



3. AULA 3 – SELECÇÃO DE CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO

Durante esta sessão vamos realizar o seguinte conjunto de tarefas:

- associar informação de duas tabelas de dados diferentes (*join*);
- representar dados quantitativos, especialmente, através de escalas de cores;
- desenvolver e justificar uma proposta de sistema de distribuição;
- editar tabelas de dados: seleccionar objectos interactivamente, adicionar campos, preencher tabelas;
- produzir novos polígonos a partir de dados existentes, utilizando a função *dissolve*.
- criar anotações em mapas (layouts).



3.1. Para começar...

- 3.1.1. Iniciar o ArcGIS.
- 3.1.2. Desligar o MSN Messenger! ☺
- 3.1.3. Copiar o trabalho da aula anterior para o directório *D:\AUT\TurmaX\Codigo_Aluno*.
- 3.1.4. Criar um novo projecto *proj02.mxd*, a partir do ficheiro *proj01.mxd*. *Windows Explorer* → clicar com o botão direito sobre *proj01.mxd* → *copy* → *paste*. Isto vai poupar-nos algum tempo uma vez que não temos que definir todos os parâmetros do novo projecto novamente e alguns dos elementos gráficos do layout já estão definidos.
- 3.1.5. Abrir o projecto *proj02.mxd*. (*Start using ArcMap with: an existing map*)

3.2. Cálculo de áreas

- 3.2.1. Iniciar o ArcGIS.

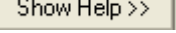
3.3. Representação da distribuição espacial dos clientes

- 3.3.1. Para apoiar as decisões sobre quantos centros de distribuição criar e onde os localizar, vamos utilizar o mapa da rede viária principal e a distribuição espacial dos clientes.
- 3.3.2. Antes de mais, vamos mudar o nome do mapa *Zonas_Industriais* para *Distribuição_Clientes* e apagar os mapas *Critérios_de_Selecção* e *Zonas_Seleccionadas*. Para eliminar mapas, clicar com o botão direito sobre o mapa respectivo, por exemplo,  **Layers** → *Remove*.
- 3.3.3. Adicionar  ao mapa *Distribuição_Clientes* os seguintes ficheiros:
 - *\outputs\ZI_xy_selec.shp*;
 - *\limites_administrativos\freguesias_GP.shp*;
 - *\uso_do_solo\clientes.mdb\Entregas_Mensais* (regressar ao menu *Display*);
 - *\outputs\buffer_nosCongest_1km.shp*.
- 3.3.4. Alterar a ordem e a representação gráfica dos ficheiros, de forma a que todos os dados fiquem visíveis (ver, por exemplo, o layout *2-Centros de Distribuição Propostos* em www.fe.up.pt/~pala).

- 3.3.5. A base de dados *clientes.mdb* contém o número de entregas mensais por freguesia. Para representar esses dados no mapa precisamos de associar (*join*) a tabela *entregas_mensais* ao layer *freguesias_GP*, através do código da freguesia¹⁰. *ArcToolbox*



→ *Data Management Tools* → *Joins* → *Add join*. Layer Name: **freguesias_GP**; Input join field¹¹: **DD_CC_FF**; Join table: **Entregas_Mensais**; Output join field: **FREG**.

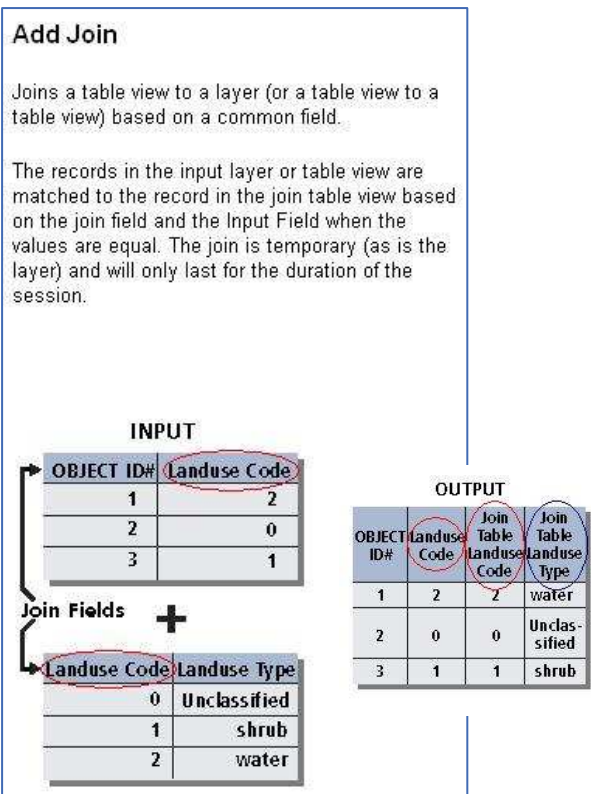
- 3.3.6. Carregando no botão  **Show Help >>**, da caixa de diálogo *add join* aparece a informação à direita, que permite identificar o significado dos diferentes campos escolhidos. Os campos input join field e output join field são utilizados para identificar a correspondência entre diferentes registos (cada linha é um registo) nas duas tabelas.

- 3.3.7. Abrindo a tabela de atributos do layer *freguesias_GP* (botão direito → *Open Attribute Table*), verificamos que foram adicionadas duas novas colunas à direita. Estas são as duas colunas da tabela *Entregas_Mensais*¹². Nesta operação, o ArcMap funciona exactamente da mesma maneira que um software tradicional de manipulação de bases de dados. Para cada registo na tabela *freguesias_GP*, ele procura todos os registos na tabela *Entregas_Mensais* com um identificador idêntico e copia os dados respectivos para a primeira tabela.

Add Join

Joins a table view to a layer (or a table view to a table view) based on a common field.

The records in the input layer or table view are matched to the record in the join table view based on the join field and the Input Field when the values are equal. The join is temporary (as is the layer) and will only last for the duration of the session.



INPUT	
OBJECT ID#	Landuse Code
1	2
2	0
3	1

Join Fields +

Landuse Code	Landuse Type
0	Unclassified
1	shrub
2	water

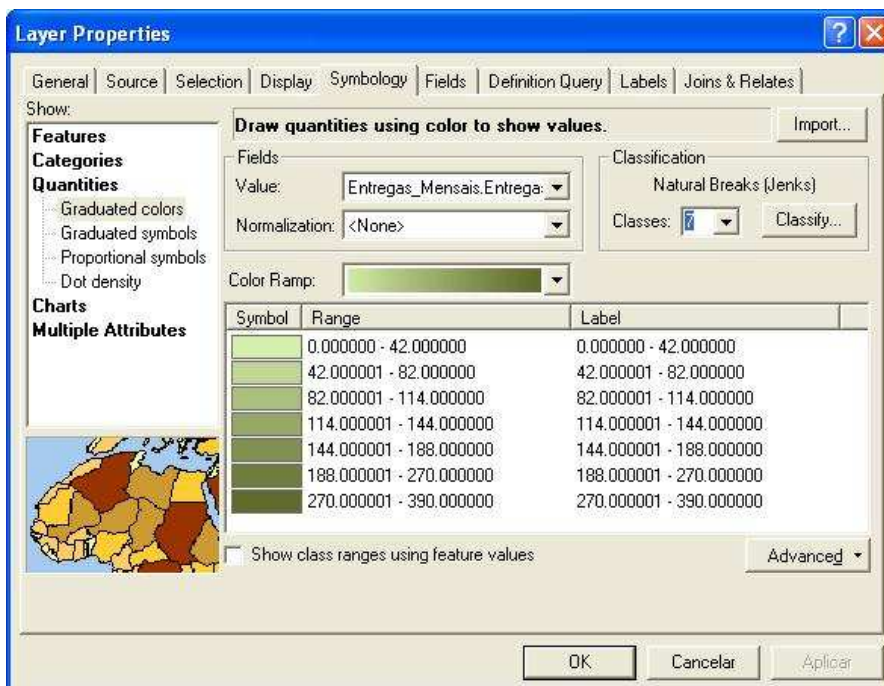
OUTPUT			
OBJECT ID#	Landuse Code	Join Table Landuse Code	Join Table Landuse Type
1	2	2	water
2	0	0	Unclassified
3	1	1	shrub

- 3.3.8. Vamos agora representar espacialmente o número de entregas mensais por freguesia, utilizando uma escala de cores. Clickar duas vezes em *freguesias_GP* → tab *Symbology* → *Quantities* → *Graduated Colors*. Fields, Value: **Entregas_mensais**.Entregas; Color Ramp: **Ver figura abaixo**. Classification: **Natural Breaks, 7** → *Ok*.

¹⁰ O Instituto Nacional de Estatística (INE) utiliza um sistema de codificação das unidades espaciais do território nacional com a seguinte estrutura: 2 dígitos para indicar o distrito, 2 dígitos para indicar o concelho, 2 dígitos para indicar a freguesia (daí o nome DD_CC_FF), 3 dígitos para indicar a secção estatística e 2 dígitos para indicar a subsecção estatística. A secção e subsecção estatísticas são unidades territoriais utilizadas nos Censos e correspondem, aproximadamente, em áreas urbanas, ao bairro e ao quarteirão.


¹¹ Esta operação adiciona a cada freguesia da tabela *freguesias_GP*, o número de entregas mensais correspondente, indicado na tabela *Entregas_mensais*. Para encontrar a freguesia da segunda tabela correspondente a cada freguesia da primeira tabela é necessário indicar os campos que contêm os códigos de freguesia em cada tabela. É para isso que servem as variáveis *input join field* e *output join field*.

¹² Esta função do ArcToolbox é na realidade um interface para implementação da função JOIN, utilizada na manipulação de base de dados utilizando a linguagem SQL. Da mesma forma, a função *Select by Attributes* é um interface para implementar a função SELECT, em SQL.



- 3.3.9. O mapa resultante permite-nos identificar rapidamente as freguesias com mais clientes, uma variável fundamental na decisão sobre a localização dos centros de distribuição. No entanto, as freguesias variam muito em área, o que distorce a nossa interpretação dos números. Por exemplo, a freguesia de Pedroso (Carvalhos, Gaia) parece ser aquela com o maior número de clientes mas é também aquela com a maior área. O ideal seria conhecer a densidade de clientes por unidade de área.

3.4. Cálculo de áreas

- 3.4.1. Para calcular a área dos polígonos correspondentes à layer *freguesias_GP*, é primeiro necessário adicionar um novo campo à sua tabela de atributos. Abrir a tabela de atributos desta layer (botão direito → *Open Attribute Table*) → Clickar em *Options* → *Add Field* → *Name: AREA; Type: Double* → *Ok*.
- 3.4.2. Carregar no botão *Editor* . Menu *Editor* → *Start Editing* → Escolher a pasta *\dados\limites_administrativos* → Clickar no botão.
- 3.4.3. Abrir a tabela de atributos da layer *freguesias_GP* e clickar com o botão direito sobre o cabeçalho do campo *AREA* → *Calculate geometry* → *Selecione Area* → *Selecione Square Kilometres*.¹³

3.5. Normalização dos clientes em função das áreas

- 3.5.1. Agora que tem as áreas calculadas, pode corrigir o número de clientes em função da área da freguesia: Tab *Symbology* → *Normalization: freguesias_GP.Area*.

¹³ A função *Calculate Geometry* é uma das inovações do ArcGIS 9.2. Em versões anteriores do software, o cálculo das áreas é um processo mais complicado, em que é preciso seguir os seguintes passos. Abrir a tabela de atributos da layer respectiva e clickar com o botão direito sobre o cabeçalho do campo *AREA* → *Calculate values* → *Seleccionar Advanced* → Escrever o seguinte texto na caixa de cima:

```
Dim dblArea as double
Dim pArea as IArea
Set pArea = [shape]
dblArea = pArea.area/1000000
```

Escrever *dblArea* na caixa de texto de baixo → *Ok*.



3.5.2. Para melhorar a representação gráfica, fazer desaparecer as estradas de nível 4. Clickar duas vezes sobre a layer *rede_viaria* → tab *Symbolology* → clicar duas vezes sobre “4” → *Options*: clicar sobre o botão *Color* → Escolher *No color*.

3.5.3. Para melhorar a representação, fazer desaparecer os contornos das freguesias. Clickar duas vezes sobre a layer *freguesias_GP* → tab *Symbolology* → clicar sobre o cabeçalho *Symbol* → *Properties for all symbols* → Clickar no botão *outline color* → Escolher *no color*.



Symbol	Range
	0.000000

3.6. Selecção dos centros de distribuição

3.6.1. Criar um novo mapa *Centros_Distribuição* a partir de *Distribuição_Clientes*. Clickar com o botão direito sobre *Distribuição_Clientes* → *Copy* → Clickar na área em branco na janela mais à esquerda → Menu *Edit* → *Paste* → Clickar sobre o nome do novo mapa e alterar o nome. Clickar com o botão direito sobre *Centros_Distribuição* → *Activate*.

3.6.2. Seleccionar os centros de distribuição e definir as respectivas áreas de influência. Pode ser boa ideia imprimir um mapa e trabalhar sobre o papel nesta fase.

3.6.3. Vamos agora criar um ficheiro a partir de *ZI_xy_selec* que contenha apenas a localização dos centros de distribuição seleccionados. Em primeiro lugar, vamos criar um novo campo na tabela de atributos que vamos utilizar para distinguir entre os centros de distribuição e as outras zonas industriais. Abrir a tabela de atributos desta layer (botão direito → *Open Attribute Table*) → Clickar em *Options* → *Add Field* → *Name: Selec*; *Type: Short Integer* → *Ok*.

3.6.4. A seguir vamos identificar os centros de distribuição. Carregar no botão *Editor* . Menu *Editor* → *Start Editing* → Escolher a pasta *\dados\outputs* → Clickar no botão  (*Edit features*).

3.6.5. Clickar, directamente no mapa, sobre os centróides das zonas industriais seleccionadas para centros de distribuição. Mantendo a tecla *shift* pressionada é possível fazer uma selecção múltipla. Na tabela de atributos de *ZI_xy_selec*, clicar com o botão direito sobre o cabeçalho do campo *Selec* → *Field Calculator* → Escrever *1* na caixa de texto inferior. Este processo atribui o valor *Selec=1* aos centros de distribuição e *Selec=0* às restantes zonas industriais → Menu *Editor* → *Save Edits* → *Stop Editing*.

3.6.6. Criar um novo ficheiro apenas com os centróides dos centros de distribuição. Menu *Selection* → *Select by Attributes* → Layer: **ZI_xy_selec** → Method: **create new selection** → SELECT: "**Selec**" =1. Clickar com o botão direito sobre a layer *ZI_xy_selec*, no mapa *Centros_distribuição* → *Data* → *Export* → Gravar o ficheiro na pasta *\Dados\Outputs* com o nome **centros_dist.shp**. Importar o novo ficheiro para o projecto.

3.6.7. Para identificar mais facilmente os centros de distribuição é boa ideia associar-lhes um nome e um código. Para isso, abrir a tabela de atributos de *centros_dist* → clicar no botão *Options* → *Add Field*. Acrescentar os dois campos seguintes à tabela:

- **ID**, tipo: *short integer* (identificador inteiro único);
- **Nome**, tipo: *text* (descrição da localização).

3.6.8. A seguir, é necessário preencher esses campos. Menu *Editor* → *Start Editing* → Escolher a pasta *\dados\outputs* → Clickar no botão  (*Edit features*). Abrir a tabela





de atributos de *centros_dist*. Preencher os dois novos campos com valores adequados. O nome pode ser, por exemplo, o nome da freguesia onde se localiza o centro.

3.6.9. Menu *Editor* → *Save Edits* → *Stop Editing*.

3.6.10. Representar os centros de distribuição com um símbolo diferente e tamanho maior do que as restantes zonas industriais. Tornar visível o nome dos centros de distribuição (tab *Labels* → Seleccionar *Label features in this layer* → *Label field: Nome* → aumentar o tamanho da letra).

3.7. Definição das áreas de influência

3.7.1. Abrir a tabela de atributos da layer *freguesias_GP* e acrescentar o campo **centro** – short integer (*Options* → *Add field*). Vamos colocar neste campo o valor correspondente ao **ID** do centro a partir do qual esta freguesia deve ser servida.

3.7.2. Vamos agora preencher o campo *centro*. Carregar no botão *Editor* . Menu *Editor* → *Start Editing* → Escolher a pasta *\dados\limites_administrativos* → Clicar no botão  (*Edit features*).


3.7.3. Seleccionar as freguesias associadas ao centro de distribuição com **ID=1**, mantendo a tecla *shift* pressionada. Abrir a tabela de atributos do tema *freguesias_GP* e clicar com o botão direito sobre o cabeçalho do campo *freguesias_GP.centro* → *Field calculator* → Escrever o valor **ID** do centro respectivo na caixa de texto → *Ok* → Fechar a tabela de atributos → Clicar num ponto qualquer do mapa fora do Grande Porto.

3.7.4. Repetir os passos do ponto anterior para todos os centros de distribuição, substituindo o valor de **ID** pelo do centro correspondente.

3.7.5. Fechar a tabela de atributos → Menu *Editor* → *Save Edits* → *Stop Editing*.

3.8. Representação espacial das áreas de influência

3.8.1. A cada freguesia está já associado um centro de distribuição. O que pretendemos agora é criar uma layer de polígonos que representem a área de influência dos centros de distribuição. Há várias formas de realizar essa tarefa. É possível, por exemplo, representar cada freguesia com a cor correspondente ao respectivo centro (tab *Symbology* → *Categories* → *Unique values* → *Add all values*) ou desenhar os polígonos manualmente numa nova layer. A abordagem que vamos utilizar baseia-se na função de cálculo espacial *Dissolve*. Esta função constrói um novo polígono cuja área é igual à *soma espacial*¹⁴ de todos os polígonos com um dado atributo em comum.






3.8.2. *ArcToolbox*  → *Data Management Tools* → *Generalization* → *Dissolve*. *Input features: freguesias_GP*; *Output feature class: \dados\outputs\areas_influencia.shp*; *Dissolve fields: centro* (ou *freguesias_GP.centro*); *Statistics fields: Entregas_mensais.Entregas (SUM), freguesias_GP.AREA (SUM)* → *Ok*. Importar o ficheiro para o mapa e subir a sua posição no mapa até ser visível.

3.8.3. Clicar duas vezes sobre *areas_influencia* → tab *Symbology* → *Features* → *Single Symbol* → Clicar sobre o ícone na janela *Symbol* → *Fill Color: no color* → Clicar no botão *Properties* → Clicar no botão *Outline* → Seleccionar um linha a tracejado → *Ok* → *Ok* → *Outline width: 2.00*. Deve agora ser possível ver a distribuição espacial dos

¹⁴ Por exemplo, a soma espacial de 2 quadrados idênticos e adjacentes segundo o eixo horizontal é igual a um rectângulo com uma largura igual ao dobro da aresta do quadrado e uma altura igual à aresta do quadrado.

clientes, os centros de distribuição escolhidos e os limites da área de influência de cada centro.

3.9. Anotação do layout

- 3.9.1. Em primeiro lugar, vamos produzir uma anotação sobre o mapa *Centros_Distribuição* para dar uma ideia da dimensão aproximada da área de influência de cada centro.
- 3.9.2. Clickar no botão  e escolher a opção draw line (ver figura à direita).
- 3.9.3. Desenhar linhas sobre o mapa, como no exemplo em www.fe.up.pt/~pala. Clickar duas vezes sobre cada linha → clickar no botão *change symbol* → escolher uma linha com setas nas duas extremidades.
- 3.9.4. Medir o comprimento de cada linha, utilizando a função *ruler* . Clickar sobre o botão  e seleccionar um ponto junto a cada linha para inserir o texto. Inserir o comprimento aproximado da linha respectiva.
- 3.9.5. Para terminar esta aula, vamos acrescentar ao layout alguns comentários para justificar a escolha dos centros de distribuição propostos. Em primeiro lugar, há que mudar para *layout view* .
- 3.9.6. Clickar sobre o botão  e seleccionar um ponto do layout para inserir o texto.
- 3.9.7. Escrever algum texto e pressionar a tecla *Enter*. Clickar duas vezes sobre a caixa de texto para editar o conteúdo. Produzir uma justificação da proposta apresentada, por exemplo baseada nos seus principais pontos fortes. O tipo de letra pode ser alterado através do botão *Change symbol*. É de notar que o ArcMap não permite formatar automaticamente o texto alterando as dimensões da caixa. Por essa razão, é necessário fazer uma estimativa aproximada da largura disponível na página e carregar na tecla *Enter* no final de cada linha.
- 3.9.8. Se restar algum tempo, podemos aproveitar para inserir as legendas, norte, escala e títulos dos mapas.



4. AULA 4 – ANÁLISE DOS CENTROS PROPOSTOS

Durante esta sessão vamos realizar o seguinte conjunto de tarefas:

- associar informação de duas tabelas de dados diferentes (*join*);
- representar dados quantitativos, espacialmente, através de gráficos de barras;
- criar gráficos de barras
- desenvolver e justificar uma proposta de sistema de distribuição;
- criar anotações em mapas (layouts).

4.1. Para começar...

- 4.1.1. Iniciar o ArcGIS.
- 4.1.2. Desligar o MSN Messenger! ☺
- 4.1.3. Copiar o trabalho da aula anterior para o directório *D:\AUT\TurmaX\Codigo_Aluno*.
- 4.1.4. Abrir o projecto *proj02.mxd*. (*Start using ArcMap with: an existing map*)

4.2. Manipulação de mapas

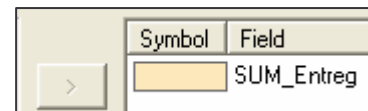
- 4.2.1. Criar um novo mapa *Entregas_mensais* a partir do mapa *Centros_Distribuição*.
- 4.2.2. Eliminar do mapa *Entregas_mensais* as layers *freguesias_GP* e *ZI_xy_selec*.
- 4.2.3. Representar a layer *areas_influencia* através de *unique values*.

4.3. Associação de tabelas (*join*)

- 4.3.1. Realizar uma associação de tabelas entre as layers *centros_dist* e *areas_influencia*, de forma a transferir o somatório das entregas mensais e da área de influência por centro de distribuição para a tabela *centros_dist* (ver ponto 3.3.5.).

4.4. Representação espacial de gráficos de barras

- 4.4.1. Representar o volume de entregas mensais por centro de distribuição através de um gráfico de barras.
Clickar duas vezes em *centros_dist* → tab *Symbolology*
→ *Charts: Bar/column* → *Field Selection:*
SUM_Entreg → *Ok*.

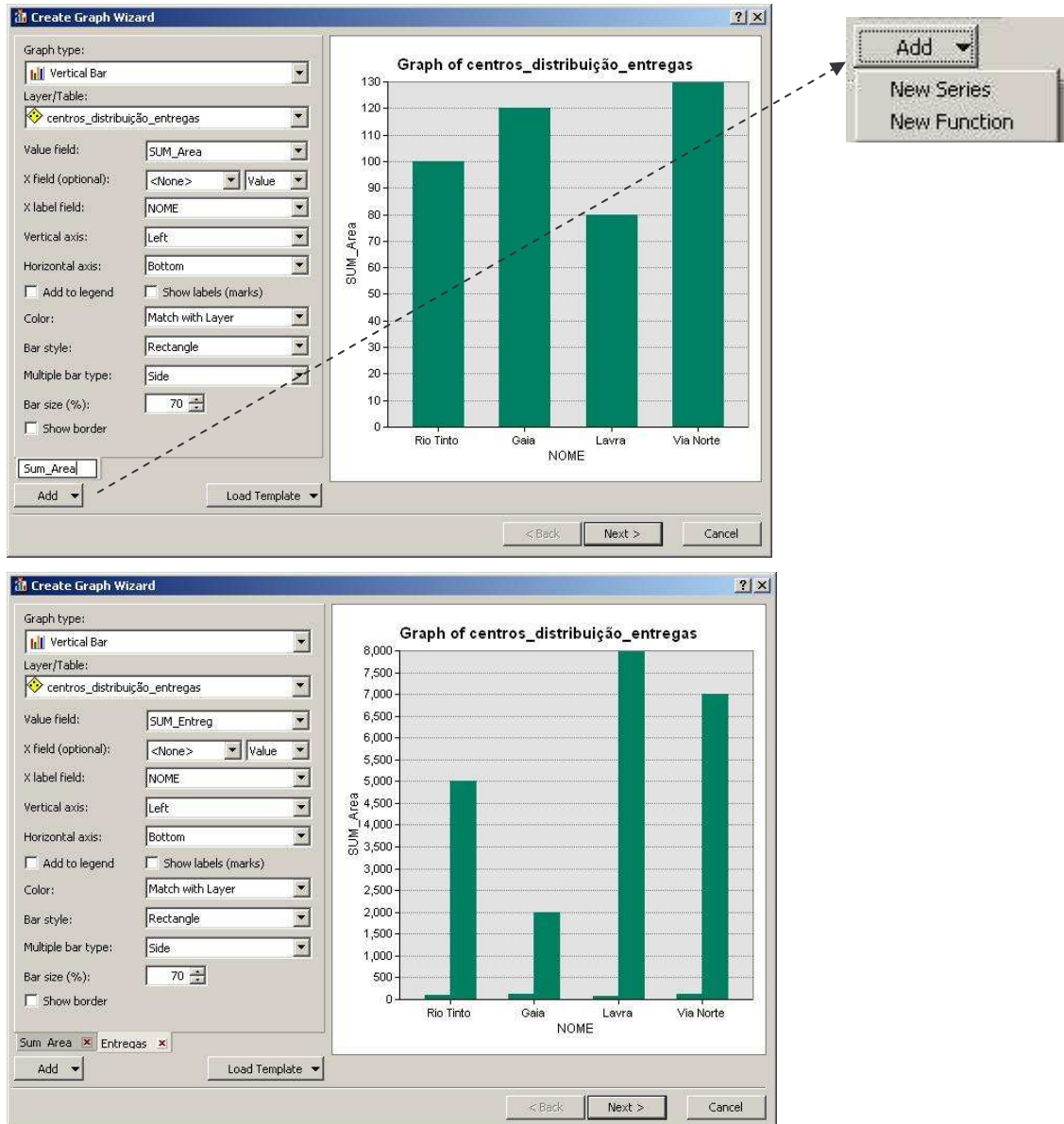


- 4.4.2. Criar um *label* com a variável *SUM_Entreg* (ver ponto 2.6.2.).

4.5. Criação de gráficos

- 4.5.1. Para completar a informação espacial produzida, vamos agora criar um gráfico de barras para comparar a área servida e o número de entregas mensais no conjunto dos centros de distribuição.

- 4.5.2. Menu *Tools* → *Graphs* → *Create* → *Graph type*: **Vertical bar**; *Layer/table*: **centros_dist**; *Value field*: **SUM_Area**; *X field*: **- / Value**; *X label field*: **NOME**.
- 4.5.3. Alterar o nome da série de dados para **Area** (ver canto inferior esquerdo da imagem abaixo).
- 4.5.4. Utilizar o botão *Add* para adicionar outra série de dados para a variável **SUM_Entreg** (ver ponto 4.5.2) → **Next**.



The top screenshot shows the 'Create Graph Wizard' dialog box with the following settings:

- Graph type: Vertical Bar
- Layer/Table: centros_distribuição_entregas
- Value field: SUM_Area
- X field (optional): <None> Value
- X label field: NOME
- Vertical axis: Left
- Horizontal axis: Bottom
- Color: Match with Layer
- Bar style: Rectangle
- Multiple bar type: Side
- Bar size (%): 70

The bar chart displays the following data:

Nome	SUM_Area
Rio Tinto	100
Gaia	120
Lavra	80
Via Norte	130

The bottom screenshot shows the 'Create Graph Wizard' dialog box with the following settings:

- Graph type: Vertical Bar
- Layer/Table: centros_distribuição_entregas
- Value field: SUM_Entreg
- X field (optional): <None> Value
- X label field: NOME
- Vertical axis: Left
- Horizontal axis: Bottom
- Color: Match with Layer
- Bar style: Rectangle
- Multiple bar type: Side
- Bar size (%): 70

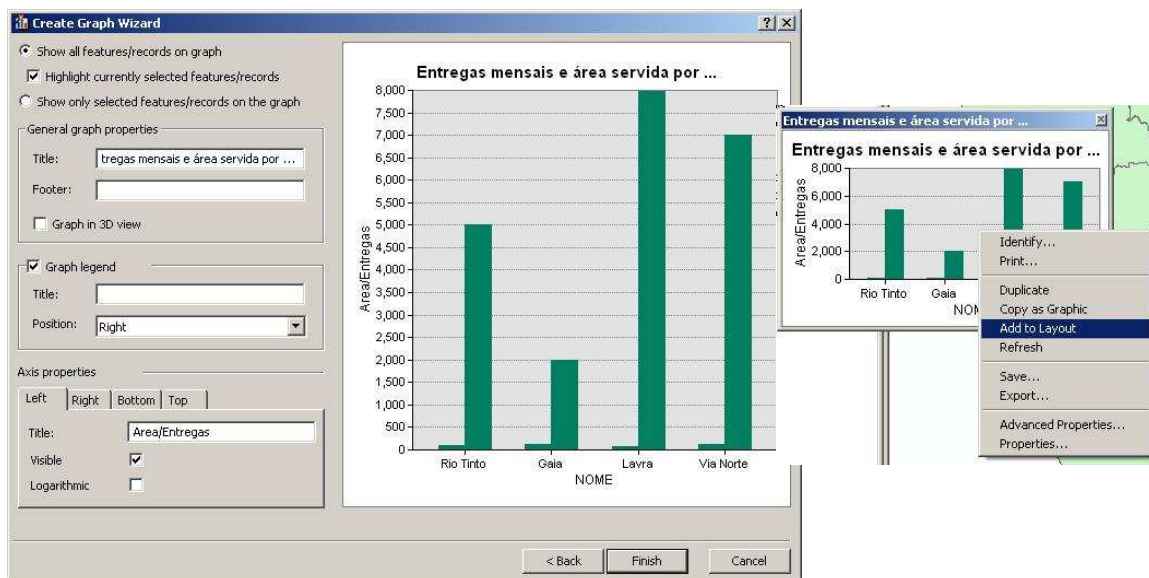
The bar chart displays the following data:

Nome	SUM_Entreg
Rio Tinto	5000
Gaia	2000
Lavra	8000
Via Norte	7000

A callout box points to the 'Add' button in the top screenshot, showing a context menu with the following options:

- Add
- New Series
- New Function

- 4.5.5. *General graph properties*: **Title: Entregas mensais e área servida por cada centro de distribuição**; *Axis properties*: Left: **Area (ha) / Entregas (por mês)** → **Finish**. O gráfico aparece agora numa janela própria.
- 4.5.6. Para adicionar o gráfico ao *layout*, clicar sobre ele com o botão direito e escolher a opção *Add to layout*. A opção *Advanced Properties* permite editar algumas características do gráfico como, por exemplo, o tipo de letra.



4.6. Justificação da proposta

- 4.6.1. Completar a justificação da proposta apresentada, tendo em conta todos os dados disponíveis. Alterar a proposta caso a análise o justifique.
- 4.6.2. Concluir o layout e gravar em formato pdf.