOPES e SLOPEBOOL. Clique com o botão direito no símbolo do comando RECLASS.
 1. Como o limiar de declividade é especificado na caixa de diálogo dos parâmetros RECLASS? Revise o exercício anterior se você não tem certeza. Então, mude o limiar de declividade de 2,5 para 4.
- c) Agora, mude o nome do arquivo final de saída para SUITABLE2-4a (lembre que isto pode ser feito clicando com o botão direito sobre o símbolo da camada de saída). Então salve e execute esse modelo.
 2. Descreva as diferenças entre SUITABLE e SUITABLE2-4a.

Submodelos

Uma das feições mais poderosas do *Macro Modeler* é a habilidade de salvar modelos na forma de submodelos. Um submodelo é um modelo encapsulado que atua como um novo módulo analítico.

Para salvar o seu procedimento de mapeamento da aptidão, selecione a opção *Save Model as a Submodel* (Salvar modelo como submodelo) a partir do menu *File* do *Macro Modeler*. Você verá então o formulário das propriedades do submodelo. Isto permite que você entre com legendas para os seus parâmetros do submodelo. Neste caso, os parâmetros do submodelo serão os arquivos de entrada e saída necessários para executar o modelo. Você deve usar títulos que descrevam a natureza dos dados de entrada requeridos, uma vez que o modelo se tornará agora uma função de modelagem genérica. Na tabela a seguir vão algumas sugestões. Altere as entradas conforme preferir e então clique *OK* para salvar o submodelo².

¹ Se você não tem o arquivo do *Macro Modeler* do exercício anterior, existe uma cópia compactada chamada Exer2-3.zip no diretório *Introductory GIS*, criado durante a instalação do IDRISI. Use o *Windows Explorer* para descompactá-lo e extrair o conteúdo para o mesmo diretório.

² Note que quando um formulário de parâmetros de submodelo abre, as camadas podem não estar na ordem que você deseja. Para configurar uma ordem específica, cancele a caixa de diálogo de parâmetros de submodelo e então clique em cada entrada, e então nas saídas, na ordem que você deseja que elas apareçam. Depois retorne ao menu *File* e use a opção *Save Model as a Submodel*.

Layer or file (Camada ou arquivo)	Opção
Relief	Imagem de relevo
Landuse	Imagem de uso do solo
Reservoirs	Classes de reservatório
Forestbool	Classes de floresta
Suitable	Imagem de aptidão de saída

- d) Para usar seu submodelo, você necessita adicionar mais uma pasta de recursos ao seu projeto (mas deixe a configuração de sua pasta de trabalho como está). Usando o *IDRISI Explorer*, adicione a pasta de recurso *IDRISI Tutorial\Advanced GIS* que contém alguns arquivos que precisaremos. Então, no *Macro Modeler*, clique no ícone *New* (o mais à esquerda na barra de ferramentas do *Macro Modeler*) para começar um novo espaço de trabalho. Adicione as duas camadas seguintes a partir da pasta *Advanced GIS* ao seu espaço de trabalho:

DEM

LANDUSE 91

E adicione dois arquivos de valores de atributo a partir da pasta *Introductory GIS*:

WESTRES

WESTFOR

- e) Clique no símbolo LANDUSE91 para selecioná-lo e clique no ícone *Display* (Visualização), o segundo a partir da esquerda na barra de ferramentas do *Macro Modeler*. Este é um mapa de cobertura e uso do solo para a cidade de Westborough (também chamada de Westboro), Massachussets, 1991. Você também pode visualizar a camada DEM da mesma forma. Este é um modelo digital de elevação para a mesma área. O arquivo de valores WESTRES simplesmente contém uma linha única de dados especificando que a classe 5 (lagos) receberá o valor 1 atribuído para indicar que eles são reservatórios (quase todos os lagos daqui são, na verdade, reservatórios). O arquivo de valores WESTFOR também contém uma única linha especificando que a classe 7 receberá o valor 1 para indicar florestas.
- f) Agora, clique no ícone do *Submodel* (o oitavo a partir da direita). Você notará que seu submodelo está listado na pasta de trabalho. Selecione-o e coloque-o no seu espaço de trabalho e clique com o botão direito sobre ele. Você notou as legendas? Agora, use a ferramenta *Connect* para conectar cada um dos seus arquivos de entrada ao seu submodelo e dê um nome ao seu arquivo de saída. Então execute o modelo.

3. Quantas áreas aptas você encontrou?

Submodelos são muito poderosos porque permitem que você expanda as capacidades analíticas do IDRISI. Uma vez encapsulados nesta maneira, eles se tornam ferramentas genéricas que você pode usar em vários outros contextos. Eles também permitem que você encapsule processos que devem ser executados independentemente de outros elementos do seu modelo.

Modelagem dinâmica e Dynalinks

Um *DynaLink* é um “vínculo dinâmico” – um vínculo que insere uma alça de retroalimentação, introduzindo assim mudanças ao longo do tempo para modelagem dinâmica.

- g) Para introduzir *DynaLinks*, clique no ícone *Open Model* (segundo a partir da esquerda) e selecione o modelo chamado RESIDENTIAL GROWTH. Como o nome sugere, este modelo prediz áreas de crescimento residencial em direção a áreas de floresta. A área de estudo é novamente em Westborough, Massachussets. Primeiro, execute o modelo. A imagem visualizada mostra as áreas residenciais originais como classe 2 e as novas áreas de crescimento como classe 1. A lógica pela qual isso funciona é a seguinte (clique em cada camada mencionada para selecioná-la e use a ferramenta de visualização para examiná-la à medida que você avança):
- a imagem chamada RESIDENTIAL91 mostra as áreas residenciais originais em 1991.
 - a imagem chamada LDRESSUIT mapeia a aptidão inerente da terra para uso residencial. Ela se baseia em fatores como a proximidade de vias de acesso, declividade e assim por diante.

- um processo de filtragem é usado para diminuir a aptidão da terra para fins residenciais à medida que a aumenta distância das áreas residenciais existentes. O procedimento usa um filtro que é aplicado a uma imagem *Booleana* de áreas residenciais já instaladas. O filtro produz um resultado (PROXIMTY) que tem o valor 0 em áreas distantes das áreas residenciais existentes e o valor 1 para áreas dentro das áreas residenciais. Entretanto, na vizinhança das bordas das áreas residenciais, o filtro causa uma transição gradual de 1 a 0. O resultado é usado como um multiplicador para progressivamente diminuir a aptidão das áreas à medida que nos afastamos das áreas residenciais já existentes (DOWNWEITHT).
 - o módulo RANDOM é usado para introduzir uma pequena possibilidade de que áreas de floresta sejam convertidas em áreas residenciais em qualquer lugar (RANDOM SEED).
 - todo o crescimento está restrito a áreas de floresta (FOREST91).
 - depois de as aptidões serem suavizadas, combinadas e restringidas (FINAL SUITABILITY), as células são ordenadas em termos de aptidão (RANKED SUITABILITY), enquanto são excluídas as áreas residenciais já existentes. A imagem ordenada é então reclassificada para extrair as 500 melhores células. Estas se tornam as novas áreas de crescimento (BEST AREAS) e são combinadas com as áreas residenciais existentes para determinar a nova situação das áreas residenciais (NEW RESID). A camada final ilustra tanto as áreas originais quanto as novas (GROWTH).
- h) Nós agora introduziremos um *DynaLink* para tornar este processo dinâmico. Clique no ícone *DynaLink* (aquele que se parece com um raio). Ele funciona da mesma forma que a ferramenta *Connect*. Mova-o sobre a imagem chamada NEW RESID, mantenha o botão esquerdo pressionado e arraste o final do *DynaLink* para a imagem RESIDENTIAL91 no início do modelo. Então, solte o botão do mouse. Agora execute o modelo. O sistema perguntará quantas iterações você deseja – indique 7 e selecione a opção de visualizar as imagens intermediárias.
- i) Agora execute o processo novamente, mas sem visualizar as imagens intermediárias. Note como os nomes para RESIDENTIAL91, NEW RESID e GROWTH mudam. Na primeira iteração, RESIDENTIAL91 é um dos mapas de entrada e é usado para a produção de NEW RESID_1 e GROWTH_1. Então, antes que a segunda iteração comece, NEWRESID_1 substitui RESIDENTIAL91 e se torna o arquivo de entrada para a criação de NEWRESID_2 e GROWTH_2. Essa produção de múltiplas saídas para NEW RESID ocorre porque ela é a origem de um *DynaLink*, enquanto que a produção de múltiplos outputs para GROWTH ocorre porque essa é uma camada terminal (isto é, a última camada na sequência do modelo). Se um modelo contém mais do que uma camada terminal, cada uma produzirá múltiplas saídas. Finalmente, note no final que os nomes originais reaparecem. Para camadas terminais, existe uma implicação adicional – uma cópia do arquivo de saída final (GROWTH_7 neste caso) é produzida como o nome originalmente especificado (GROWTH).

Como você pode ver, os *DynaLinks* são muito poderosos. Ao permitir a substituição das saídas para se tornarem novas entradas, modelos dinâmicos podem ser prontamente criados, e assim expandindo muito o potencial do SIG para modelagem ambiental.

Processamento em lote usando DynaGroups

Processamento em lote é aquele que processa um grupo de arquivos ao mesmo tempo. Muitos sistemas, incluindo o IDRISI, fornecem linguagens macro para facilitar o processamento em lote. Entretanto, o *Macro Modeler* fornece uma forma ainda mais fácil de realizar o processamento em lote.

- j) Use o *DISPLAY Launcher* para examinar a imagem chamada MAD82JAN. Esta é uma imagem de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI) de janeiro de 1982, produzida a partir do sensor AVHRR a bordo da série de satélites NOAA. A imagem original tinha cobertura global (com 8km de resolução). Aqui podemos ver somente a ilha de Madagascar. O NDVI é calculado a partir da reflectância da energia solar nos comprimentos de onda do vermelho e do infravermelho, de acordo com a fórmula:

$$NDVI = (IV - V) / (IV + V)$$

Este índice tem valores que variam de -1 a +1. Entretanto, números reais (isto é, aqueles com frações) requerem mais memória em sistemas digitais do que valores inteiros. Assim, é comum reescalonar o índice em um intervalo de *byte* (0-255). Com o NDVI, áreas com vegetação normalmente têm valores que variam de 0,1 a 0,6 dependendo da quantidade de biomassa presente. Neste caso, os dados foram escalonados de forma que 0 representa um NDVI de -0,05 e 255 representa um NDVI de 0,67.

Você irá notar que MAD82JAN é somente uma de 18 imagens existentes na sua pasta que mostram o NDVI de janeiro para todos os anos de 1981 a 1999 (18 anos). Nesta seção nós usaremos o *Macro Modeler* para converter esse conjunto de imagens de volta para seus valores originais (não reescalonados) de NDVI. A conversão é feita da seguinte forma:

$NDVI = (Dn * 0,0028) - 0,05$, onde Dn é o chamado número digital

- k) Primeiro vamos criar o modelo usando MAD82JAN. Abra o *Macro Modeler* para iniciar um novo espaço de trabalho (ou clique no ícone *New*). Então clique no ícone *Raster layer* (Camada raster) e selecione MAD82JAN. Depois clique no ícone *Module* (Módulo) e selecione SCALAR. Clique com o botão direito do mouse sobre SCALAR e mude a operação para multiplicação e digite o valor 0.0028. Então conecte MAD82JAN a SCALAR. Clique outra vez no ícone *Module* e selecione SCALAR novamente. Mude a operação desse segundo SCALAR para subtração e digite o valor 0.05. Então conecte a saída da primeira operação de SCALAR com o segundo SCALAR. Agora teste o módulo clicando no ícone *Run* (Executar). Para ver se funcionou, você deve ter valores na imagem de saída variando de -0,05 a 0,56.
- l) Para executar essa mesma operação em todos os arquivos, nós necessitamos criar agora um grupo de arquivos raster (*raster group file*). Abra o IDRISI Explorer, clique na aba Files, procure a imagem MAD82JAN e clique sobre o nome dela. Agora pressione a tecla Shift e depois a tecla de seta para baixo até selecionar todo o conjunto de imagens de MAD82JAN até MAD99JAN. Então clique com o botão direito do mouse e selecione *Create/Raster Group*. Um novo grupo de arquivos é criado com o nome RASTER GROUP.RGF. Clique nesse arquivo e mude o nome para MADNDVI.
- m) No *Macro Modeler*, clique no símbolo MAD82JAN para selecioná-lo e então clique no ícone *Delete* (o sexto da esquerda para a direita) para removê-lo. Depois, clique no ícone *Dynagroup* e selecione a opção *Raster group file* (Grupo de arquivos raster). Então selecione o arquivo de grupo MADNDVI e conecte-o como a entrada para a primeira operação de SCALAR (use a ferramenta *connect* para isso). Finalmente, vá para o arquivo de saída final do seu modelo (ele deverá ter algum nome temporário no momento) e mude o nome para o seguinte:

NEW+<madndvi>

Essa é uma convenção de nomenclatura especial. A especificação de <madndvi> no nome indica que o *Macro Modeler* deve formar os nomes de saída a partir dos nomes no *Dynagroup* de entrada chamado MADNDVI. Nesse caso, nós estamos dizendo que queremos os novos nomes iguais aos nomes antigos, mas com a adição de um prefixo NEW.
- n) Agora execute o modelo para ver como ele funciona. Você será informado que haverá 18 iterações (você não pode alterar isso, ele é determinado pelo número de membros no arquivo de grupo). Enquanto o modelo está sendo executado, note como os nomes dos arquivos de saída são formados. No final, ele também irá produzir um grupo de arquivos raster com o prefixo especificado (NEW). Lembre de salvar seu modelo antes de avançar para os próximos passos.

Modelando processos iterativos usando Dynagroups e Dynalinks

Outra importante aplicação para *Dynagroups* e *Dynalinks* é a execução de processos iterativos. Nesta última seção iremos explorar como eles podem ser usados em conjunto de uma forma muito poderosa.

- o) Abra o modelo chamado MEAN. Ele foi especificamente desenvolvido para trabalhar com seus dados. Note que ele incorpora tanto um *Dynagroup* quanto um *Dynalink*. Para calcular a média das suas imagens de Madagascar, nós necessitamos somar os valores das 18 imagens de NDVI e então dividir por 18. O *Dynagroup* e o *Dynalink* combinados realizam a soma, enquanto a última operação de SCALAR faz a divisão.
- p) Visualize a imagem chamada BLANK_NDVI. Como você pode ver, ela contém somente zeros. Na primeira iteração, o modelo toma a primeira imagem no *Dynagroup* (MAD28JAN) e adiciona a BLANK_NDVI (usando OVERLAY) e armazena o resultado em SUM_1. O *Dynalink* então substitui BLANK_NDVI por SUM_1 e depois adiciona a segunda imagem no grupo (MAD83JAN) a SUM_1. Ao final da seqüência, uma imagem final chamada SUM será criada, contendo a soma de 18 imagens. Ela é então dividida por 18 pela operação de SCALAR para obter o produto final. Execute o modelo e assista-o trabalhar. Note também que a saída do *Dynagroup* não usa qualquer convenção especial de nomenclatura. Nesses casos o sistema usa sua convenção normal para múltiplas saídas, adicionando sufixos numéricos.
- q) Como exemplo final, abra o modelo chamado STANDEV. Ele calcula o desvio padrão de imagens (ao longo da série). Ele já foi estruturado para o caso específico dos arquivos deste exercício. Execute-o e veja se você consegue entender como ele funciona – os princípios básicos são os mesmos do exemplo anterior.

Opcional: análises automáticas com macros

Na primeira parte deste exercício nós exploramos cenários “e se” usando o *Macro Modeler*. Esta seção do exercício irá explorar o uso da *IDRISI Macro Language* (IML – Linguagem de Macro do IDRISI) para construir macros. Ao contrário da interface gráfica do *Macro Modeler*, macros são baseadas estritamente em comandos escritos e fornecem capacidades diferentes. Entretanto, toda a funcionalidade dos módulos encontrada no *Macro Modeler* é baseada em macros do IDRISI. Este exercício irá cobrir exatamente o mesmo cenário “e se” anteriormente abordado com o *Macro Modeler*, mas usando macros. O pressuposto é que os mesmos planejadores que estabeleceram o conjunto de quatro cenários para o estudo de aptidão no exercício 2-3, posteriormente decidiram que devem ser consideradas aptas para o desenvolvimento declividades até 4 graus, em vez de 2,5 graus.

Nós podemos automatizar nossa análise através do uso de macros. Macros são algumas vezes referidas como metaprogramas, já que são de fato programas que executam um conjunto de programas. No IDRISI, uma macro é um arquivo ASCII que lista cada módulo a ser usado e todos os parâmetros requeridos para sua execução. O conjunto inteiro de módulos pode ser executado simplesmente selecionando o nome do arquivo de macro na caixa de diálogo *Run Macro* (Executar macro) acionada a partir do menu *File* (Arquivo). Se nós tivéssemos construído uma macro para nossa análise de aptidão, poderíamos facilmente usar *Edit* para alterar qualquer parâmetro (por exemplo, mudar de 2,5 para 4 as declividades para reclassificação) e então executar o processo todo novamente.

Para cada módulo do IDRISI que pode ser usado em um arquivo de macro, há um formato específico conhecido como formato de comando macro. A sintaxe desses comandos pode ser encontrada na descrição dos módulos no sistema de ajuda on-line. O formato sempre começa com o nome do módulo, seguido por um X para indicar que parâmetros devem ser tomados do arquivo em vez da caixa de diálogo. Em seguida, todos os parâmetros necessários para a execução do módulo são dados em uma ordem e formato específicos, separados por asteriscos (*). Esses parâmetros fornecem toda a informação que você entraria nas caixas de diálogo se estivesse usando os módulos interativamente.

Nomes de arquivos de entrada e de saída em macros podem opcionalmente incluir extensões de arquivos e/ou caminhos. Se nenhuma extensão é dada, a extensão lógica para a operação é adicionada automaticamente. Por exemplo, se uma imagem é requerida, entrar com *LANDUSE* ou *LANDUSE.RST* irá produzir o mesmo resultado. Assim como no uso interativo do IDRISI, caminhos completos podem ser dados para nomes de arquivos de entrada e saída. Se nenhum caminho é indicado, o programa procura primeiro na pasta de trabalho e depois em cada pasta de recursos até encontrar o arquivo de entrada especificado. Para saída, se nenhum caminho é indicado, o arquivo é gravado na pasta principal.

Arquivos de macro precisam ter uma extensão *.IML* (IDRISI Macro Language). Se for criado no módulo *Edit*, a extensão adequada será automaticamente adicionada se você selecionar a opção de salvar como arquivo macro.

Note que alguns módulos não possuem uma versão de comando macro. Eles são tipicamente módulos que não produzem um arquivo resultante (por exemplo, *IDRISI Explorer*) ou módulos que requerem interação com o usuário (*Edit*, por exemplo). No menu, qualquer módulo cujo nome tenha todas as letras em caixa alta pode ser usado em uma macro. Para informação mais detalhada, veja a seção *Command Line Macros* no capítulo **IDRISI Modeling Tools** do **IDRISI Guide and Image Processing**.

Neste exercício, nós criaremos uma macro para a análise que foi feita interativamente no exercício 2-3. Todos os módulos que usamos naquele exercício podem ser usados em macros, exceto *Edit*. Como *Edit* não está disponível para macros, podemos produzir os arquivos de valores necessários para usar com *ASSIGN* antes de executar a macro, ou podemos substituir os passos de *Edit/ASSIGN* por passos de *RECLASS*. Nós faremos o último.

- r) Vamos antes olhar todos os passos necessários para criar a imagem *SLOPEBOOL* a partir do Modelo Digital de Elevação *RELIEF* como mostrado no exercício 2-3. O primeiro módulo que usamos foi *SURFACE*. Vá para o sistema de ajuda do IDRISI, clique na aba *Index* (Índice) e busque por *SURFACE*. Visualize o tópico e depois selecione o item *Macro Command* (Comando macro). A informação é mostrada como a seguir:

SURFACE Macro Command (Comando macro de *SURFACE*)

Running this module in macro mode requires the following parameters (Executar esse módulo no modo macro requer os seguintes parâmetros):

- 1: x (to indicate that macro mode is being used – para indicar que o modo macro está sendo usado)
- 2: operation number (1 = slope - declividade) / 2 = Aspect - orientação) / 3 = Both - Ambos) / 4 = Hillshading - sombreamento analítico)
- 3: input filename (the image containing values to use in the calculation – a imagem contendo valores para usar no cálculo)
- 4: output filename (the new image to be created – a nova imagem a ser criada)

5: second filename (if both slope and aspect calculated, # if not used – se tanto declividade e orientação forem calculadas, # se não for usado)

6: slope measurement (“d” = degrees - graus / “p” = percent - porcentagem)

7: conversion factor (optional -- converts val. units to ref. Units – opcional – converte unidades dos valores para unidades de referência) e.g. – por exemplo, “surface x 3*relief*slope*aspect*p”

For Analytical Hillshading (operation 4 in #2), parameters 5 and 6 require – Para sombreamento analítico (operação 4 em #2), parâmetros 5 e 6 requerem:

5: sun azimuth (sun azimuth [in degrees clockwise from north] – azimute do Sol [em graus no sentido horário a partir do norte])

6: sun elevation (sun elevation [in degrees up from the horizon] – elevação do Sol [em graus a partir do horizonte])

Para executar o primeiro passo da nossa análise, criando uma imagem de declividades a partir do Modelo Digital de Elevação, usaremos o seguinte comando macro:

```
surface x 1*relief*slopes*##d
```

- s) O próximo módulo que usamos foi RECLASS, para criar uma imagem Booleana de declividades inferiores a 2,5 graus a partir de nossa imagem de declividades. Novamente, entre no sistema de ajuda e procure pelo formato de comando macro para RECLASS. Dadas nossas variáveis, a próxima linha na macro deve ser:

```
reclass x i*slopes*slopebl*2*1*0*2.5*0*2.5*999*-9999
```

- t) Execute Edit a partir do menu *Data Entry* (Entrada de dados). No menu *File* (Arquivo) de Edit, escolha a opção *Open* (Abrir). Depois selecione o tipo *Macro file* (Arquivo de macro) e abra o arquivo EXERCISE2-3. A macro foi previamente criada para você. Cada linha executa um módulo do IDRISI usando os mesmos parâmetros que usamos no exercício 2-3. Como a última linha indica, a imagem final será chamada SUTTABLE2 em vez de SUTTABLE (criada no exercício 2-3), assim poderemos comparar as duas. Note que as linhas que iniciam com as letras REM são consideradas pelo programa como comentários e não serão executadas. Esses comentários são usados para documentar a macro.
- u) Gaste algum tempo para comparar a informação do formato de comando macro apresentada no sistema de ajuda com algumas linhas desta macro. Você pode mudar o tamanho da janela do sistema de ajuda para que ela fique ao lado da janela de Edit de forma que ambas possam ser vistas ao mesmo tempo.
- v) Quando você tiver terminado de examinar a macro você pode sair sem salvar, caso tenha feito alguma alteração inadvertidamente.
- w) Selecione *Run Macro* (Executar macro) a partir do menu File, busque o arquivo EXERCISE2-3 como o arquivo macro e deixe a caixa de entrada dos parâmetros da macro. Durante a execução da macro você verá na tela a indicação do passo que está sendo processado. Quando a macro terminar, SUTTABLE2 será automaticamente visualizada com a tabela de cores Qual. Em seguida, visualize a imagem SUTTABLE (criada no exercício 2-3) em uma nova janela com a mesma tabela de cores e depois posicione-a de forma que você possa ver ambas simultaneamente.
- x) Abra o arquivo de macro com o módulo Edit do IDRISI novamente e altere para que declividades inferiores a 4 graus sejam consideradas aptas. A linha de comando alterada deve ficar:

```
reclass x i*slopes*slopebl*2*1*0*4*0*4*999*-9999
```

Você também deve mudar o comentário acima da linha de comando de RECLASS para indicar quem você está criando uma imagem *Booleana* de declividades inferiores a 4 graus. Depois salve e saia do Edit. Execute a macro e compare os resultados (SUTTABLE2) com SUTTABLE.

- y) Use o módulo Edit para abrir e mudar a macro mais uma vez para que não sejam usadas as diagonais no processamento do módulo GROUP. Mude também o nome da imagem final para SUTTABLE3 (mantenha o limiar de 4 graus na declividade). Salve a macro e execute novamente.

4. *Descreva as diferenças entre SUTTABLE, SUTTABLE2 e SUTTABLE3 e explique o que causou estas diferenças.*

Comandos macro podem também ser escritos com variáveis “reservadas” como parâmetros de linhas de comando. Por exemplo, suponha que desejamos executar várias iterações da macro, cada uma com um limiar diferente de declividade. Nós podemos configurar a macro com uma variável reservada para o parâmetro de limiar. O limiar desejado pode então ser fornecido na entrada *Macro Parameters* (Parâmetros da macro) na caixa de diálogo *Run Macro*

(Executar macro). Isso é mais fácil que editar e salvar uma nova macro para cada iteração. Nós iremos alterar a macro para aceitar tanto o limiar de declividade quanto o nome do arquivo de saída na caixa de entrada *Macro Parameters*.

- z) Abra a macro EXERCISE2-3 com Edit. No passo de reclassificação para o critério de declividade, substitua o valor 4 do limiar de declividade nos dois pontos onde ele ocorre pela variável reservada %1. A nova linha de comando deve ficar:

```
reclass x i*slopes*slopebl*2*1*0*%1*0*%1*999*-9999
```

Substitua também o nome do arquivo de saída SUTTABLE3 por uma segunda variável reservada, %2, tanto no último passo de reclassificação quanto no último passo de visualização, como a seguir:

```
reclass x i*sitarea*%2*2*0*0*10*1*10*99999*-9999
```

```
display x n*%2*qual256*y
```

Salve o arquivo de macro e saia de Edit.

- aa) Selecione *Run Macro* (Executar macro). Entre o nome do arquivo macro e na caixa de entrada *Macro Parameters* (Parâmetros da macro), entre o limiar de declividade desejado e o nome do arquivo de saída, separados por um espaço. Por exemplo, se você deseja avaliar um limiar de 5 graus e chamar a saída de SUTTABLE5, você deveria entrar o seguinte na caixa de parâmetros da macro:

```
5 suitable5
```

Pressione o botão *Run Macro*.

Comandos macro são uma ferramenta muito poderosa em análise espacial. Uma vez criados, eles permitam uma avaliação muito rápida de variações em uma mesma análise. Adicionalmente, exatamente a mesma análise pode ser feita rapidamente para outra área de estudo simplesmente alterando os nomes dos arquivos de entrada e de saída. Como uma vantagem adicional, arquivos de macro podem ser salvos ou impressos juntamente com o correspondente modelo cartográfico. Isso irá proporcionar um registro detalhado para verificar possíveis fontes de erro em uma análise ou para reproduzir o estudo.

Nota:

O IDRISI registra todos os comandos que você executou em um arquivo de texto localizado na pasta de trabalho. Esse arquivo é chamado de arquivo de LOG. Os comandos são registrados em um formato similar ao formato de comando macro que usamos neste exercício. Todas as mensagens de erro que são geradas também são registradas. Cada vez que você abre o IDRISI, um novo arquivo de LOG é criado e os anteriores são renomeados. Os arquivos de LOG das cinco sessões mais recentes de uso do IDRISI são salvos com os nomes IDRISI32.LOG, IDRISI32.LO2, ... IDRISI32.LO5, ficando IDRISI32.LOG para o mais recente.

O arquivo de LOG pode ser editado e salvo como um arquivo de macro usando Edit. Abra o arquivo de LOG com Edit, altere o conteúdo do arquivo para o formato de comando macro e depois selecione a opção *Save As* (Salvar como). Selecione *Macro file (*.iml)* como o tipo de arquivo e digite um novo nome.

Note também que a linha de comando usada para gerar cada imagem de saída, tanto interativamente quanto através de uma macro, é registrada no campo *Lineage* (Linhagem) no arquivo de documentação da imagem. Isso pode ser visto na ferramenta *Metadata* (Metadados) do *IDRISI Explorer* e pode ser copiado e colado em um arquivo de macro usando a seqüência de teclas CTRL+C para copiar o texto selecionado em *Metadata* e CTRL+V para colar o texto copiado no arquivo de macro em Edit.

Além de macros, *Image Calculator* (Calculadora para imagens) também oferece algum grau de automação. Enquanto o arquivo de macro oferece mais flexibilidade, qualquer análise que estiver limitada aos módulos OVERLAY, SCALAR, TRANSFORM e RECLASS pode ser executada com *Image Calculator*. Expressões podem ser salvas para um arquivo e usadas novamente mais tarde.

Respostas

1. Os limiares de reclassificação são especificados no arquivo .rcl chamado SLOPEBOOL. A caosa de parâmetros de RECLASS simplesmente lista o arquivo .rcl
2. SUTTABLE2-4a relaxa o critério das declividades para incluir declividades até 4 graus. Isso cria mais áreas aptas, e quatro áreas contíguas são identificadas em comparação a apenas uma em SUTTABLE.

Exercício 2-5 - Distâncias de custo e caminhos de menor custo

No exercício anterior, introduzimos um dos operadores de distância do IDRISI chamado DISTANCE. DISTANCE produz uma superfície contínua de valores de distância Euclidiana a partir de um conjunto de feições. Neste exercício, nós usaremos uma variante de DISTANCE chamada COST. Enquanto DISTANCE produz valores medidos em unidades como metros ou quilômetros, COST calcula a distância em termos de alguma medida de custo e os valores resultantes são conhecidos como *distâncias de custo*. De modo similar a DISTANCE, COST requer uma imagem de entrada a partir da qual as distâncias são calculadas. Entretanto, diferente de DISTANCE, COST requer também uma *imagem de atrito*, que indica o custo relativo de deslocamento através de cada célula. A imagem contínua resultante é conhecida como *superfície de distâncias de custo*.

Os valores de atrito são expressos em termos da medida particular de custo que está sendo calculada. Estes valores freqüentemente têm um valor monetário igual ao custo de deslocamento através da paisagem. Entretanto, os valores de atrito também podem ser expressos em outros termos. Eles podem ser expressos como tempo de viagem, onde representam o tempo que seria necessário para cruzar áreas com determinados atributos. Eles também podem representar equivalentes de energia, onde eles seriam proporcionais ao total de combustível ou calor gasto ao se deslocar de um *pixel* até a feição mais próxima.

Estes valores de atrito são sempre calculados em relação a um montante básico, ao qual é atribuído o valor 1. Por exemplo, se nosso único atrito fosse profundidade de neve, nós poderíamos atribuir às áreas sem neve o valor 1 (isto é, o custo básico) e às áreas cobertas com neve valores maiores que 1. Se sabemos que atravessar áreas com acúmulo de neve entre 6 e 10 polegadas de profundidade custa o dobro do que atravessar áreas com solo sem neve, nós podemos atribuir àquelas células com profundidade de neve neste intervalo o valor de atrito 2. Valores de atrito são especificados como números reais para permitir valores fracionários, podendo ter valores entre 0 e $1,0 \times 10^{37}$. Os atritos raramente são especificados com valores inferiores a 1,0 (o custo básico) porque um valor de atrito inferior a 1 representa uma *aceleração* ou *força* que atua como auxílio ao movimento.

Independente do esquema usado para representar os atritos, a imagem de distância de custo resultante irá incorporar tanto a distância real quanto os efeitos do atrito encontrados ao longo do caminho. Além disso, como os valores de atrito são sempre usados para calcular a distância de custo, esta será sempre relativa ao valor de atrito ou de custo básico. Por exemplo, se para uma célula é determinada uma distância de custo 5,25, isto indica que custa cinco vezes e um quarto mais do que o custo básico para chegar a esta célula partindo da feição mais próxima de onde o cálculo foi feito. Ou, em outras palavras, para chegar a esta célula custaria o mesmo que cruzar cinco células e um quarto com o valor de atrito básico. O módulo SCALAR pode ser usado para transformar valores relativos de distância de custo em valores monetários reais, tempo ou outras unidades.

A discussão acima foca *atritos isotrópicos*, um dos dois tipos básicos de efeitos de atrito. Atritos isotrópicos são independentes da direção de movimento através deles. Por exemplo, a superfície de uma estrada terá um atrito específico independente da direção em que se viaja. A superfície da estrada possui características (pavimentação, lama, etc.) que tornam o movimento mais fácil (baixo valor de atrito) ou mais difícil (alto valor de atrito). Nós trabalharemos com este tipo de superfície de atrito neste exercício. O módulo COST do IDRISI considera efeitos de atrito isotrópicos.

Aqueles atritos que variam em intensidade em função da direção do movimento são conhecidos como *atritos anisotrópicos*. Um exemplo é um vento predominante onde o movimento contra o vento causaria um aumento do custo, enquanto viajar a favor do vento auxiliaria o movimento, talvez até causando uma aceleração. A fim de efetivamente modelar tais efeitos de atrito anisotrópico, duas superfícies de atrito são necessárias – uma imagem contendo informação sobre a magnitude do atrito e outra contendo informação sobre a direção do efeito de atrito. O módulo VARCOST é usado para modelar este tipo de superfície de custo. Para informações adicionais, veja o capítulo **Anisotropic Cost Analysis** no **IDRISI Guide to GIS and Image Processing**.

Neste exercício, nós trabalharemos apenas com atritos isotrópicos e, portanto, usaremos o módulo COST. COST oferece dois algoritmos separados para o cálculo das superfícies de custo. O primeiro, COSTPUSH, é mais rápido e trabalha muito bem quando as superfícies de atrito não são complexas ou do tipo rede. O segundo, COSTGROW, pode trabalhar com superfícies de atrito muito complexas, incluindo barreiras absolutas ao movimento¹.

¹ Para maiores informações sobre estes algoritmos, veja Eastman, J.R. 1989. *Pushbroom Algorithms for Calculating Distances in Raster Grids*. Proceedings, AUTOCARTO 9, 288-297.

Um módulo interessante e útil complementar aos módulos de custo é PATHWAY. Uma vez que uma superfície de custo tenha sido criada com qualquer um dos módulos de custo, PATHWAY pode ser usado para determinar a rota de menor custo entre qualquer célula ou grupo de células definidas e a feição mais próxima a partir da qual as distâncias de custo foram calculadas. Usaremos os dois módulos, COST e PATHWAY, neste exercício.

Nosso problema diz respeito a uma nova planta industrial. Esta planta requer uma considerável quantidade de energia elétrica e necessita de uma subestação transformadora e uma linha alimentadora até a linha de alta tensão mais próxima. Naturalmente, os executivos da fábrica querem que a linha alimentadora seja a mais barata possível. Nosso problema é determinar a rota de menor custo para instalar a nova linha alimentadora desde a nova planta industrial até a linha de energia existente.

a) Visualize a imagem chamada WORCWEST com a tabela de cores personalizada WORCWEST² (Note que *DISPLAY Launcher* procura automaticamente por uma tabela de cores ou arquivo de símbolo com o mesmo nome da camada selecionada. Se encontrar, ele será usado como padrão). Este é um mapa de uso do solo do subúrbio ocidental de Worcester, Massachusetts, USA, foi criado através de uma classificação não-supervisionada de imagens do satélite Landsat TM³. Use o *Composer* para adicionar o arquivo vetorial NEWPLANT, com o arquivo de símbolos personalizado NEWPLANT. A localização da nova planta industrial será mostrada por um grande círculo branco logo a noroeste do centro da imagem. Então, adicione o arquivo vetorial POWERLN à composição, usando o arquivo de símbolos personalizado POWERLINE. A linha de alta tensão existente está localizada na porção inferior esquerda da imagem e é representada por uma linha vermelha. São estas as duas feições que queremos conectar com o caminho de menor custo.

b) Abra o Macro Modeler. Construiremos um modelo para este exercício à medida que prosseguirmos⁴.

A análise de distância de custo requer duas camadas de informação – uma contendo as feições a partir das quais a distância de custo será calculada e uma superfície de atrito. Ambas devem estar no formato *raster*.

Primeiro criaremos a superfície de atrito que define os custos associados ao deslocamento através dos diferentes tipos de cobertura do solo desta área. Para os propósitos deste exercício, assumiremos que custa um valor básico para construir a linha de alimentação através de áreas abertas, tais como áreas de agricultura. Dado este custo básico, a Tabela 1 mostra os custos relativos de construção da linha de alimentação através de cada um dos tipos de uso do solo nos subúrbios de Worcester:

Uso do solo	Atrito	Descrição
<i>Agriculture</i> (Agricultura)	1	o custo básico
<i>Deciduous Forest</i> (Floresta decídua)	4	as árvores necessitam ser cortadas, removidas e vendidas
<i>Coniferous Forest</i> (Floresta de coníferas)	5	esta madeira não é tão valiosa quanto a madeiras de lei das decíduas, não permitindo uma compensação de custo tão alta
<i>Urban</i> (Urbano)	1000	um custo muito alto – virtualmente uma barreira.
<i>Pavement</i> (Pavimento)	1	o custo básico
<i>Suburban</i> (Suburbano)	1000	um custo muito alto – virtualmente uma barreira
<i>Water</i> (Água)	1000	um custo muito elevado – virtualmente uma barreira. Moradores não querem linhas de alta tensão afetando a vista dos lagos e reservatórios
<i>Barren/Gravel</i> (Solo estéril/pedregoso)	1	o custo básico

Tabela 1

² Para este exercício, certifique-se de que as Preferências de visualização (*Display Settings*) estejam com a configuração padrão do sistema. Entre no menu *File/User Preferences* (Arquivo/Preferências do usuário) e pressione o botão *Revert to Defaults* (Reverter para padrão). Depois ligue a opção de legenda visível e pressione OK.

³ Esta é uma técnica de processamento de imagens explorada na seção **Introductory Image Processing Exercises** (Exercícios Introdutórios de Processamento de Imagens) do **IDRISI Tutorial**.

⁴ O módulo RASTERVECTOR combina seis módulos de conversão *raster*/vetor existentes: POINTRAS, LINERAS, POLYRAS, POINTVEC, LINEVEC e POLYVEC. Este exercício continua a usar as linhas de comando desses módulos no *Macro Modeler*.

Você notará que alguns destes atritos são muito altos. Eles atuam essencialmente como barreiras. Entretanto, não desejamos proibir totalmente caminhos que cruzam estes usos do solo, somente evitá-los através de um custo elevado. Assim, nós simplesmente especificamos os atritos com valores extremamente altos.

- c) Acrescente a camada *raster* WORCWEST no *Macro Modeler*. Salve o modelo como Exer2-5.
- d) Acesse o arquivo de documentação de WORCWEST clicando primeiro no símbolo da imagem WORCWEST para destacá-lo e depois clique no ícone *Describe* (Descrever) na barra de ferramentas do *Macro Modeler*. (Você também pode acessar informação similar a partir da ferramenta *Metadata* no *IDRISI Explorer*). Determine os identificadores para cada categoria de uso do solo em WORCWEST. Associe-os com as categorias de uso solo da Tabela 1, e então use *Edit* para criar um arquivo de valores chamado FRICTION. Este arquivo de valores será usado para atribuir valores de atrito às categorias de uso do solo de WORCWEST. A primeira coluna do arquivo de valores deve conter os identificadores das categorias originais de uso do solo enquanto a segunda coluna contém os valores de atrito correspondentes. Salve o arquivo de valores e especifique real como o tipo de dado (COST requer que a imagem de atrito tenha dados do tipo real).
- e) Adicione no modelo o arquivo de valores FRICTION, que você recém criou, e depois acrescente o módulo ASSIGN. Clique com o botão direito em ASSIGN para ver a ordem requerida dos arquivos de entrada – primeiro a imagem de definição de feições deve ser conectada, e depois o arquivo de valores de atributos. Feche as propriedades do módulo e ligue WORCWEST e FRICTION a ASSIGN. Clique com o botão direito na imagem de saída e mude o nome para FRICTION. Salve e execute o modelo.

Isto completa a criação de nossa superfície de atrito. A outra entrada necessária para COST é a feição a partir da qual as distâncias de custo devem ser calculadas. COST requer que esta feição esteja na forma de uma imagem, não de um arquivo vetorial. Assim, precisamos criar uma versão *raster* do arquivo vetorial NEWPLANT.

- f) Quando criamos uma versão *raster* de uma camada vetorial no IDRISI, primeiro é necessário criar uma imagem *raster* vazia com as características espaciais desejadas, como valores mín/máx de X e Y e o número de linhas e colunas. Esta imagem vazia é, então, “atualizada” com a informação do arquivo vetorial. O módulo INITIAL é usado para criar uma imagem *raster* vazia. Adicione o módulo INITIAL ao modelo e clique com o botão direito sobre ele. Note que existem duas opções para definir os parâmetros da imagem de saída. O padrão, *copy from an existing file* (copiar de um arquivo existente), requer que conectemos uma imagem *raster* de entrada que já possui as características espaciais desejadas do arquivo que desejamos criar (os valores de atributo estocados na imagem são ignorados). Desejamos criar uma imagem que corresponda às características de WORCWEST. Note também que INITIAL requer um valor e tipo de dado inicial. Deixe o valor inicial como 0 e mude o tipo de dado para *byte*. Feche a caixa *Module Parameters* e conecte a camada *raster* WORCWEST, que já está no modelo, a INITIAL. Você pode rearranjar alguns elementos do modelo neste momento para torná-lo mais legível. Você também pode adicionar uma segunda cópia de WORCWEST ao seu modelo em vez de conectar o já existente, se preferir. Clique com o botão direito na imagem de saída de INITIAL e mude o nome do arquivo para BLANK. Salve e execute o modelo. Nós criamos a imagem *raster* vazia agora, mas ainda devemos atualizá-la com as informações vetoriais.

Adicione o arquivo vetorial NEWPLANT ao modelo, então acrescente o módulo POINTRAS ao modelo e clique com o botão direito sobre ele. POINTRAS requer duas entradas – primeiro o arquivo vetorial de pontos e depois a imagem *raster* a ser atualizada. O tipo de operação padrão, de registrar o ID do ponto, está correto. Feche os parâmetros do módulo. Conecte a camada vetorial NEWPLANT e então a camada *raster* BLANK ao módulo POINTRAS. Clique com o botão direito na imagem de saída do POINTRAS e mude o nome para NEWPLANT (Lembre que arquivos vetoriais e *raster* têm extensões de arquivo diferentes, de forma que o arquivo vetorial existente não será sobrescrito). Salve e execute o modelo.

- g) NEWPLANT será então automaticamente visualizada. Se você tiver dificuldade em ver o único *pixel* que representa a localização da planta, você pode usar a ferramenta interativa *Zoom Window* (Ampliar janela) para ampliar a porção da imagem onde está a localização da planta. Você também pode adicionar a camada vetorial NEWPLANT, ampliar uma janela naquele local, e então desligar a camada vetorial clicando na sua caixa de checagem no *Composer*. Você deve ver um único *pixel raster* com o valor 1 representando a nova planta industrial.

A operação que você acabou de concluir é conhecida como conversão vetorial para *raster*, ou rasterização. Nós temos agora ambas as imagens necessárias para executar o módulo COST – a superfície de atrito (FRICTION) e a imagem de definição de feições (NEWPLANT). O seu modelo deve estar parecido com a Figura 1, embora o arranjo dos elementos possa estar diferente.

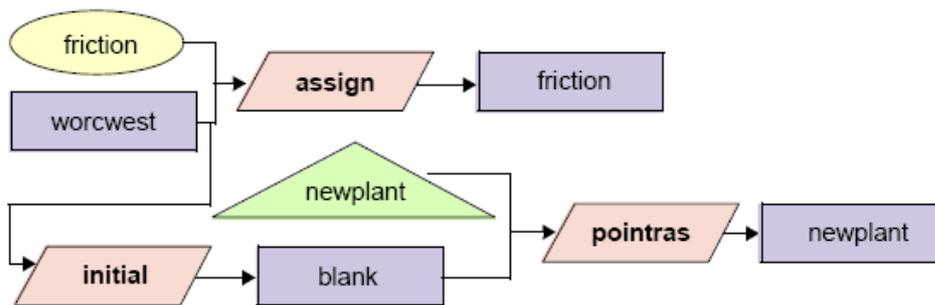


Figura 1

- h) Adicione o módulo COST ao modelo e clique com o botão direito sobre ele. Note que a imagem de feições deve ser conectada primeiro. Escolha o algoritmo COSTGROW (pois nossa superfície de atrito é um tanto complexa). Os valores padrão para os dois últimos parâmetros estão corretos. Conecte os arquivos de entrada a COST e então clique com o botão direito no arquivo de saída e mude o nome para COSTDISTANCE. O cálculo da superfície de distância de custo pode levar um certo tempo se o seu computador não tem uma CPU muito rápida. Assim, você pode fazer uma pausa aqui e deixar seu modelo executar.
- i) Quando o processamento tiver sido completado, use o modo de consulta do cursor para examinar alguns dos valores dos dados em COSTDISTANCE. Verifique que os menores valores da imagem ocorrem próximo à localização da planta e que os valores se acumulam à medida que aumenta a distância da mesma. Observe que a passagem por apenas alguns *pixels* com atrito elevado, tais como corpos d'água, rapidamente resulta em distâncias de custo com valores extremamente altos.

Para calcular o caminho de menor custo da fábrica até a linha de energia existente, teremos que alimentar o módulo PATHWAY com a superfície de distâncias de custo recém criada e com uma representação *raster* da linha de força existente.

- j) Acrescente o módulo LINERAS no modelo e clique com o botão direito sobre ele. Como em POINTRAS, ele requer o arquivo vetorial e uma imagem *raster* de entrada a ser atualizada. Feche os parâmetros do módulo, e então adicione o arquivo vetorial POWERLINE e conecte-o a LINERAS. Ao invés de executar INITIAL de novo, nós podemos simplesmente conectar o arquivo de saída do processo INITIAL existente, a imagem BLANK, a LINERAS também. Clique com o botão direito na imagem de saída e renomeie-a para POWERLINE. Salve o modelo, mas não o execute ainda. Uma vez que o cálculo de COST leva algum tempo, construiremos o restante do modelo, e então executamos novamente.

Agora estamos prontos para calcular o caminho de menor custo para ligar a linha de energia existente à nova planta industrial. O módulo PATHWAY funciona escolhendo a alternativa de menor custo cada vez que ele se move de um *pixel* para o próximo. Como a superfície de custo foi calculada usando a planta industrial como a imagem de feições, os custos mais baixos ocorrerão próximo à planta. PATHWAY, portanto, começa pelas células ao longo da linha de energia (POWERLINE), e então continua a escolher a alternativa de menor custo até conectar com o ponto mais baixo na superfície de distâncias de custo, a planta industrial (Isto é análogo ao fluxo de água encosta abaixo, sempre fluindo para a célula seguinte com menor altitude).

- k) Adicione o módulo PATHWAY ao modelo e clique com o botão direito sobre ele. Certifique-se de que a opção *Calculate multiple pathways* (Calcular caminhos múltiplos) não esteja selecionada. Note que PATHWAY requer que a imagem de superfície de custo seja conectada antes, e depois a imagem de destino. Conecte COSTDISTANCE e depois POWERLINE a PATHWAY. Clique com o botão direito sobre a imagem de saída e mude o nome para NEWLINE. Salve e execute o modelo.

NEWLINE é o caminho que a nova linha de alimentação de energia deveria seguir a fim de incorrer em menor custo, de acordo com os valores de atrito estabelecidos. Um modelo cartográfico completo é mostrado na Figura 2.

Para uma visualização final do resultado, seria bom poder exibir NEWPLANT, POWERLINE e NEWLINE todas como camadas vetoriais sobre WORCWEST. Entretanto, o arquivo de saída de PATHWAY é uma imagem *raster*. Converteremos a imagem *raster* NEWLINE para uma camada vetorial usando o módulo LINEVEC. Para economizar tempo na criação do produto final, faremos isso fora do *Macro Modeler*.

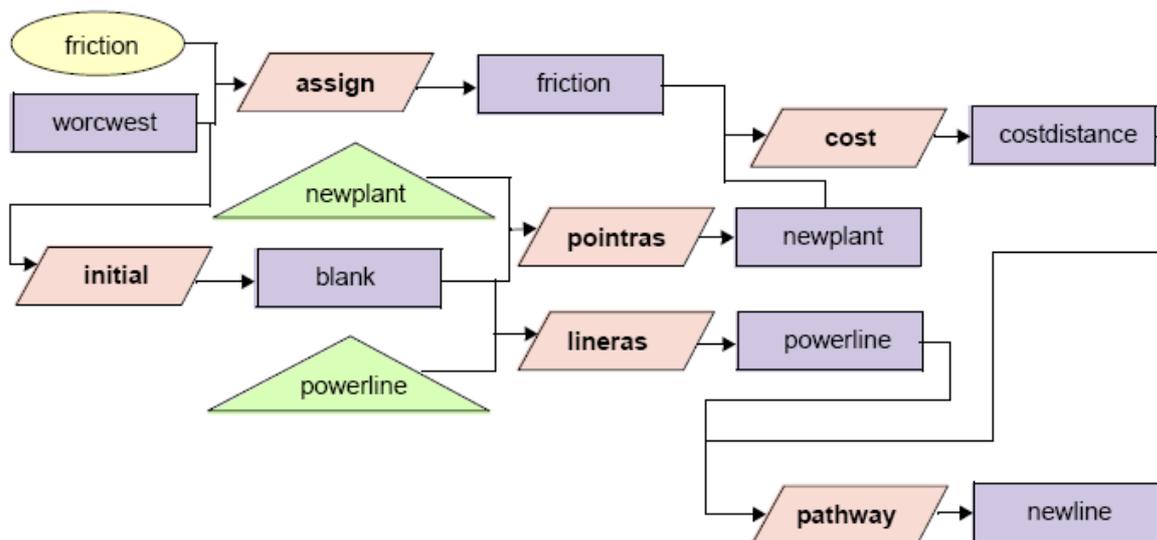


Figura 2

- l) Selecione RASTERVECTOR a partir do menu *Reformat* (Reformatação). Selecione *Raster to Vector* (Raster para vetorial), e então *Raster to Line* (Raster para linha). A imagem de entrada é NEWLINE e o arquivo vetorial de saída pode ser chamado de NEWLINE também.
- m) Crie uma composição de mapas com WORCWEST, NEWPLANT, POWERLINE e NEWLINE.
 1. *O local onde a nova linha de alimentação encontra a linha de energia existente é claramente a posição para a nova subestação de transformação. Como você acha que o PATHWAY determinou que a linha de alimentação deve se unir aqui do que em outro lugar ao longo da linha de energia? (Leia com cuidado a descrição do módulo PATHWAY no Help System)*
 2. *Qual seria o resultado se o PATHWAY usasse uma superfície de distância Euclidiana criada usando o módulo DISTANCE, com a imagem de feição NEWPLANT e POWERLINE como a feição alvo?*

Neste exercício fomos introduzidos a distâncias de custo como um meio de modelar o movimento através do espaço, onde vários elementos de atrito agem para tornar o movimento mais ou menos difícil. Isto é útil na modelagem de variáveis como tempo de viagem e custos monetários de movimento. Nós também vimos como o módulo PATHWAY pode ser usado com uma superfície de distâncias de custo para encontrar o caminho de menor custo que conecte as feições a partir das quais as distâncias de custo foram calculadas a outras feições de destino.

Adicionalmente, nós aprendemos como converter dados vetoriais para *raster* para usá-los com os módulos analíticos do IDRISI. Normalmente, usaríamos o módulo RASTERVECTOR, mas no *Macro Modeler* isto foi realizado com POINTRAS para dados vetoriais de pontos e LINERAS para dados vetoriais de linhas. Um terceiro módulo, POLYRAS, é usado para a rasterização de dados vetoriais de polígonos. Estes módulos requerem uma imagem existente vazia que será atualizada com a informação vetorial. INITIAL pode ser usado para criar uma imagem vazia a ser atualizada. Também convertemos a imagem *raster* de saída da nova linha de energia para o formato vetorial usando o módulo LINEVEC. Os módulos POINTVEC e POLYVEC realizam a mesma transformação de *raster* para vetorial para pontos e polígonos.

Respostas

1. PATHWAY avalia todos os pixels das feições de destino (a linha de energia, neste caso) para seu valor acumulado de distância de custo na imagem de distâncias de custo. Ele escolhe o pixel com o menor valor como o ponto final para o caminho de menor custo.
2. O caminho de menor custo neste caso seria uma linha reta entre a planta industrial e o *pixel* da linha de energia que estivesse mais próximo dela (em termos de distância Euclidiana)

Exercício 2-6 - Álgebra com mapas

Nos exercícios 2-2 e 2-4 usamos o módulo OVERLAY para efetuar operações *Booleanas* (ou lógicas). Entretanto, este módulo também pode ser usado como um operador aritmético geral entre imagens. Isto leva, assim, a outro importante conjunto de operações em SIG chamado Álgebra com Mapas.

A álgebra com mapas usa imagens como variáveis em operações aritméticas normais. Com um SIG nós podemos realizar operações algébricas plenas com conjuntos de imagens. No caso do IDRISI, as operações matemáticas estão disponíveis através de três módulos: OVERLAY, TRANSFORM e SCALAR (e por extensão através do *Image Calculator*, que inclui a funcionalidade desses três módulos). Enquanto OVERLAY realiza operações matemáticas entre duas imagens, SCALAR e TRANSFORM atuam sobre uma única imagem. SCALAR é utilizado para alterar matematicamente todos os *pixels* em uma imagem através de uma constante. Por exemplo, com SCALAR nós podemos modificar as unidades de um mapa de relevo de metros para pés, multiplicando cada *pixel* da imagem por 3,28084. TRANSFORM é usado para aplicar uma transformação matemática uniforme a cada *pixel* na imagem. Por exemplo, TRANSFORM pode ser usado para calcular o recíproco (1 dividido pelo valor do *pixel*) de uma imagem ou para aplicar transformações logarítmicas ou trigonométricas.

Estes três módulos nos oferecem capacidade de modelagem matemática. Neste exercício, nós trabalharemos primeiramente com SCALAR, OVERLAY e *Image Calculator*. Também usaremos um módulo chamado REGRESS, que avalia relações entre imagens ou entre dados tabulares para produzir equações de regressão. Os operadores matemáticos serão então utilizados para avaliar as equações derivadas. Àqueles que não estão familiarizados com a modelagem de regressão, sugere-se que estudem a respeito desta importante ferramenta em um livro de estatística. Nós também usaremos o módulo CROSTAB, que produz uma nova imagem baseada em todas as combinações de valores de duas imagens.

Neste exercício, criaremos um mapa de zonas agroclimáticas para o distrito de Nakuru no Quênia. O distrito de Nakuru localiza-se no Great Rift Valley, na África Oriental, e contém vários lagos que são o habitat de imensos bandos de flamingos cor-de-rosa.

a) Visualize a imagem NRELIEF com a tabela de cores IDRISI Default Quantitative ¹.

Este é um modelo digital de elevação, onde o Rift Valley aparece nas cores preto e azul escuro e suas encostas com elevações maiores são mostradas em tons de verde.

Um mapa de zonas agroclimáticas é um meio básico de avaliar a aptidão climática de áreas geográficas para várias alternativas de cultivo. Em nossa imagem final cada *pixel* será atribuído a uma zona agroclimática de acordo com os critérios especificados.

O procedimento ilustrado aqui é muito simples e foi adaptado do mapa de zonas agroclimáticas do Quênia em escala 1:1.000.000 (Kenya Soil Survey, Ministry of Agriculture, 1980). Ele reconhece que os principais aspectos do clima que afetam o crescimento das plantas são a disponibilidade hídrica e a temperatura. A disponibilidade hídrica é um índice do balanço entre a precipitação e a evaporação, e é calculada usando-se a seguinte equação:

$$\text{Disponibilidade hídrica} = \text{precipitação média anual} / \text{evaporação potencial}^2.$$

Embora outros fatores importantes para a agricultura, como a duração e a intensidade da estação seca e chuvosa e variabilidade anual não sejam levados em consideração neste modelo, esta abordagem mais simples oferece uma ferramenta básica para fins de planejamento nacional.

As zonas agroclimáticas são definidas como combinações específicas das zonas de disponibilidade hídrica e as zonas de temperatura. Os intervalos de valores para estas zonas são mostrados na Tabela 1.

¹ Para este exercício, certifique-se de que as suas preferências de usuário estão configuradas com os valores padrão abrindo *File/User Preferences* (Arquivo/Preferências do usuário) e pressionando o botão *Revert to Defaults* (Reverter para padrão). Clique *OK* para salvar as configurações.

² O termo *evaporação potencial* indica o total de evaporação que *ocorreria* caso a umidade fosse ilimitada. A evaporação real pode ser menor, uma vez que podem ocorrer períodos de seca durante os quais simplesmente não exista umidade disponível para ser evaporada.

Zona de disponibilidade hídrica	Intervalo de disponibilidade hídrica
7	< 0,15
6	0,15 - 0,25
5	0,25 - 0,40
4	0,40 - 0,50
3	0,50 - 0,65
2	0,65 - 0,80
1	> 0,80

Zonas de temperatura	Intervalo de temperatura (°C)
9	< 10
8	10- 12
7	12 - 14
6	14 - 16
5	16 - 18
4	18 - 20
3	20 - 22
2	22 - 24
1	24 - 30

Tabela 1

Para o distrito de Nakuru, mostrada na imagem NRELIEF, existem três conjuntos de dados disponíveis para nos ajudar a produzir o mapa de zonas agroclimáticas:

- i) a imagem de precipitação média anual, chamada NRAIN;
- ii) o modelo digital de elevação, chamado NRELIEF;
- iii) dados tabulares de temperatura e de altitude de nove estações meteorológicas.

Além destes dados, nós temos uma equação publicada relacionando a evapotranspiração potencial à elevação no Kenya.

Vamos ver como essas peças se encaixam em um modelo cartográfico conceitual para ilustrar como iremos produzir um mapa de zonas agroclimáticas. Nós sabemos que o produto final que queremos é um mapa de zonas agroclimáticas para este distrito e sabemos que essas zonas são baseadas nas zonas de temperatura e de disponibilidade hídrica definidas na Tabela 1. Precisaremos, portanto, ter imagens representando as zonas de temperatura (que chamaremos de TEMPERZONES) e as zonas de disponibilidade hídrica (MOISTZONES). Depois, precisamos combiná-las de forma que cada combinação única de TEMPERZONE e MOISTZONES tenha um valor único no resultado, AGROZONES. O Módulo CROSTAB é usado para produzir uma imagem de saída na qual cada combinação única dos valores de entrada tenha um valor único de saída.

Para produzir as imagens de zonas de temperatura e de disponibilidade hídrica, precisaremos ter imagens contínuas da temperatura e da disponibilidade hídrica. Nós as chamaremos de TEMPERATURE e MOISTAVAIL. Essas imagens serão reclassificadas de acordo com os intervalos dados na Tabela 1 para produzir as imagens de zonas. O início do modelo cartográfico está construído na Figura 1.

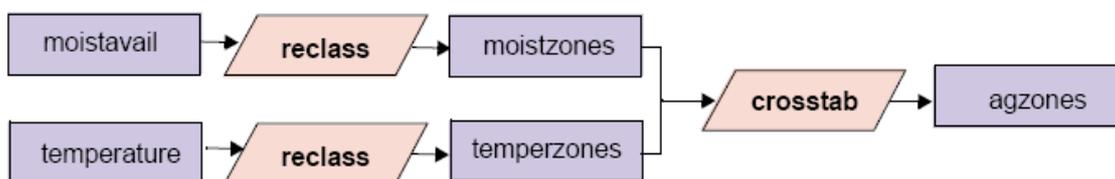


Figura 1

Infelizmente, nem a imagem de temperatura nem a de disponibilidade hídrica estão na lista de dados disponíveis – nós precisaremos derivá-las a partir de outros dados.

A única informação que temos sobre a temperatura para esta área é aquela das nove estações meteorológicas. Também temos informação sobre a altitude de cada estação meteorológica. Em grande parte da África Oriental, inclusive no Quênia, a temperatura e a altitude estão estreitamente correlacionadas. Podemos avaliar

a relação entre estas duas variáveis para nossos nove pontos de dados e, se ela for consistente, podemos usar esta relação para derivar a imagem de temperatura (TEMPERATURE) a partir da imagem de altitudes disponível³.

Os elementos necessários para produzir TEMPERATURE foram adicionados ao modelo cartográfico mostrado na Figura 2. Como não sabemos ainda a natureza exata da relação entre a temperatura e a altitude, nós não podemos preencher os passos para esta parte do modelo. Por ora, indicaremos que pode haver mais de um passo envolvido, deixando o módulo como desconhecido (????).

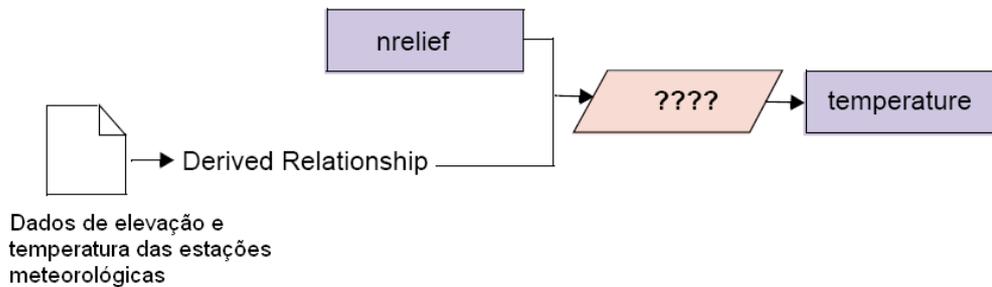


Figura 2

Agora vamos pensar na parte do problema referente à disponibilidade hídrica. Na introdução ao problema, a disponibilidade hídrica foi definida como a razão entre a precipitação e a evaporação potencial. Precisaremos de uma imagem de cada uma delas, portanto, para produzir MOISTAVAIL. Como dito no início deste exercício, OVERLAY pode ser usado para realizar operações matemáticas entre duas imagens, tais como a razão necessária neste momento.

Já temos uma imagem da precipitação pronta (NRAIN) no conjunto de dados disponíveis, mas não temos a imagem da evaporação potencial (EVAPO). Temos, entretanto, uma relação publicada entre a altitude e a evaporação potencial. Como já temos o modelo digital de elevação, NRELIEF, podemos derivar a imagem de evaporação potencial usando a relação publicada. Como antes, não sabemos os passos exatos requeridos para produzir EVAPO porque ainda não examinamos a equação. Por ora, indicaremos apenas que há uma ou mais operações necessárias inserindo um símbolo de módulo desconhecido nessa parte do modelo cartográfico final, como ilustrado na Figura 3.

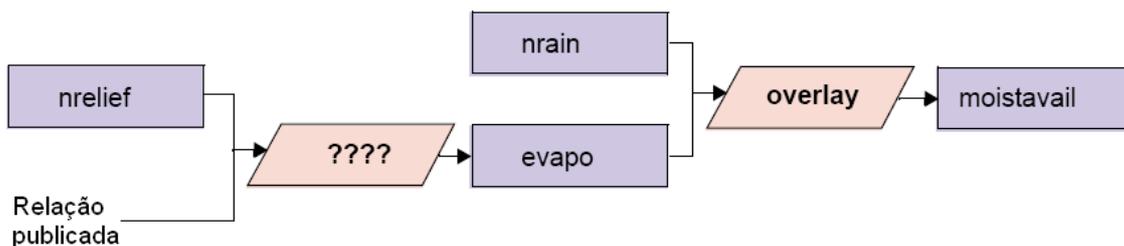


Figura 3

Agora que temos nossa análise organizada em um modelo cartográfico conceitual, estamos prontos para iniciar a executar as operações com o SIG. Nosso primeiro passo será derivar a relação entre a altitude e a temperatura usando os dados das estações meteorológicas apresentados na Tabela 2.

³ Um exercício tutorial posterior sobre Geoestatística apresenta outro método de desenvolver uma superfície *raster* completa a partir de dados de pontos.

Nº da estação	Altitude (pés)	Temperatura média anual (°C)
1	7086	15,7
2	7342	14,9
3	8202	13,7
4	9199	12,4
5	6024	18,2
6	6001	16,8
7	6352	16,3
8	7001	16,3
9	6168	17,2

Tabela 2

Podemos ver a natureza da relação dando uma olhada inicial nos números – quanto maior a altitude da estação, mais baixa é a temperatura média anual. Entretanto, necessitamos de uma equação que descreva esta relação de forma mais precisa. Um procedimento estatístico chamado análise de regressão poderá nos fornecer isso. No IDRISI, a análise de regressão é efetuada pelo módulo REGRESS.

REGRESS analisa a relação entre duas imagens ou entre dois arquivos de valores de atributo. No nosso caso, temos dados tabulares e a partir deles podemos criar dois arquivos de valores de atributo usando EDIT. O primeiro arquivo de valores irá listar as estações e suas respectivas altitudes, enquanto que o segundo listará as estações e suas respectivas temperaturas médias anuais.

- b) Use EDIT a partir do menu *Data Entry* (Entrada de dados), primeiro para criar o arquivo de valores ELEVATION, e então novamente para criar o arquivo de valores TEMPERATURE. Lembre que cada arquivo precisa ter duas colunas separadas por um ou mais espaços. A coluna da esquerda precisa conter os números das estações (1 a 9) e a coluna da direita os dados de atributos. Quando você for salvar cada arquivo, escolha real para o tipo de dado.
- c) Quando você tiver concluído a criação dos arquivos de valores, execute REGRESS a partir do menu *GIS Analysis/Statistics* (como a saída do REGRESS é uma equação em vez de uma camada de dados, ele não pode ser implementado no *Macro Modeler*). Indique que é uma regressão entre arquivos de valores. Você deve especificar os nomes dos arquivos contendo a variável independente e dependente. A variável independente será plotada no eixo X e a variável dependente no eixo Y. A equação linear derivada da regressão nos dará Y como função de X. Em outras palavras, para cada valor conhecido de X, a equação pode ser usada para calcular um valor para Y. Mas tarde vamos querer usar esta equação para desenvolver uma imagem completa de valores de temperatura a partir de nossa imagem de elevação. Assim, queremos que ELEVACÃO seja a variável independente e TEMPERATURE a variável dependente. Pressione OK.

REGRESS irá exibir um gráfico da relação e sua equação. O gráfico fornece uma série de informações. Primeiro, ele mostra os dados da amostra como um conjunto de símbolos de ponto. Lendo os valores de X e de Y para cada ponto, nós podemos ver a combinação da altitude com a temperatura em cada estação. A reta de tendência da regressão mostra o “melhor ajuste” da relação linear entre os dados para esta amostra de estações. Quanto mais próximos os pontos estiverem da reta de regressão, mais forte é a relação. O coeficiente de correlação (“r”) próximo da equação nos diz o mesmo numericamente. Caso a reta esteja inclinada para baixo, da esquerda para a direita, “r” terá valor negativo indicando uma relação “negativa” ou “inversa”. Este é o caso dos nossos dados, pois à medida que a altitude aumenta, a temperatura diminui. O coeficiente de correlação pode variar de -1,0 (relação fortemente negativa), passando por 0 (nenhuma relação), até +1,0 (relação fortemente positiva). No nosso caso, o coeficiente de correlação é -0,9652, indicando uma relação inversa muito forte entre a altitude e a temperatura para as nove estações meteorológicas.

A equação em si é a expressão matemática da reta. Neste exemplo você deveria ter chegado, com arredondamentos, à seguinte equação:

$$Y = 26,985 - 0,0016X$$

A equação é uma equação de reta, $Y = a + bX$, onde “a” é o intercepto no eixo Y e “b” é a declividade. X é a variável independente e Y é a variável dependente. Na verdade, esta equação diz que você pode prever a temperatura em qualquer local dentro desta região se você pegar a altitude em pés, multiplicar por -0,0016 e somar 26,985 ao resultado. Este é, então, nosso “modelo”:

$$\text{TEMPERATURE} = 26.985 - 0.0016 * [\text{NRELIEF}]$$

- d) Você pode agora fechar o REGRESS. Este modelo pode ser avaliado tanto com SCALAR (dentro ou fora do *Macro Modeler*) quanto com *Image Calculator*. Neste caso, usaremos *Image Calculator* para criar TEMPERATURE⁴. Abra *Image Calculator* a partir do menu a partir do menu *GIS Analysis/Mathematical Operators* (Análise espacial/Operadores matemáticos). Criaremos uma expressão matemática. Digite TEMPERATURE como o nome da imagem de saída. Pressione a tecla *Tab* ou clique na caixa de entrada da expressão a processar e digite a equação mostrada acima. Quando você precisar entrar o nome do arquivo NRELIEF, você pode clicar no botão *Insert Image* (Inserir imagem) e escolher o arquivo a partir da lista de seleção. Entrar os nomes dos arquivos desta maneira assegura que os colchetes sejam colocados por fora do nome do arquivo. Quando toda a equação tiver sido inserida, pressione *Save Expression* (Salvar expressão) e digite o nome TEMPER (estamos salvando a equação para o caso de precisarmos retornar a este passo. Se voltarmos, podemos simplesmente clicar em *Open Expression* e executar a equação sem ter que digitá-la novamente). Então, clique em *Process Expression* (Processar expressão).

A imagem resultante deve ser muito parecida ao mapa de relevo, exceto pelo fato de que os valores estão reversos – altas temperaturas são encontradas no Rift Valley, enquanto que baixas temperaturas são encontradas em altitudes maiores.

- e) Para verificar isto, arraste a janela TEMPERATURE de forma que você possa vê-la ao lado de NRELIEF.

Agora que temos nosso mapa de temperatura, precisamos criar o segundo mapa necessário para o nosso zoneamento agroclimático – um mapa de disponibilidade hídrica. Como afirmado anteriormente, a disponibilidade hídrica pode ser estimada dividindo-se a precipitação média anual pela média anual da evaporação potencial.

Nós já temos a imagem da precipitação NRAIN, mas precisamos criar a imagem da evaporação. A relação entre altitude e evaporação potencial foi desenvolvida e publicada por Woodhead (1968, *Studies of Potential Evaporation in Kenya, EAAFRO, Nairobi*), com a seguinte forma:

$$E_o \text{ (mm)} = 2422 - 0,109 \times \text{altitude (pés)}$$

Podemos, portanto, usar a imagem de relevo para derivar a evaporação potencial média anual (E_o).

- f) Assim como foi feito com a equação anterior, poderíamos aplicar esta equação usando SCALAR ou *Image Calculator*. Vamos usar novamente o *Image Calculator* para criar a expressão matemática. Digite EVAPO como o nome do arquivo de saída e então entre com a seguinte expressão (lembre que você pode pressionar o botão *Insert Image* para abrir a lista de seleção de arquivos em vez de digitar o nome do arquivo diretamente):

$$2422 - (0.109 * [\text{NRELIEF}])$$

Pressione *Save Expression* e digite MOIST para o nome do arquivo a ser criado. Então, pressione *Process Expression*.

- g) Temos agora ambas as peças necessárias para produzir o mapa de disponibilidade hídrica. Construiremos um modelo no *Macro Modeler* para o restante do exercício. Abra o *Macro Modeler* e introduza as imagens NRAIN e EVAPO e o módulo OVERLAY. Conecte as duas imagens ao módulo, conectando NRAIN primeiro. Clique com o botão direito sobre o módulo OVERLAY e selecione a operação *Ratio (first/second)(zero option)*. Feche os parâmetros do módulo e então clique com o botão direito sobre a imagem de saída e chame-a de MOISTAVAIL. Salve o modelo como Exer2-6 e execute-o.

1. O que indicaria um valor superior a 1? O que indicaria um valor menor que 1?

Neste ponto, temos toda informação que precisamos para criar nosso mapa de zonas agroclimáticas (ACZONES). O governo do Quênia usa as classes específicas de temperatura e de disponibilidade hídrica listadas na Tabela 1 para formar as diferentes zonas de aptidão agrícola. Nosso próximo passo é, portanto,

⁴ Se você estiver avaliando esta porção do modelo no *Macro Modeler*, você precisará usar SCALAR duas vezes, primeiro para multiplicar NRELIEF por -0,0016 para produzir um arquivo de saída, e depois para somar 26,985 a esse arquivo.

dividir nossas superfícies de temperatura e de disponibilidade hídrica nestas classes específicas. Nós, então, poderemos encontrar as várias combinações existentes para o distrito de Nakuru.

- h) Introduza o módulo RECLASS no modelo e conecte a imagem de entrada MOISTAVAIL. Clique com o botão direito no símbolo de RECLASS. Como vimos nos exercícios anteriores, RECLASS requer um arquivo de texto .rcl que define os limiares de reclassificação. O modo mais fácil de construir este arquivo é usar a caixa de diálogo principal do RECLASS. Feche temporariamente os parâmetros do módulo.

Abra RECLASS a partir do menu *GIS Analysis/Database Query*. Não é necessário entrar com o nome dos arquivos. Entre apenas com os valores de zonas de umidade, conforme mostrado na Tabela 1, então pressione *Save as .rcl file*. Digite MOISTZONES para o nome do arquivo de saída. Depois, clique com o botão direito para abrir os parâmetros do módulo RECLASS no modelo e entre MOISTZONES como o arquivo .rcl a ser usado. Salve e execute o modelo.

- i) Mude a visualização de MOISTZONES para usar a tabela de cores *IDRISI Default Quantitative* e intervalos iguais de autoescalonamento.

2. *Quantas zonas de disponibilidade hídrica existem na imagem? Por que é diferente do número de zonas dado na tabela? (se você está tendo problemas para responder isso, você pode ver o arquivo de documentação de MOISTAVAIL)*

A informação que temos sobre estas zonas está publicada para uso em todas as regiões do Quênia. Entretanto, nossa área de estudo é somente uma pequena parcela do Quênia. Assim, não é surpresa que algumas zonas não sejam representadas no nosso resultado.

- j) A seguir, seguiremos um procedimento similar para criar o mapa de zonas de temperatura. Antes de fazê-lo, entretanto, verifique primeiro os valores mínimos e máximos em TEMPERATURE para evitar passos desnecessários de reclassificação. Clique na camada *raster* TEMPERATURE no modelo e depois clique no ícone *Describe* na porção direita da barra de ferramentas do *Macro Modeler*. Verifique os valores mínimos e máximos dos dados em TEMPERATURE. Então, use a caixa de diálogo principal de RECLASS novamente para criar um arquivo .rcl chamado TEMPERZONES com os intervalos dados na Tabela 1.

Coloque outro elemento de RECLASS no modelo e renomeie o arquivo de saída como TEMPERZONES. Ligue TEMPERATURE como o arquivo de entrada e clique com o botão direito para abrir os parâmetros do módulo. Entre com o arquivo .rcl, TEMPERZONES, que você recém criou.

Agora que temos as imagens das zonas de temperatura e de disponibilidade hídrica, nós podemos combiná-las para criar zonas agroclimáticas. Cada zona agroclimática deve ser o resultado de uma combinação única de zonas de temperatura e de umidade.

3. *Anteriormente usamos OVERLAY para combinar duas imagens. Dados os critérios para a imagem final, por que não podemos usar OVERLAY para este passo final?*

- k) A operação que atribui um novo identificador a cada combinação distinta de classes de entrada é conhecida como classificação cruzada. No IDRISI, isto é oferecido no módulo CROSSTAB. Coloque CROSSTAB no modelo. Conecte TEMPERZONES como a primeira imagem e MOISTZONE como a segunda imagem. Clique com o botão direito sobre a imagem de saída e renomeie-a como AGROZONES. Então, clique com o botão direito sobre CROSSTAB para abrir os parâmetros do módulo (Note que quando o módulo CROSSTAB é executado a partir da caixa de diálogo principal há várias opções de saída adicionais que não estão disponíveis no *Macro Modeler*).

A imagem da classificação cruzada mostra todas as combinações entre as zonas de temperatura e de disponibilidade hídrica na área de estudo. Observe que a legenda para AGROZONES mostra claramente estas combinações na mesma ordem que os nomes das imagens de entrada aparecem no título.

A Figura 4 mostra um exemplo de como o modelo poderia ser construído no *Macro Modeler* (o seu modelo deve ter os mesmos dados e elementos de comando, mas pode estar arranjado de forma diferente).

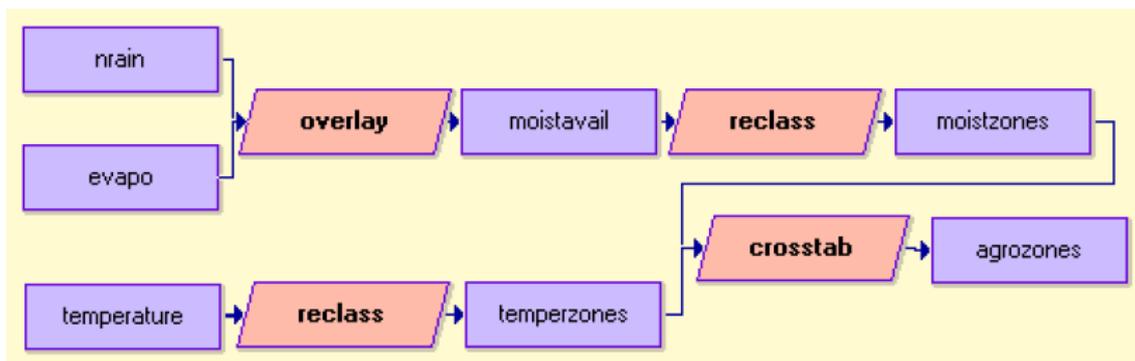


Figura 4

Neste exercício, usamos *Image Calculator* e OVERLAY para realizar uma série de operações matemáticas básicas. Nós utilizamos imagens como variáveis em equações, através das quais derivamos novas imagens. Este tipo de modelagem matemática, também denominada álgebra com mapas, juntamente com consultas à base de dados, formam o coração de um SIG. Também introduzimos o módulo CROSTAB, que cria uma nova imagem com base na combinação de classes de duas imagens de entrada.

Problema opcional

As zonas agroclimáticas que nós acabamos de delinear têm sido estudadas por geógrafos para determinar a atividade agrícola ótima para cada combinação. Por exemplo, foi determinado que áreas aptas ao cultivo de piretro, uma planta cultivada para uso em repelentes de inseto, são aquelas definidas pela combinação das zonas de temperatura 6-8 e zonas de disponibilidade hídrica 1-3.

l) Crie um mapa mostrando as regiões aptas ao cultivo de piretro.

4. *Existem várias formas de criar um mapa de áreas aptas ao cultivo de piretro. Descreva como você fez seu mapa.*

Nós não iremos usar nenhuma das imagens criadas neste exercício em exercícios posteriores, de forma que você poderá excluir todas se desejar, exceto os arquivos de dados originais NRAIN e NRELIEF.

Isto completa os exercícios das ferramentas de SIG da seção *Introductory GIS* do tutorial. Consultas à base de dados, operadores de distância, operadores de contexto e os operadores matemáticos de álgebra com mapas fornecem as ferramentas que você usará muitas vezes em suas análises. Fizemos uso pesado do *Macro Modeler* nestes exercícios. Entretanto, à medida que aprende o sistema, a organização do menu principal ajudará você a entender as relações e usos comuns para os módulos que estão listados em ordem alfabética no *Macro Modeler*. Por isso, encorajamos você a explorar os grupos de módulos no menu também. Além disso, alguns módulos não podem ser usados no *Macro Modeler* (por exemplo, REGRESS) e outros (por exemplo, CROSTAB) têm capacidades adicionais quando executados a partir do menu.

Os exercícios restantes desta seção se concentram no papel do SIG no suporte à decisão, particularmente com relação a mapeamento de aptidão.

Respostas

- Os valores em MOISTAVAIL são o resultado da divisão de NRAIN por EVAPO. Se um valor é maior que 1, o valor de NRAIN foi maior que o valor de EVAPO. Isto indicaria um balanço positivo de umidade. Se um valor é menor que 1, o valor de NRAIN foi menor que o valor de EVAPO. Isto indicaria um balanço negativo de umidade.
- Somente 5 zonas (1-5) estão na imagem porque o intervalo de valores é somente de 0,36 – 1,02 em MOISTAVAIL.
- Nós não podemos usar OVERLAY nesta situação porque queremos que cada combinação única das zonas tenha um valor único na imagem de saída. Com OVERLAY, a combinação da zona de temperatura 2 com a zona de disponibilidade hídrica 4 produziria o mesmo resultado que a zona de disponibilidade hídrica 2 com a zona de temperatura 4.
- Observe a legenda de AGROZONES e determine quais classes representam as combinações desejadas de zonas. Use *Edit* para criar um arquivo de valores para atribuir àqueles valores originais de zonas o

novo valor 1. Então, use ASSIGN com AGROZONES como o arquivo de definição da feições e o arquivo de valores criado.

Outro método é usar *Edit*/ASSIGN ou RECLASS com os mapas de zonas, TEMPERZONES e MOISTZONES, criando imagens *Booleanas* representando somente aquelas zonas aptas para o piretro. Estas duas imagens *Booleanas* poderiam ser, então, multiplicadas com OVERLAY para produzir o resultado final.

Exercício 2-7 - Avaliação Multicritério - Desenvolvimento de Critérios e a Abordagem Booleana

Os próximos cinco exercícios irão explorar o uso de SIG como sistema de suporte à decisão. Ainda que sejam discutidas técnicas que podem melhorar vários tipos de processos de tomada de decisão, a ênfase será centrada no uso de SIG para mapeamento de aptidão e decisões sobre alocação de recursos. Estas decisões são altamente auxiliadas por ferramentas de SIG porque frequentemente envolvem uma variedade de critérios que podem ser representados como camadas de dados geográficos. A avaliação multicritério (*Multi Criteria Evaluation* - MCE) é um método comumente usado para avaliar e agregar muitos critérios. Entretanto, seu potencial pleno só foi reconhecido recentemente.

Um primeiro passo importante no entendimento da MCE é desenvolver uma linguagem comum para apresentar e abordar tais métodos. Se o leitor ainda não o fez, deveria ler o capítulo **Decision Support: Decision Strategy Analysis** no **IDRISI Guide to GIS and Image Processing**. A linguagem lá apresentada será usada também nestes exercícios.

Neste próximo conjunto de exercícios, nós exploraremos uma variedade de técnicas de MCE. Neste exercício, critérios serão desenvolvidos e padronizados e um método simples de agregação *Booleana* será usado para chegar a uma solução. Os próximos dois exercícios exploram métodos de agregação mais flexíveis e sofisticados. O Exercício 2-8 ilustra o uso da combinação linear ponderada (*Weighted Linear Combination* – WLC), enquanto o Exercício 2-9 introduz a técnica de agregação de média ponderada ordenada (*Ordered Weighted Averaging* – OWA). O Exercício 2-10 trata de questões de seleção de local, particularmente com relação à contigüidade espacial e requerimentos de área mínima. O exercício final deste conjunto, Exercício 2-11, expande o problema para incluir mais de um objetivo e usa procedimentos de alocação multiobjetivo para produzir uma solução final.

Frequentemente, algumas camadas de dados desenvolvidas em um exercício serão usadas em exercícios subsequentes. Ao final de cada exercício, você será informado sobre quais camadas devem ser mantidas. Entretanto, se possível, você pode manter todas as camadas de dados que desenvolver para este conjunto de exercício, a fim de posteriormente facilitar uma exploração independente mais aprofundada das técnicas apresentadas.

Para demonstrar os diferentes modos com que os critérios podem ser desenvolvidos e a variedade de procedimentos de MCE disponíveis, os primeiros quatro exercícios desta série estarão concentrados em um único problema hipotético de aptidão. O objetivo é encontrar as áreas mais aptas para expansão residencial na cidade de Westborough, Massachusetts, EUA. A cidade está localizada muito próximo de duas áreas metropolitanas e é um local prioritário para expansão residencial semi-rural.

- a) Mude sua pasta de trabalho para a pasta IDRISI Tutorial\MCE, usando o *IDRISI Explorer*.
- b) Visualize a imagem MCELANDUSE usando a tabela de cores personalizada MCELANDUSE. Ligue as opções para mostrar os componentes legenda e título do mapa. Use o botão *Add Layer* (Adicionar camada) do *Composer* para adicionar a camada de rios MCESTREAMS com o arquivo de símbolos personalizado BLUE e a camada de estradas MCEROADS com o arquivo de símbolo padrão *Outline Black* (Contorno preto).

Como você pode ver, a cidade de Westborough e sua vizinhança imediata são bastante variadas. O uso de SIG tornará a identificação de áreas apropriadas mais gerenciável.

Devido à localização privilegiada, as construtoras cortejaram intensivamente os administradores municipais no sentido de obter as áreas que melhor suprissem suas necessidades de alocação para a expansão residencial. Entretanto, grupos ambientalistas também têm alguma influência sobre onde essa expansão irá ou não ocorrer. A paisagem ambientalmente mista de Westborough inclui várias áreas que deveriam ser preservadas como espaços abertos para a vida selvagem. Além disso, a cidade de Westborough tem alguns regulamentos específicos já vigentes que limitam as áreas de expansão urbana. Todas estas considerações devem ser incorporadas no processo de tomada de decisão.

Este problema enquadra-se bem em um cenário de MCE. O objetivo é explorar possíveis áreas aptas ao desenvolvimento residencial para a cidade de Westborough: áreas que melhor atendem as necessidades de todos os grupos envolvidos. Os administradores da cidade estão colaborando tanto com as construtoras

quanto com os ambientalistas e, juntos, identificaram vários critérios que auxiliarão o processo de tomada de decisão. Este é o primeiro passo na MCE: identificar e desenvolver critérios.

Dados originais e desenvolvimento de critérios

A fim de determinar que áreas devem ser consideradas para o desenvolvimento residencial, a administração da cidade identificou três conjuntos de critérios: a legislação municipal, que delimita onde o desenvolvimento pode ocorrer, considerações financeiras, importantes para as construtoras, e as considerações sobre a vida selvagem, importantes para os ambientalistas. Neste problema, todos os critérios serão expressos como imagens *raster*.

Crítérios podem ser de dois tipos, restrições ou fatores. Restrições são aqueles critérios *Booleanos* que restringem (isto é, limitam) nossa análise a regiões geográficas particulares. Independente do método eventualmente usado para agregar critérios, restrições são sempre imagens *Booleanas*. Neste caso, as restrições diferenciam áreas que podemos considerar aptas para o desenvolvimento urbano daquelas que não podem ser consideradas aptas sob nenhuma condição.

Por outro lado, fatores são critérios que definem algum grau de adequação para todas as regiões geográficas. Eles definem áreas ou alternativas em termos de uma medida contínua de aptidão. Os valores dos fatores individuais podem tanto realçar (com valores altos) ou depreciar (com valores baixos) a aptidão total de uma alternativa (o grau com que isso acontece depende do método de agregação usado). Fatores podem ser padronizados de diversas formas dependendo dos critérios individuais e da forma de agregação eventualmente usada.

Em nosso exemplo, temos duas restrições e seis fatores que serão desenvolvidos. Nós agora voltaremos nossa atenção para o desenvolvimento desses critérios.

Nota: várias das ferramentas necessárias para o desenvolvimento das imagens iniciais de critérios deste exercício foram apresentadas nos exercícios anteriores. Para irmos mais rapidamente aos novos conceitos destes exercícios, as camadas iniciais dos critérios já são fornecidas. Os dados usados para derivar essas imagens iniciais nesta seção estão incluídos no arquivo suplementar comprimido chamado MCE SUPPLEMENTAL.ZIP. Se desejar, você pode descomprimir e usar estes arquivos para praticar os estágios iniciais do desenvolvimento de critérios. Os métodos necessários foram introduzidos do Exercício 2-2 ao Exercício 2-5.

Restrições

A legislação sobre a construção de prédios é a primeira restrição que limita as áreas disponíveis para o desenvolvimento. Assumiremos que novas construções não podem ocorrer a 50 metros dos corpos d'água abertos, rios e áreas úmidas.

c) Visualize a imagem MCEWATER com a tabela de cores *IDRISI Default Qualitative*.

Para criar esta imagem, informações sobre corpos d'água abertos, rios e áreas úmidas foram trazidas para o banco de dados. Os dados sobre os corpos d'água abertos foram extraídos a partir do mapa de uso do solo, MCELANDUSE. Os dados dos rios vieram do arquivo USGS DLG que foi importado e, então, rasterizado. Os dados de áreas úmidas foram desenvolvidos a partir da classificação de imagens do satélite SPOT. Estas três camadas foram combinadas para produzir o mapa resultante de todos os corpos d'água, chamado MCEWATER¹.

d) Visualize a imagem WATERCON com a tabela de cores *IDRISI Default Qualitative*.

Esta é uma imagem *Booleana* de uma faixa-tampão (*buffer*) de 50m de áreas protegidas ao redor das feições em MCEWATER. Áreas que não devem ser consideradas têm valor 0 enquanto aquelas que devem ser consideradas têm valor 1. Quando as restrições são multiplicadas pelo mapa de aptidão, as áreas restritas são "mascaradas" (isto é, definidas como 0), enquanto aquelas que não são restritas mantêm seus escores de aptidão.

Além da restrição legal desenvolvida acima, qualquer novo desenvolvimento residencial será restringido também pelo uso atual do solo: não pode ocorrer novo desenvolvimento residencial em áreas já ocupadas por este tipo de uso.

¹ Os dados das áreas úmidas estão na imagem MCEWETLAND no arquivo MCE SUPPLEMENTAL.ZIP. Os dados dos rios estão no arquivo vetorial MCESTREAMS que usamos anteriormente neste exercício.

- e) Examine MCELANDUSE novamente (você pode tornar qualquer imagem ativa rapidamente escolhendo-a a partir do menu *Window List*). Claramente, algumas destas categorias não estarão disponíveis ao desenvolvimento residencial. Áreas que já estão ocupadas, corpos d'água e grandes corredores de transporte não podem ser considerados aptos em grau algum.
- f) Visualize LANDCON, uma imagem *Booleana* produzida a partir de MCELANDUSE em que as áreas aptas têm um valor 1 e as inaptas ao desenvolvimento residencial têm o valor 0².

Agora voltaremos nossa atenção para os mapas de fatores contínuos. Dos seis fatores a seguir, os primeiros quatro são relevantes para os custos de construção, enquanto os dois últimos se referem à preservação de habitats para a vida silvestre.

Fatores

Tendo determinado os critérios de restrição, o processo mais desafiador para os administradores seria identificar os critérios que determinariam a aptidão *relativa* das áreas restantes. Estes critérios não restringem de forma absoluta o desenvolvimento, mas são fatores que aumentam ou diminuem a aptidão relativa de uma área para o desenvolvimento residencial.

Para as construtoras, estes critérios são fatores que determinam o custo de construção de novas casas e a atratividade destas casas para os compradores. A viabilidade do novo desenvolvimento residencial é determinada por fatores como tipo atual de uso do solo, distância das rodovias, declividades e distância do centro da cidade. O custo do novo desenvolvimento será mais baixo em áreas que são baratas para limpar para a construção de casas, próximas a rodovias e em baixas declividades. Adicionalmente, os custos de construção podem ser compensados por valores mais altos das casas situadas próximo ao centro da cidade, uma área atrativa para novos compradores.

O primeiro fator, que relaciona o uso atual do solo ao custo de limpeza da área, está essencialmente pronto na imagem MCELANDUSE. Tudo o que resta é transformar os valores das categorias de uso do solo em valores de aptidão. Isto será discutido na próxima seção.

O segundo fator, a distância das rodovias, está representado na imagem ROADDIST. Esta é uma imagem de distância linear simples a partir de todas as rodovias na área de estudo. Esta imagem foi derivada pela rasterização do arquivo vetorial com as rodovias de Westborough seguida do cálculo de distâncias com o módulo DISTANCE.

A imagem TOWNDIST, o terceiro fator, é uma superfície de distância de custo que pode ser usada para calcular o tempo de viagem a partir do centro da cidade. Ele foi derivado de dois arquivos vetoriais, o arquivo vetorial das rodovias e o arquivo vetorial que delimita o centro da cidade.

O fator final relacionado às preocupações financeiras das construtoras é a declividade. A imagem SLOPES foi derivada de um modelo de elevação de Westborough³.

- g) Examine as imagens ROADDIST, TOWNDIST e SLOPES usando a tabela de cores *IDRISI Default Quantitative*. Visualize MCELANDUSE com a tabela de cores *IDRISI Default Qualitative*.

1. *Quais são as unidades dos valores em cada um destes fatores contínuos? Eles são comparáveis?*
2. *Dados categóricos (como uso do solo) podem ser pensados em termos de aptidão contínua? Como?*

Enquanto os fatores acima são importantes para as construtoras, existem outros fatores a serem considerados, ou seja, aqueles importantes para os ambientalistas.

Os ambientalistas estão preocupados com a contaminação da água subterrânea a partir de sistemas sépticos e outras fontes de poluição residencial não pontuais. Embora não tenhamos dados sobre água subterrânea, podemos usar os corpos d'água abertos, rios e áreas úmidas como substitutos (isto é, a imagem MCEWATER). A distância a partir destas feições já foi calculada e pode ser encontrada na imagem WATERDIST. Lembre que uma faixa-tampão (*buffer*) de 50 metros ao redor das mesmas feições foi considerada como restrição absoluta anteriormente. Isto não nos impede de também usarmos a distância a partir destas feições como um fator na tentativa dos ambientalistas de alocar o novo desenvolvimento ainda

² As categorias 1 a 4 de MCELANDUSE são consideradas aptas e as categorias 5 a 13 são restrições.

³ MCEROAD, um arquivo vetorial de estradas; MCECENTER, um arquivo vetorial mostrando o centro da cidade; e MCEELEV, uma imagem de elevação, podem ser encontrados no arquivo comprimido MCESUPPLEMENTAL. O cálculo de distância de custo usou a opção *Cost grow* (Crescimento de custo) e uma superfície de atrito onde as rodovias tinham valor 1 e áreas fora das rodovias tinham valor 3.

mais longe de tais áreas sensíveis (isto é, o desenvolvimento DEVE estar a pelo menos 50 metros da água, mas quanto mais longe, melhor).

O último fator a ser considerado é a distância das áreas já ocupadas. Os ambientalistas gostariam de ver o novo crescimento residencial próximo às áreas atualmente construídas. Isto maximizaria as áreas abertas no município e manteria áreas que são boas para a vida silvestre longe de qualquer desenvolvimento. A distância das áreas construídas, DEVELOPDIST, foi criada a partir da imagem original de uso do solo.

h) Examine as imagens WATERDIST e DEVELOPDIST usando a tabela de cores *IDRISI Default Quantitative*.

3. *Quais são as unidades dos valores de cada um destes fatores contínuos? Eles são comparáveis entre si?*

Nós temos agora oito imagens que representam os critérios a serem padronizados e agregados usando uma variedade de abordagens de MCE. A abordagem *Booleana* será apresentada neste exercício, enquanto os dois exercícios seguintes discutem outras abordagens. Independente da abordagem usada, o objetivo é criar uma imagem final de aptidão para o desenvolvimento residencial.

A abordagem Booleana

O primeiro método que será usado para resolver este problema de MCE é a abordagem *Booleana*. Todos os critérios (restrições e fatores) serão padronizados em valores *Booleanos* (0 e 1) e o método de agregação será a interseção *Booleana* (multiplicação dos critérios). Este é o método de avaliação multicritério mais comum em SIG e foi largamente usado nos exercícios anteriores (por exemplo, 2-2 e 2-3). Embora esta técnica seja comum, devemos ter em mente que a padronização e agregação *Booleana* limita severamente a análise e restringe as escolhas de alocação resultantes. Os exercícios subsequentes irão explorar outras abordagens.

Padronização Booleana de fatores

Embora esteja claro que as restrições possam ser expressas em termos *Booleanos*, nem sempre está claro como dados contínuos (por exemplo, declividades) podem ser efetivamente reduzidos a valores *Booleanos*. Entretanto, a lógica da agregação *Booleana* demanda que todos os critérios (restrições e fatores) sejam padronizados à mesma escala *Booleana* de 0 ou 1. Todos os fatores contínuos desenvolvidos acima devem ser reduzidos a restrições *Booleanas* como nos exercícios anteriores. Para cada fator, uma quebra ou uma decisão rígida que defina as áreas aptas ao desenvolvimento deve ser feita. A seguir são apresentadas as regras de decisão para nossos critérios.

Fator uso do solo

Dos quatro tipos de uso do solo disponíveis para o desenvolvimento urbano, florestas e áreas abertas não urbanizadas são as mais baratas e serão consideradas igualmente aptas para as construtoras, enquanto todas as outras serão consideradas completamente inaptas. Note que este fator, expresso como uma restrição *Booleana*, tornará redundante a restrição de uso do solo desenvolvida antes. Em exercícios subsequentes, este não será o caso.

i) Visualize a imagem *Booleana* chamada LANDBOOL. Ela foi criada a partir do mapa de uso do solo MCELANDUSE usando o módulo RECLASS. Na imagem LANDBOOL, áreas aptas têm um valor 1 e áreas não aptas têm o valor 0.

Fator distância das rodovias

Para manter baixo o custo das construções residenciais, áreas mais próximas das rodovias são consideradas mais aptas que aquelas distantes. Entretanto, para uma análise *Booleana* precisamos reclassificar nossa imagem contínua de distância das rodovias para uma expressão *Booleana* de distâncias que são aptas e de distâncias que não são aptas. Reclassificaremos nossa imagem de distância das rodovias de forma que áreas a menos de 400 metros de qualquer rodovia sejam aptas e aquelas além de 400 metros sejam inaptas.

j) Visualize a imagem *Booleana* ROADBOOL. Ela foi criada usando RECLASS sobre a imagem de distância contínua ROADDIST. Nesta imagem, áreas dentro da faixa de 400 metros das rodovias têm o valor 1 e aquelas além dos 400 metros, o valor 0.

Fator distância do centro da cidade

Casas construídas próximo ao centro da cidade trarão lucros maiores às construtoras. A distância do centro da cidade é uma função do tempo de viagem sobre as rodovias (ou vias de acesso potenciais) que calculamos usando a função de distância de custo. Como as construtoras estão mais interessadas nas áreas a menos de 10 minutos de tempo de viagem do centro da cidade, estimamos que isto equivale a aproximadamente 400 equivalentes de célula de grade (GCEs) na imagem de distância de custo. Reclassificamos a superfície de distância de custo de modo que qualquer local é apto se estiver a 10 minutos, ou a 400 células, do centro da cidade. Aqueles locais situados além de 400 células do centro da cidade não são aptos.

- k) Visualize a imagem *Booleana* chamada TOWNBOOL. Ela foi criada a partir da imagem de distância de custo TOWNDIST usando RECLASS. Na nova imagem, um valor 1 foi dado às áreas situadas a até 10 minutos do centro da cidade.

Fator declividade

Como declividades suaves tornam a construção de casas e rodovias mais barata, reclassificamos nosso mapa de declividades de modo que qualquer área com declividade igual ou inferior a 15% será considerada apta e com declividade superior a 15% será considerada não apta.

- l) Visualize a imagem *Booleana* chamada SLOPEBOOL. Ela foi criada a partir da imagem de declividade SLOPES.

Fator distância da água

Como o lençol freático local está ameaçado pela poluição oriunda do sistema séptico e do escoamento superficial, os ambientalistas ressaltam que áreas distantes de corpos d'água e áreas úmidas são mais aptas do que aquelas mais próximas. Embora estas áreas já sejam protegidas por uma faixa-tampão de 50 metros, os ambientalistas gostariam de ver esta área expandida em mais 50 metros. Neste caso, áreas aptas para o desenvolvimento urbano terão que estar no mínimo a 100 metros de qualquer corpo d'água ou área úmida.

- m) Visualize a imagem *Booleana* chamada WATERBOOL. Ela foi criada a partir da imagem de distância WATERDIST. Nesta imagem *Booleana*, áreas adequadas têm um valor 1.

Fator distância de áreas já ocupadas

Finalmente, as áreas a menos de 300 metros de áreas já construídas são consideradas as melhores para novo desenvolvimento pelos ambientalistas interessados na preservação de espaços abertos.

- n) Visualize uma imagem *Booleana* chamada DEVELOPBOOL. Ela foi criada a partir da imagem de distância DEVELOPDIST, atribuindo-se um valor 1 para áreas a menos de 300 metros de áreas construídas.

Agregação *Booleana* de fatores e restrições

Agora que todos os nossos fatores foram transformados em imagens *Booleanas* (isto é, reduzidas a restrições), estamos prontos para agregá-los. No procedimento mais comum de agregação *Booleana*, todas as oito imagens são multiplicadas juntas para produzir uma única imagem de aptidão. Este procedimento é equivalente à operação lógica AND e pode ser realizada de diversas formas no IDRISI (por exemplo, usando o *Decision Wizard*, o módulo MCE, uma série de operações de multiplicação em OVERLAY, ou *Image Calculator* com uma expressão lógica multiplicando todas as imagens).

Na avaliação dos resultados de uma análise MCE, é muito útil comparar a imagem resultante com as imagens dos critérios originais. Isto é mais facilmente realizado identificando-se as imagens como partes de um grupo, e então usando em qualquer uma delas a ferramenta de consulta *Feature Properties* (Propriedades da feição) na barra de ferramentas.

- o) Abra a caixa de diálogo do *DISPLAY Launcher* (Visualizador) e chame a lista de seleção. Você deve ver o nome do arquivo MCEBOOL na lista com um pequeno sinal de soma (“+”) à esquerda. Este é um arquivo de grupo de imagens que já foi previamente criado com o *IDRISI Explorer*. Clique no sinal “+” para ver a lista de arquivos que estão no grupo. Escolha MCEBOOL e pressione OK. Note que o nome

do arquivo na caixa de entrada do *DISPLAY Launcher* é MCEBOOLGROUP.MCEBOOL. Escolha a tabela de cores *IDRISI Default Qualitative* e clique OK para visualizar MCEBOOL⁴.

- p) Use a ferramenta de consulta *Feature Properties* (a partir do ícone na barra de ferramentas ou do *Composer*) e explore MCEBOOLGROUP. Clique na imagem para checar os valores na imagem final e nas imagens dos oito critérios. A visualização da janela *Feature Properties* pode ser reposicionada arrastando-a.
4. *O que deve ser verdade para cada uma das imagens de critérios para que MCEBOOL tenha um valor 1? Existe alguma indicação em MCEBOOL de quantos critérios foram satisfeitos?*
 5. *Para aquelas áreas com o valor 1, existe alguma indicação de quais foram melhor que as outras em termos de distâncias das estradas, etc? Se mais áreas aptas foram identificadas do que é requerido, como se poderia agora escolher entre as alternativas de áreas aptas para o desenvolvimento?*

Avaliando a abordagem Booleana

Compensação e risco

Deve estar claro que o valor de 1 na imagem final de aptidão somente é possível quando todos os critérios acima também apresentarem o valor 1, e que o valor 0 é o resultado obtido se ao menos um critério tiver o valor 0. Neste caso, a aptidão em um critério não pode compensar a inaptidão em outro. Em outras palavras, eles não são intercambiáveis. Além disso, como a análise multicritério *Booleana* é uma operação lógica AND (mínimo), em termos de risco ela é muito conservadora. Somente quando todos os critérios são satisfeitos é que um local é considerado apto. O resultado é o melhor local possível para o desenvolvimento residencial e nenhuma área menos apta é identificada.

Estas propriedades de não compensação e de aversão ao risco podem ser apropriadas para vários projetos. Entretanto, em nosso caso, podemos imaginar que nossos critérios deveriam se compensar entre si. Não estamos interessados apenas em aversão extrema ao risco. Por exemplo, um local longe do centro da cidade (não apto quando considerado este único critério) pode ser um excelente local em todos os outros aspectos. Mesmo que não seja o local mais adequado, podemos querer considerá-lo apto em algum grau.

No outro extremo do *continuum* de risco está o método de agregação *Booleana* OR (máximo). Enquanto a *Booleana* AND requer que todos os critérios sejam satisfeitos simultaneamente para que uma área seja considerada apta, a *Booleana* OR requer que pelo menos um critério seja satisfeito. Isto é claramente muito arriscado porque uma área será considerada apta se ao menos um critério for aceitável, mesmo que todos os outros sejam inaceitáveis.

- q) Visualize a imagem BOOLOR usando a tabela de cores *IDRISI Default Qualitative*. Ela foi criada usando a operação lógica OR com *Image Calculator*. Você pode ver que praticamente toda a imagem é mapeada como apta quando a agregação *Booleana* OR é usada.

6. *Descreva BOOLOR. Você pode pensar em uma forma de usar fatores Booleanos para criar uma imagem de aptidão que fique entre os extremos AND e OR em termos de risco?*

Os exercícios seguintes usarão outros procedimentos de padronização e agregação que nos permitirão alterar o nível de compensação e de risco. Os resultados serão imagens contínuas de aptidão em vez de imagens *Booleanas* estritas de aptidão absoluta ou não-aptidão.

Importância do critério

Outra limitação da abordagem *Booleana* simples que usamos aqui é que todos os fatores têm igual importância no mapa final de aptidão. Isto não provavelmente não corresponde à verdade. Alguns critérios podem ser muito importantes para determinar a aptidão total para uma área, enquanto outros podem ser de importância marginal. Esta limitação pode ser superada pela ponderação de fatores e pela agregação deles com uma média linear ponderada ou WLC (*Weighted Linear Combination*). Os pesos atribuídos controlam o grau com o qual um fator pode compensar outro fator. Embora isto pudesse ser feito com as imagens *Booleanas* que produzimos, deixaremos a exploração do método WLC para o próximo exercício.

⁴ As ferramentas interativas para arquivos de grupo (*Group Link* e *Feature Properties Query*) somente ficam disponíveis quando a(s) imagem(s) são visualizadas como membros de um grupo, com o nome do grupo seguido do nome da imagem. Se você visualizar MCEBOOL sem sua referência de grupo, ela não será reconhecida como membro de um grupo.

Contiguidade espacial e tamanho do local

O resultado multicritério *Booleano* mostra todos os locais aptos com base nos critérios desenvolvidos acima. Entretanto, deveria estar claro que áreas aptas não são sempre contíguas e frequentemente estão distribuídas em um padrão fragmentado. Para problemas como a seleção de locais para o desenvolvimento residencial, áreas aptas pequenas não são apropriadas. Este problema de contiguidade pode ser adicionado como uma restrição pós-agregação do tipo “áreas aptas devem ter também pelo menos 20 hectares de tamanho”. Esta restrição seria aplicada depois que todos os locais aptos (de qualquer tamanho) fossem encontrados. Para maiores informações sobre restrições pós-agregação para a seleção de locais aptos, veja o Exercício 2-10.

Não apague qualquer imagem usada ou criada neste exercício. Elas serão usadas nos exercícios seguintes.

Respostas

1. Use *Metadata* no *IDRISI Explorer* para acessar o arquivo de documentação das imagens e veja os campos de unidades de valor (*Value units*). Os valores de *ROADDIST* estão em metros. Os valores de *TOWNDIST* estão em unidades de distância de custo chamadas *Grid Cell Equivalents* (GCE). Os valores de *SLOPES* estão em percentual. Eles não são diretamente comparáveis, isto é, não sabemos como um valor de 10 metros a partir das rodovias pode ser comparado com um valor de 4 graus de declividade.
2. A imagem categórica de uso do solo não representa uma variável espacialmente contínua. Entretanto, a aptidão relativa de cada tipo de uso do solo para o objetivo em questão poderia ser considerada contínua, variando de inapto a plenamente apto. Cada tipo de uso do solo na área de estudo poderia ser localizado neste *continuum* de aptidão.
3. Ambas estão em metros, então, em termos de distância, são comparáveis entre si. Entretanto, elas não podem ser mais comparáveis em termos de aptidão do que os fatores prévios discutidos. Por exemplo, uma distância de 100 metros a partir da água pode representar uma aptidão muito alta para este critério enquanto a mesma distância a partir de áreas já urbanizadas podem representar uma aptidão somente marginal neste critério.
4. Todas as imagens de critérios devem ter um valor 1 para que *MCEBOOL* tenha um valor 1. Na consulta a grupo, pode-se dizer quantos critérios foram satisfeitos ou falharam. A imagem agregada (*MCEBOOL*), entretanto, não carrega informação para distinguir entre *pixels* para os quais todos os critérios são inaptos e aqueles para os quais todos os critérios com exceção de um são aptos.
5. Toda a informação sobre o grau de aptidão dentro de área apta *Booleana* é perdida. Por isso, não existe informação para guiar a escolha de um conjunto final de áreas a partir de todas as áreas descritas como aptas. Análises adicionais devem ser realizadas.
6. Quase toda a imagem é mapeada como apta quando a agregação *Booleana* OR é usada. Pode-se pensar em várias formas de chegar a uma solução entre AND e OR. Por exemplo, seria possível requerer 4 critérios a serem satisfeitos. Isto poderia ser avaliado somando as imagens *Booleanas* e então reclassificando para manter aquelas áreas com o valor 4 ou maior. Entretanto, a natureza inflexível e arbitrária da padronização *Booleana* limita a flexibilidade e utilidade de qualquer abordagem usando estas imagens.