

Tecnologias de Informação Geográfica



ARCGIS 10

Ana Cristina Gonçalves, Adélia M. O. Sousa

Textos didácticos

2017

ÍNDICE

1. Conceitos gerais de Sistemas de Informação Geográfica1
2. Introdução ao ARCGIS 103
2.1 Inicialização do ArcGIS
2.2 Definição das extensões e barras de ferramentas5
2.3 Definição do ambiente de trabalho8
3. Visualização de dados geográficos 10
4. Construção de uma base de dados geográfica 12
4.1 Georreferenciação 12
4.2 Criação de ficheiros em formato vectorial 16
4.2.1 Digitalização de elementos gráficos (pontos, linhas e polígonos) 16
4.2.2. Construção de uma tabela de atributos 18
4.2.3. Edição de ficheiros em formato vectorial
4.3 Exercícios de aplicação 21
4.3.1 Exercício 1
4.3.2 Exercício 2
4.3.3 Exercício 3
5. Operações de análise a 3D e análise espacial 23
5.1 Modelo digital do terreno 23
5.2 Superfícies derivadas do modelo digital do terreno 25
5.3 Exercícios de aplicação
6 Operações espaciais
6.1 Reclassificação e álgebra de mapas 34
6.2 Geoprocessamento
6.3 Exercícios de aplicação
7 Modelação hidrográfica 41
8. Acesso a servidores remotos 52
9. Análise da produtividade 56
10. Layouts

1. Conceitos gerais de Sistemas de Informação Geográfica

As ciências geográficas só recentemente tiveram um grande desenvolvimento, não se restringindo simplesmente a uma ferramenta, a uma junção de conhecimentos de outras áreas, mas sendo também um domínio científico. As suas componentes fundamentais são a cartografia, posicionamento, sistemas de informação e computação gráfica (Matos, 2001).

A importância da modelação geográfica deve-se ao facto de a generalidade dos fenómenos ser georeferenciável, o que permite aplicações vastíssimas e diversificadas.

A representação cartográfica evoluiu por forma a facilitar o cruzamento de dados de variadíssimos domínios de forma precisa, na sua generalidade a representação do conhecimento especial.

Uma das definições actuais mais utilizada de um **Sistema de Informação Geográfica** (**SIG** ou *GIS* - *Geographic Information System*) é um sistema de *hardware*, software, informação espacial e procedimentos computacionais que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenómenos que nele ocorrem.

Neste texto apresentam-se os exercícios resolvidos com o *software* ARCGIS de forma a apoiar as aulas teórico práticas de Sistemas de Informação Geográfica.

2. Introdução ao ARCGIS 10

2.1 Inicialização do ArcGIS

Na abertura do programa surge por defeito uma janela "ArcMap – Getting Started" que permite abrir projectos existentes ou novos a partir de "Templates" existentes. Para criar um novo projecto deverá seleccionar-se "cancel" (Figura 1).

Alle Of Cantanta B x		Q AutMap - Getting Started	and the second second second		- Continue	· Catelog I
0051		Open existing map or make new may	running in templates		102125	++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
		Exercise Mass Events for events Events for events Events for events Events for events Events for transitions Events for transitions Events Events Events	Recent Q HARCO_FELOPONIA	Q Na.3Lum,300	ġ	Home - Decoment/Avc25 Home - Decoment/Avc25 Home - Decoment/Avc25 Home - Totlar Home - Totlar
		- Anthe Americano		Q		II Cip Database Connections III Cip Of Servery
	â	ChineryDeal Asher/Decaremit	n WillDibrinitigh	554	- 12	
		Da net ihrer the delay in the f	una.	000	Cent	Name Stades Stee Fabler

Figura 1 Janela ArcMap – Getting Started.

Antes de se criar um projecto no ArcGIS deverá efectuar-se a criação de uma pasta no disco do computador onde se organiza e guarda todo o trabalho.

Refira-se ainda que cada tema vectorial criado no ArcGIS é composto por sete ficheiros, com as seguintes extensões *dbf*, *prj*, *sbn*, *sbx*, *shx*, *dbf*, *shp*. No Catalog surge apenas o ficheiro com a extensão shp, no entanto os restantes ficheiros estão-lhe associados e a eliminação de um ou vários impede a sua posterior utilização.

No caso dos ficheiros matriciais são criadas duas pastas uma cujo **nome é atribuído pelo utilizador**, composta por vários ficheiros e outra gerada pelo sistema que tem o nome **info**. De sublinhar que estas duas pastas deve estar sempre associadas, dado que a eliminação da pasta info impede a utilização do tema matricial criado. Refira-se ainda que a pasta gerada pelo sistema tem sempre o mesmo nome (info), que pode estar associada a um ou a vários temas matriciais e ao projecto. No entanto, a pasta info de diferentes projectos em ArcGIS contém uma informação diferente, por isso quanto se trabalha em formato matricial há que ter o cuidado de criar, para cada conjunto de temas criados num projecto, uma pasta.

O ArcGIS tem dois menus principais à esquerda **Table of contents**, composta por uma ou várias "layers" onde se vão adicionar os temas; e à direita **Catalog**, que funciona como um explorador e em que se podem localizar as diferentes pastas que existem no disco e os ficheiros. Estes menus podem estar visíveis ou não, em qualquer zona do espaço de trabalho, embora seja recomendável estar localizados como se indica na Figura 1.

Caso estes menus não estejam visíveis podem associar-se ao projecto seleccionando o ícon que se apresentam na Figura 2.

selection Geoprocessing Customine Windows Help	Selection Geoprocessing Customize Window, Help
🛧 - 🚽 - 🛃 🖓 🖓 🖓 💭 🦫 🗤 💡 Layer	🚸 🗸 👘 💽 🐻 🖾 🐎 😵 👷 Layer
🗄 🗞 🗿 🖉 🖽 🟥 🍂 📩 🦕 🗍 Table Of Contents window yer:	回 🐂 🔘 🖉 📖 🛗 🦓 🔁 🛠 🔽 🖾 Cashog window 🕴 Layer:
五中×◎ ■四 寳夏 辺河州土才 ※◎草草夏 Geostatistical A	比中/文III図IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII
	-lo./m_:consumming

Figura 2 Activação dos menus Table of Contents e Catalog.

Os menus podem ser colocados em qualquer local do projecto embora seja mais prático que a Table of contents se localize à esquerda e o Catalog à direita. Podem ainda colocar-se estes menus em "autohide", de acordo com as preferências do utilizador. Para colocar estes menus no lado direito e esquerdo deverá clicar-se duas vezes na janela.

À esquerda pode-se associar-se à "Table of content" outro menu: **ArcToolbox** (Figura 3), que é composto por um conjunto de ferramentas de trabalho, que pode ser visualizado clicando na respectiva janela.

	Georeferencing • Layer:	
	AcCoolbor Altrodue Altrodue Altrodue Analysis Tools Analysis Tools Concerption Concerptio	x
eoprocessing Customize Windows Help - C III C C III C III C III C III C IIII C IIII C IIII C IIIII C IIIII C IIIII C IIIII C IIIII C IIIIII	0	

Figura 3 Activação da ArcToolBox no menu Table of contents.

Quando se criar um novo projecto surge no canto superior esquerdo a indicação de "untitled" (Figura 4).

FIR Edit	View	Bookmarks	Insert Selection	n Geoprocessing	Cust
CIS - S	A	L 商商×	10000-		

Figura 4 Criação de um novo projecto.

É possível trabalhar sem guardar o projecto, podendo-se guardar os ficheiros. No entanto, muitas vezes, estes são arquivados em pastas temporárias, que dificilmente permitem a sua posterior recuperação. Deste modo sugere-se e aconselha-se que se guarde o projecto numa pasta com nome e localização conhecida, procedendo do seguinte modo: **File/Save as**:

Surge uma nova janela "Save as", devendo seleccionar-se a pasta que foi anteriormente criada e atribuir um nome ao ficheiro. Os ficheiros correspondentes aos projectos ficam com a extensão ".mxd". Após a criação do projecto no canto superior esquerdo e no menu "Catalog" surge o nome do projecto. No projecto serão adicionados os ficheiros de entrada e os resultantes das operações efectuadas, permitindo deste modo organizar a informação.

Outro dos aspectos importantes é a definição das propriedades do projecto, que permite que o projecto e os ficheiros a ele associados possam ser transferidos para outros computadores, com todos os ficheiros associados ao projecto. Para tal deverão seguir-se as seguintes instruções (Figura 5):

File/Map Document properties/Pathnames: activar "Store relative pathnames to data sources".

A nova janela que surge permite ainda a colocação de um conjunto de informação, nomeadamente título, resumo, descrição, autor (Figura 5).





Figura 5 Definir as propriedades de um projecto.

Em relação ao nome das directorias, subdirectorias e ficheiros a título de segurança convém definir os nomes sem tiles ou acentos (Ex: ã, ô, é), sem cedilhas (Ex: ç), sem traços ou caracteres (Ex: -, %, &, /) sem espaços entre os caracteres, podendo usar-se o *underscore* (Ex: a_a). Devem-se também colocar os ficheiros de trabalho nas directorias de projecto pois extensões como o "Spatial Analyst" apresentam muitos erros se assim não se fizer.

2.2 Definição das extensões e barras de ferramentas

Podem colocar-se as extensões e barras de ferramentas na zona superior da área de trabalho através das instruções: Menu **Customize/Toolsbar** (Figura 6).



Figura 6 Costumização das barras de ferramentas.

Os utilizadores individuais do ArcGIS têm que activar as extensões para que possa trabalhar com as ferramentas nelas incluídas, procedendo do seguinte modo: na barra superior seleccionar **Costumize/Extensions**, activar **3D Analyst** e **Spatial Analyst** e **Close** (Figura 7).

		Extensions
		Select the extensions you want to use.
🖲 lintitled - ArcMan - Arcinfo		So Analyst AroScan Geostatistical Analyst Maplex Maplex Publisher Publisher Sobrematics Sobatal Analyst Tracking Analyst
File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing	Customize Windows Help	
	Toolbars +	
· • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	Extensions	Description:
3D Analyst ▼ Layer: Table Of Contents	Add-In Manager	3D Analyst 10.0 Copyright @1399-2010 ESRI Inc. All Rights Reserved Provides tools for surface modeling and 3D visualization.
See 🕘 😔 📮 🗄	Style Manager	
avers and a second seco	ArcMap Options	About Extensions Cose

Figura 7 Activação das extensões em ArcGIS 10.

As propriedades do projecto são definidas pelos seguintes passos sequenciais: View/Data Frame properties (Figura 8).

File Edit	Viet	W Bookmarks Insert Se	lection Ge	processing Customize Windows Help	
		Data View Layout View	K alf		M 🖑
Editor		Graphs		Georeferencing • Layer:	
Table Of		Corol Pare	- 4	۵ ۵	Catalo
A	H	Scroll bars			4.
Tool	0	Status par	-		Locatio
box	1 国る	Guides			
	2	Data Frame Properties			⊞ [
	0 = 4	Refresh F5 Pause Drawing F9 Pause Labeling			

Figura 8 Definição das propriedades do data frame.

Surge uma nova janela e na vista **General**, deve introduzir o nome da Layer (*Name*) e as unidades (*Map* e *Display*) (Figura 9).

	Annotation Groups	Extent Indicators	Frame	Size and Positio
General	Data Frame Co	ordinate System	Illumina	tion Grids
			_	
Name: (Layer	•)			
Description:				
Credits:				
Units	\sim			
Map: Unkno	own Units	~		
Display: Unkno	wn Units	~		
		Data View tab tor		
Tip: See Custo	mize > ArtMap Options >	ardinator in the status		
Tip: See Custo additional bar	mize > ArcMap Options > options for displaying co	ordinates in the status		
Tip: See Custo additional bar	mize > ArcMap Options : options for displaying co	ordinates in the status		
Tip: See Custo additional bar Reference Scale:	mize > ArcMap Options : options for displaying co <none></none>	ordinates in the status	~	
Tip: See Custo additional bar Reference Scale:	mize > ArcMap Options : options for displaying co <none></none>	ordinates in the status	~	
Tip: See Custo additional- bar Reference Scale: Rotation:	mize > ArcMap Options > options for displaying co <none> 0</none>	ordinates in the status	 ✓ 	
Tip: See Custo additional- bar Reference Scale: Rotation:	mize > ArcMap Options 3 options for displaying co <none> 0</none>	rdinates in the status	 Image: A state of the state of	

Figura 9 Definição do nome e unidades do data frame.

Na vista **Coordinate system** deve ser definido o sistema de Projecção de trabalho. O ArcGIS dispõe de um conjunto vasto de sistemas de coordenadas predefinidos, que permitem de modo simples associa-los aos temas. Deverá antes de se seleccionar o sistema de coordenadas ter a certeza que se está a escolher o correcto.

Exemplo: Sistema de projecção das cartas Militares (1:25000):

Select coordinate system/Predefined/Projected Coordinate Systems /National Grids/Europa/Lisboa Hayford Gauss IGeoE (Figura 10).

Feature Cache Annotation Groups Extent India General Data Frame Coordinate Syst	ators Frame Size and Position	
Current coordinate system:		
Unknown	Clear	
		Select a coordinate system:
di si	Transformations	Construction Construction Construction Construction Construction Construction Construction Construction Construction
	Modify	Projected Cooliniate Systems Control Control Cooliniate Systems Control County Systems County Systems County Systems
	Add To Favorites	
	Remove From Favorites	

Figura 10 Definição do sistema de coordenadas.

Pode ainda ter interesse ter duas ou mais layers, que se adicionam com **Insert/Data Frame.** Surge uma nova layer como o nome **New Data Frame**, que se deve formatar como o indicado anteriormente.

2.3 Definição do ambiente de trabalho

O ambiente de trabalho, ou seja a pasta onde vão ser gravados todos os ficheiros criados, deve ser criada antes de se iniciar o trabalho com os seguintes passos:

Visualizar e seleccionar ArcToolbox

Em qualquer parte da janela Toolbox clicar no botão do lado direito do rato e seleccionar **Environments...** (Figura 11).

Seleccionar Workspace e abrir o browser (Figura 12).



Figura 11 Localização da ferramenta de definição do ambiente de trabalho.

	Environment settings	1
^	Current Workspace	
	D:\Aulas\aula_georef	
	Scratch Workspace	
	D:\Aulas\aula_georef	

Figura 12 Definição do espaço de trabalho.

Procurar o caminho onde tem a pasta de trablho, clicando em **Connect to Folder**, que abre uma nova janela com o explorador do windows (Figura 13).

🛠 Environment Settings		X
Workspace Current Workspace Its and Settings/Cristnal Sorabt/ Workspace Its and Settings/Cristnal Voluput Coordinates Processing Extent XY Resolution and T H Values Z Values Geodatabase	Current Workspace	1
 Geodatabase Advan Fields Random Numbers 	Name: [:]Documents and Settings/Cristina/Wy Documents Add Show of type: All filters listed. Cancel	>
	OK Cancel << Hide Help Tool Help	

Figura 13 Selecção do caminho para o ficheiro onde se pretende trabalhar.

3. Visualização de dados geográficos

Os temas de entrada para um trabalho em ArcGIS devem guardar-se no disco numa pasta. São visíveis no Catalog (Figura 14), indicando na parte inferior da janela o tipo de tema (matricial ou vectorial).



Figura 14 Temas visíveis no Catalog.

Para adicionar os ficheiros ao projecto podem seguir-se três caminhos:

1 - seleccionar e arrastar o tema para a layer;

2 – seleccionar **Add data** abre uma nova janela, com um explorador permitindo seleccionar um ou vários ficheiros a adicionar ao projecto;

3 – seleccionar File/Add data/Add data e proceder como em 2.

A visualização dos temas efectua-se clicando no quadrado à esquerda do nome do tema. Com Ctrl pode-se visualizar todos os temas de uma layer (Figura 15, esquerda).

Numa layer a hierarquização dos temas não é casual. Aparecem em cima os temas vectoriais e em baixos os matriciais. Os temas vectoriais aparecem também hierarquizados em cima os temas de pontos, seguidos dos de linhas e dos de polígonos.



Figura 15 Visualização de um tema (esquerda) e da tabela de atributos (direita).

A um tema vectorial está associada uma tabela de atributos que contém um conjunto de informação associado a cada ponto, linha ou polígono. Como exemplo Figura 15 à direita, apresenta-se o mapa dos limites administrativos dos concelhos com a sua tabela de atributos onde está toda a informação associada a cada polígono.

Os temas matriciais, raster ou quadriculares podem ser de vários tipos, com ou sem tabela de atributos. Como exemplo na Figura 16 apresenta-se um ortofoto.



Figura 16 Exemplo de um ortofoto.

Nos temas vectoriais podem alterar-se as características de visualização do tema seleccionando-se e clicando com o botão direito do rato em **Properties**, aparece uma nova janela e seleciona-se **Symbology** e clicando no rectângulo que define a cor surge outra janela, **Symbol selector**, que permite escolher a cor, a espessura de linha, nos temas de pontos o tipo de ponto e o seu tamanho e nos temas de linhas o tipo de linha e o seu tamanho.

Na barra **Tools**, encontram-se uma série de ferramentas úteis nomeadamente:

Zoom in	Ð
Zoom out	0
Pan	Sw
Full extent	٢
Fixed zoom in	
Fixed zoom out	5.2
Back to previous extent	-
Go to next extent	٠
Select features	2
Clear selected features	
Select elements	k
Identify	1
Measure	** 10000

4. Construção de uma base de dados geográfica

4.1 Georreferenciação

Num SIG só faz sentido trabalhar com qualquer tipo de dados geográficos se tiverem o sistema de projecção correcto. A atribuição do sistema de projecção é designado por Georreferenciação.

Podem-se georeferenciar, imagens de mapas (obtidas através de qualquer *scanner*) de forma a poder vectorizar informação contida neste mapa analógico e transformar essa informação em formato digital, criando assim novas camadas de informação geográfica. No entanto, antes de realizar esta tarefa é necessário determinar previamente quais serão os seus pontos de controlo, ou seja, pontos que se identifiquem bem nos dados a georrefereciar e nos dados geográficos de referência (com sistema de coordenadas associado).

Imagine-se que se tem uma informação geográfica associada a vias de transporte, caso se tenha, no mapa a georeferenciar, as vias de transporte visíveis, com os seus cruzamentos, poderemos utilizá-los para georeferenciar a imagem obtida através do *scanner*. É importante conhecer no mínimo as coordenadas de 4 pontos antes do procedimento de georreferenciação. Estes pontos se possível devem estar distribuídos de forma a cobrir a maior parte da imagem, por exemplo um em cada canto e um ou vários no meio.

Para melhor se apreender a georreferenciação os passos sequenciais serão apresentados com o exemplo do exercício 1.

Exercício 1 - Georreferenciação de uma carta militar.

Activar a barra de ferramentas:

Georeferencing 🕶 Layer: mapa.JPG 🛛 🗸 🖓 🗸 💒 🖽

Neste exercício irá associar-se o sistema de coordenadas a parte de uma carta Militar no formato digital (formato: jpg, bmp, ...), de acordo com os seguintes passos:

a) Adicionar o ficheiro de imagem à layer (Mapa.jpg, Figura 17).



Figura 17 Temas Mapa e Mapa_p.

O ficheiro **Mapa.jpg** é o mapa que efectivamente se pretende corrigir e **Mapa_p.jpg** é o mesmo mapa mas com os pontos assinalados de onde se recolheram as coordenadas, e que vai funcionar como mapa auxiliar para facilitar a identificação dos pontos (indicados a vermelho).

Na Figura 18 estão apresentados os pontos com as coordenadas em shapefile. Com base no ficheiro shapefile dos Concelhos de Portugal podemos verificar que a carta é do Distrito de Évora, concelho de Mourão.



Figura 18 Pontos com as coordenadas em shapefile.

b) Definir pelo menos 4 pontos bem identificáveis na carta e na imagem a georreferenciar, neste caso a imagem a georreferenciar é a própria carta. Obter as coordenadas correspondentes aos pontos (Figura 19).



Figura 19 Tema com pontos de coordenadas conhecidas.

c) Construir um ficheiro no excel com as coordenadas (Figura 20).

	Α	В	С
1	Ponto	Х	Y
2	1	264930	150300
3	2	264160	154850
4	3	268038	153380
5	4	266125	152818
6	5	268123	150803
7			

Figura 20 Ficheiro de dados com as coordenadas dos pontos para georreferenciação.

d) Criar um ficheiro vectorial, Shapefile, com as coordenadas do ficheiro Excel, que pode ser obtido por dois caminhos:

i) No menu Catalog seleccionar o ficheiro Excel, na janela inferior surgem as várias folhas do ficheiro Excel. Seleccionar a que tem os dados e com o botão direito do rato **Create feature Class/From XY Table**. Surge uma janela, em que deverá seleccionar-se o campo das coordenadas X e adiciona-lo a X Field, e o das coordenadas Y e adicioná-lo ao Y Field, e indicar o nome do ficheiro e a pasta onde vai ser guardado em **Output/Specify output shapefile or feature class** (Figura 21).

1	^	Catalog	- # ×		Create Feature Class From XY Table	
		💠 • 🔿 🏠 🏠 🌐 • 🕴	* *	F	Input Fields	
		Location: III Folha1\$	~		X Field:	
		🗉 🚞 aula_georef	^		x	
		Aula_georref_isig	_		Y Field:	
					L.	
		🗷 🎟 364.JPG			y	ī
		Conc_1998.shp			Z Field:	
		Curv_niveLsnp			<none></none>	
		georef.shp				
		Georref.mxd			Coordinate System of Input Coordinates	
		mapa.JPG				
		 iiii iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii			Output	
		B p_calbr_352.xk			Specify output shapefile or feature class:	
		B p_calbr_mapa.	ds			
		Export			H:\Landsat8_2013\LC82040332013203LGN00_22ju	
From XY Tab	le	. Create Feature Class	;			
		Geocode Addresses			Configuration keyword:	
		Properties			DEFAULTS	
		🗉 🎆 mapa_p.JPG				
		🗉 🛄 orto.jpg			Advanced Geometry Options	
		 Im Ortofoto_cartaxo.) 	P9			

Figura 21 Criação de um tema vectorial a partir de um ficheiro com as coordenadas X e Y.

ii) File/Add data/Add XY data

Surge uma janela e com o explorador seleccionar o ficheiro e a folha que contém os dados e adiciona-lo no campo **Choose a table from the map por browser for another table**. Deverá então seleccionar-se o campo das coordenadas X e adiciona-lo a X Field, e o das coordenadas Y e adicioná-lo ao Y Field, e indicar o nome do ficheiro e a pasta onde vai ser guardado em **Output/Specify output shapefile or feature class**.

Em ambos os caminhos há que seleccionar o sistema de coordenadas clicando em **Coordenate System** of Input Coordinates, seguindo os passos descritos em 2.2.

O ficheiro shapefile, P_Calib.shp (formato vectorial em que o elemento é o ponto) é criado e surge automaticamente na janela do ArcCatalog e na dos Layers, como se pode observar na Figura 22. Dado que o ficheiro Mapa_p.shp não tem sistema de coordenadas atribuido vai localizar-se próximo das coordenadas (0,0), sendo difícil ver os dois temas, aparecem muitas vezes apenas dois pontos, correspondentes a cada um dos ficheiros.

Deve então visualizar-se o ficheiro P_Calib.shp, seleccionando-o e com a tecla direita do rato seleccionar **Zoom to layer** (Figura 22).

File Edit View	Bookmarks 2xeet Sele-	rtion Genoraciesing	Customize Windows melo		- 10 6
DISHALS	BBX DOIA.		MARRIED N. A. A.	0 11 11 • • 0 0- 0 • 0 / 0 ···	ACAD D.
Editor + 1 + 1%		X 1 B N B	30 Analyst - 2 A - 2 2 3 K - 9	Casafication - Laver : maps .PO	
			Georeferencing* Layer, maps .P	· · · · · · · · ·	
Table Of Conten	10	**			Catalog
2 20.05	3		•		*** * * * 0 II * 4
👔 u 💋 Layers	_				Location: 12 pt. colibi.shp
	Copy		1		in the Auto percent and
= C con)	X Remove				# ## 552.9%G
	Open Attribute Table		1		* # 252_pet/#
a R mai	Joins and Relates				# conc_1998.shp
- 3	2 Zoom To Layer		1		Carry, not app
	Zoom To Make Vhible		1		CC georef.shp
	Vable Scale Range				Ceoner Jud
= C mat	Use Symbol Levels		•		# E mapa_p.3%
	Selection				* # ofto.pg
2 3	Label Features		1		* St p.catr.mapa.xb
	Edit Features				B p_color_mapst.xl M fotball
	Convert Labels to Anno		1		III Foha25
	Convert Features to Gr	aphes			TO Folkals
	Convert Symbology to	Representation			10P_84A
	Owto				conothes
	Save As Layer Ne		1		E Cross sho
	Create Layer Package				# # mape_p.3%
	Properties				B Consister and
			- -		# 10 pt_maps_calb.x8
			•		W Contra hada contra 36
			e + 8		A

Figura 22 Ferramenta Zoom to Layer.

e) Na barra **Georeferencing**, seleccionar **Fit to display**, que sobrepõe, com alguns desvios o Mapa_p.jpg ao P_Calib.shp (Figura 23).



Figura 23 Ferramenta Fit to display.

f) Na barra **Georeferencing**, ajustar os pontos aos locais na imagem, seleccionando **Add Controll points**. Este comando permite associar o ponto na carta ao ponto correspondente do ficheiro P_Calib.shp.

Georeferencing - Layer: mapa_p.JPG	V Q • 🕂 🖽 💡
	Add Control Points

Nota: Na barra **Georeferencing**, no campo Layer tem de estar o ficheiro que se quer processar, neste caso a imagem da carta (e não a carta auxiliar, com os pontos indicados).

Para georreferenciar a carta deverá proceder do seguinte modo:

i) Fazer zoom in para visualizar o centro de um ponto em Mapa_p.jpg e clicar em **Add Controll points** e seguidamente nesse ponto.

ii) Fazer zoom out e visualizar o ponto correspondente em P_Calib.shp e clicar no ponto.Os dois pontos são associados e coincidentes na imagem.

iii) Repetir i) e ii) para os restantes pontos.

g) Deve verificar-se o erro associado.

Se na barra **Georeferencing**, se seleccionar **Link table** (Figura 24), surge uma nova janela em que consta a informação do par de pontos que foi associado, das coordenadas do ponto no ficheiro a georeferenciar (Mapa_p.jpg) e as coordenadas associadas ao sistema de georreferenciação (P_Calib.shp), assim como o valor do erro associado a cada ponto (residual).

Convém ainda analisar o erro total (*Total RMS Error*), que deve ser inferior a 0,5mm à escala da carta, o que à escala 1:25000 corresponde a 12,5m.

Caso algum ponto tenha um erro associado muito elevado poderá eliminá-lo e voltar a introduzi-lo.

File Edit View Books	marks Insert	Selection	Geoproces	sing Custor	mize I	Nindows	Help	
0000110	SXIOC	-			1. 8			3-
1 4 8 0 H H	**:(即-	-	0/0	- A -	AY 10	10.	30 Analy	yst •
Editor + + + / / /	41-※115	h. the	19181	8 22	177	-1-1-1	12.0	17-
Georeferencing . Layer	DR. q. squ		¥ 0	· / E.	1 2 6	自己应	四(日)	12
able Of Contents	7 X F			1	Link 1	Land Land		_
13 A A E					a prime i	soe.		

nk Table	-	the last 1	-	and the second	all a	8
Link:	X Source	Y Source	х Мар	т Мар	Residual	1
1 2 3 4 5	35.457084 945.859802 942.513266 486.423310 185.148664	-100.057254 -1075.545861 -466.736301 -587.059486 -1184.069462	264160.000000 268123.000000 268038.000000 266125.000000 264930.000000	154850.000000 150803.000000 153380.000000 152818.000000 150300.000000	1.74456 4.64920 9.48851 12.61214 6.26297	
•						
Auto Ac	tjust.	Transformation:	Ist Order Pol	mornial (Affine)		1
Total RMS I	Érror:	7.91257				
	-	Sec.	Destors Pr	on Cabier		

Figura 24 Análise do erro da georreferenciação.

h) Obter a nova carta georreferenciada: seleccionando em **Georeferencing** a opção **update Georeferencing**, criando um novo ficheiro com a extensão JGW, que deve estar sempre associado ao ficheiro Mapa_p.jpg.

i) Obter nova imagem já com as coordenadas correctas.

Na barra de opções **Georeferencing**, seleccionar a opção **Rectify** (Figura 25). Indicar as características da nova imagem, como o tamanho do píxel (na unidade de trabalho - metros), algoritmo de interpolação, pasta onde o novo ficheiro vai ser gravado, nome do ficheiro (ex. Mapa_rect.tif) e formato (TIFF).

	Update Georeferencing		
	Rectfy		
	Et To Display	ALL OF	24
	Flp or Rotate	· ANA	
	Transformation	·	THE .
~	Auto Adjust Update Display	AF	いた
	Delete Control Points Reset Transformation	-	in the

Save As					? 🔀	
Cell Size:		1				
NoData as						
Resample	Туре:	Nearest Neighbor (for discrete data)				
Output Loc	ation:	D:\/	ulas\151G_APais	agista\aulas\Aula_	3	
Name:	mapa_rect.tif		Format:	TIFF	~	
Compressi	ion Type: NONE	~	Compression Q (1-100):	uality		
			Save		Cancel	

Figura 25 Ferramenta Rectify.

4.2 Criação de ficheiros em formato vectorial

4.2.1 Digitalização de elementos gráficos (pontos, linhas e polígonos)

Com o ArcGis é possível proceder à digitalização de elementos gráficos, a partir de ficheiros de imagem, devendo seguir-se os seguintes passos:

a) Criar na janela Catalog um ficheiro novo: seleccionar a pasta onde ser quer criar o ficheiro e com tecla direita do rato **New/Shapefile**. Surge uma nova janela em que se deve definir o nome do ficheiro, o tipo (point, polygon ou polyline) e sistema de projecção (Figura 26).

		~	Catal	ba.		9
		-	4.			4 0 I III - 1 0
			-		-	
			Locat	ion:		aulas
			8 😭	H	ome	 Aulas\ISIG_APaisagista
					個	Copy
					18	Paste
					×	Delete
						Rename
					2	Refresh
2	Folder	-		2		New
	Ela Geodatabara				139	Rem Description
1	Parconal Condutabace					item Description
5	Control Detabase		1		p a	Properties
20	Spatial Database Conr	iect	on			
0	ArcGIS Server Connec	tion)			
9	Layer					
•	Group Layer					
	Shapefie					
	Turn Feature Class					
٩	Toobox					
	dBASE Table				1	
٩	Address Locator				t -	
۰	Composite Address Lo	cat	or			
	VMI Document				1	

Figura 26 Criação de um ficheiro vectorial.

Simultaneamente é construída uma tabela de atributos, onde se pode colocar todo o tipo de informação associada a cada elemento que se está a digitalizar.

b) Activar a barra de ferramentas Editor

|Editor+|トト|ノアロー米||国际中メ 2||回国||図

c) Seleccionar o ficheiro que se pretende editar seleccionando-o na janela dos layers.

d) Na barra de ferramentas **Editor**, seleccionar **Editor/Start editing** (Figura 27). Surge uma nova janela em que se deve seleccionar o ficheiro a editar e OK.

e) No Catalog aparece uma nova janela **Create Features**, onde na arte superior está o nome do ficheiro e seleccionando-o na parte inferior surge o tipo de elemento a digitalizar (no ex. são Linhas).

			Curvas nivel	
			Curvas nivel	
it	or	* X		
t	or- + h / Z r /II-	米国伊中大の国国国		
-	Start Editing			
Save Ed	dits			
Move				
Splt		1		
Construct Points.				
Copy Parallel				
Merge				
Buffer				
Union				
Clp				
Validate Features				E
Snapping	•		Construction Tools	
More Editing Tools	•		/ Line	
Editing Windows	•		Rectangle	
Options			O Circle	•
			and the second second second second second second	

Figura 27 Ferramenta Start Editing.

f) Vectorização de pontos

Seleccionar o tema na parte superior e o tipo de elemento (**Point**) na parte inferior da janela **Create Features**, e clicar no ponto do ficheiro de imagem que se pretende digitalizar. Na tabela de atributos é criada uma linha correspondendo ao ponto que deverá ser preenchida após a sua digitalização (Cfr. 4.2.2). O procedimento será repetido tantas vezes quantos os pontos a digitalizar.

g) Vectorização de linhas

Seleccionar o tema na parte superior e o tipo de elemento (**Line**) na parte inferior da janela **Create Features**, e desenhar a linha clicando em pontos sucessivos. Para terminar a linha deverá clicar duas vezes. Na tabela de atributos é criada uma linha que deverá ser preenchida após a digitalização da linha (Cfr. 4.2.2). O procedimento será repetido tantas vezes quantas as linhas a digitalizar.

Nota: sempre que existam bifurcações nas linhas deverá ser deixado um "nó", de modo a que as duas ou mais linhas se interceptem no nó.

h) Vectorização de polígonos

Seleccionar o tema na parte superior e o tipo de elemento (Polygon, Rectangle, Circle, Elipse), o mais frequente é seleccionar-se Polygon, na parte inferior da janela **Create Features**, e desenhar o polígono clicando em pontos sucessivos. Para terminar o polígono deverá clicar duas vezes. Na tabela de atributos é criada uma linha que deverá ser preenchida após a digitalização do polígono (Cfr. 4.2.2). O procedimento será repetido tantas vezes quantos os polígonos a digitalizar.

Nota: na digitalização de polígonos contíguos deverão seleccionar-se os nós do primeiro polígono para desenhar a fronteira contígua aos dois.

Na barra **Editor**, a ferramenta **Edit Vertices** permite editar os vértices e corrigir pequenos erros que se possam ter feito na digitalização, seleccionando o nó e arrastando-o para o local correcto.

4.2.2. Construção de uma tabela de atributos

A tabela de atributos (Figura 28) é construída automaticamente à medida que se digitaliza algum elemento gráfico, no entanto tem apenas os campos definidos por defeito, ou seja FID, Shape e Id. Para se associar mais informação devem ser adicionados mais campos.

Table Of Contents	# x		Table
2 2 0 0 0 0 0	\sim		🗄 • 📴 • 🖳 🔂 🖾 🦑 🗙
B D Layers B D pt_calb1	р Сору	-15	Curvas nivel FID Shape * Id • 0 Polytine 0 1 Polytine 0
B Ø conc_19	Remove Open Attribute Table	-	
mapa_JP RGB Red: Green: Rbue: mapa_p. RGB Red: Green: Bue: Bue:	Joins and Relates 2 Joins To Layer 2 Joins To Layer 2 Joins To Haver 2 Joins To Haver 2 Vable Scale Range Use Symbol Levels Selection Label Features Edit Features Edit Features	• •	
9 9	Convert Labels to Annotation Convert Features to Graphics Convert Symbology to Representation		(1 out of 2 Selected)

Figura 28 Tabela de atributos.

No presente exemplo, digitalização de curvas de nível, tem de se associar o valor da respectiva cota à linhas (curva de nível) que se está a digitalizar. O campo Id é editável, permitindo colocar o valor da cota, no entanto podem-se criar todos os campos que se pretenderem. Para criar novos campos teremos de parar o processo de edição EDITOR / Stop Editing.

Para a criação de um novo campo na tabela de atributos deve proceder-se do seguinte modo (Figura 29):

- Abrir a tabela de atributos

- Seleccionar **Table options / Add field**, surge uma nova janela em que se devem preencher os campos:

Name – nome da coluna

Type – tipo de variável

Short integer – número inteiro relativamente grande

Long integer – número inteiro muito grande

Float – número real, em que **precision** é o número máximo de dígitos que o número pode ter e **scale**, o número de dígitos corresspondentes ao número de casas decimais

Double - número real com precisão muito elevada

Text – permite adicionar descritores de texto

Date - permite adicionar descritores de data

Exemplo: Campo – Cota

8		×
Find & Replace		
Select By Attributes		×
Clear Selection		
Switch Selection		
Select All		
Add Field		
Turn All Fields On		
Show Field Alases		
Arrange Tables	•]
Restore Default Column Widths		
Restore Default Field Order		
Joins and Relates	•	
Related Tables	٠	
Create Graph		
Add Table to Layout		
Reload Cache		2 Selected)
Print		
	Find & Replace Select By Attributes Clear Selection Switch Selection Select Al Add Field Turn Al Fields On Show Field Alases Arrange Tables Restore Default Column Widths Restore Default Column Widths Restore Default Column Widths Restore Default Column Widths Create Graph Add Table to Layout Reload Cache Print	Find & Replace Find & Replace Clear Select By Attributes Clear Selection Switch Selection Select AI Add Field Turn AI Reds On Show Field Alases Arrange Tables Arrange Tables Restore Default Field Order Joins and Relates Related Tables Create Graph Add Table to Layout Reload Cache Print

Add Field		?	Х
Name:	Cota		
Туре:	Short Integer	*	
Field Proper	ies		
Precision	10		
			J
	OK Ca	incel	ן

Figura 29 Adição de um campo na tabela de atributos.

Com o novo campo na tabela de atributos, activar de novo o modo Edição **EDITOR/Start Editing.** Seleccionar o elemento ao qual se vai associar o valor de cota:

- para seleccionar o elemento gráfico ou na tabela de atributos seleccionar o registo (Figura 30).



Figura 30 Selecção de um elemento na tabela de atributos e inserção de um registo

Da mesma forma podem-se adicionar campos de texto, por exemplo atribuir nome a polígonos que delimitam unidades administrativas.

Podem ainda adicionar-se colunas à base de dados que permitam calcular por exemplo a área, o perímetro, a coordenada X, a coordenada Y, a coordenada do centróide de um polígono (x,y), a coordenada de fim ou do meio de uma linha. Estes cálculos podem ser efectuados seleccionando a coluna em que se pretende fazer o cálculo (toma a cor azul claro), com o botão direito do rato a opção **Calculate Geometry** e em **Property** a variável que se pretende calcular e em **Units** as unidades (Figura 31).



Figura 31 Cálculo de variáveis na tabela de atributos.



4.2.3. Edição de ficheiros em formato vectorial

Cada elemento gráfico é constituído por vértices, que são editáveis (Figura 32), com o botão do lado direito do rato, aquando da digitalização ou do elemento gráfico já digitalizado, e seleccionado permite apagar vértices, mover etc....



Figura 32 Edição de vértices em formato vectorial.

4.3 Exercícios de aplicação

4.3.1 Exercício 1

Efectue a georeferenciação e vectorização de elementos da carta militar nº 459 (ficheiro carta_Mitra_459.jpg).

a) Georreferencie a carta considerando as coordenadas dos seus 4 cantos, que o sistema de coordenadas é Lisboa_Hayford_Gauss_IGeoE e que as coordenadas (em m):

Canto inferior esquerdo - 200000,170000

Canto superior direito - 216000, 180000

b) Sobre a carta georeferenciada construa um polígono limite rectangular em formato vectorial (shape) com as seguintes coordenadas (em m);

Canto inferior esquerdo (205325, 175396);

Canto superior direito (209346, 177349).

c) Efectue os seguintes trabalhos de vectorização:

Temas referentes à entidade altimetria (pontos cotados e curvas de nível);

Tema(s) referente(s) à entidade água (linhas de água, linhas de festo e albufeiras);

Tema(s) referente(s) à entidade vias (caminhos rurais, estradas);

Tema referente a áreas sociais;

Tema referente à toponímia do local.

4.3.2 Exercício 2

Efectue a georeferenciação e vectorização de elementos da carta militar nº 438 (438_3.tif).

a) Georreferencie, a carta no sistema de coordenadas é Lisboa_Hayford_Gauss_IGeoE, a partir de 5 pontos, considerando as coordenadas dos seguintes pontos (em m):

Ponto inferior esquerdo – 216537,195292

Ponto superior direito - 222537,199292

Ponto central – 219537,197292

b) Efectue os seguintes trabalhos de vectorização:

Temas referentes à entidade altimetria (pontos cotados e curvas de nível);

Tema(s) referente(s) à entidade água (linhas de água, linhas de festo e albufeiras);

Tema(s) referente(s) à entidade vias (caminhos rurais, estradas);

Tema referente a áreas sociais;

Tema referente à toponímia do local.

4.3.3 Exercício 3

Efectue a georeferenciação e vectorização de elementos da carta do exercício 3 (Ex_3.tif).

a) Georreferencie, a carta no sistema de coordenadas é Lisboa_Hayford_Gauss_IGeoE, a partir de 4 pontos, que definem um rectângulo considerando que a coordenada do ponto inferior esquerdo é (216533, 195292), que o ponto inferior direito dista do inferior esquerdo 6 km e o superior esquerdo dista do inferior esquerdo 4 km.

b) Efectue os seguintes trabalhos de vectorização:

Temas referentes à entidade altimetria (pontos cotados e curvas de nível);

Tema(s) referente(s) à entidade água (linhas de água, linhas de festo e albufeiras);

Tema(s) referente(s) à entidade vias (caminhos rurais, estradas);

Tema referente a áreas sociais;

Tema referente à toponímia do local.

5. Operações de análise a 3D e análise espacial

Para a criação do Modelo Digital do Terreno, MDT, e superfícies derivadas é necessário activar as barras de ferramentas: **3D Analyst** e **Spatial Analyst**.

5.1 Modelo digital do terreno

Considere-se o exemplo em que para uma determinada zona se têm os temas pontos cotados (pontcota.shp), curvas de nível (curnivel.shp), linhas de água (linhash2o.shp), vias de comunicação (viascom.shp), limite (limite.shp) e povoações (povoacoes.shp). Para elaborar o modelo digital do terreno deve (Figura 33):

1) criar-se um projecto e adicionar os temas à layer (Cfr. 2);

2) no ArcToolbox seleccionar **3D Analyst Tools/TIN Management/Create TIN**, surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Output TIN – nome do ficheiro;

Input Feature Class – adicionar os ficheiros e seleccionar no campo **height field** a coluna da tabela de atributos de cada tema que tem dados de cotas, ou caso não exista seleccionar <none>; e no campo **SF_type** a característica da superfície, que neste exemplo:

Tema	height field	SF_type
pontos cotados	ID	masspoint
curvas de nível	ID	softline
linhas de água	<none></none>	hardline
vias de comunicação	<none></none>	softline ou hardline
Limite*	<none></none>	hardclip

* polígono que delimita a área de estudo

Nota: o termo TIN (*triangulated* irregular network) representa o algoritmo de interpolação de cotas mais utilizado.



Output TIN					Input Feature Class
C/PROJECTOS/PROJHP	124			10	(optional)
Spatial Reference (option	4)			-	Allower Summerson
				2	Add references to one or
Input Peakure Class (spite	(kn				more feature classes that
				•	For each feature class
a Kanada dan	handra Balar	28 Aug	and date		you'll need to set propertie
N_TERLY COM	reduction	ar 2004	100,000	100	that indicate how it's used
pentosta	D	massports	<04046>	×	to define the surface.
WPMP20	CNEWS	hardine	00985	1000	and the second second
viuscon .	chone >	to the	(Toole)	- 1	in Feature class
(inte	(Table)	auffrite.	states	500	input feature class name to
					be used to construct the TIN
x				29.	and the second second second
Constrained Delaursey	(pptonal)				Height Field (height_field) Theheight_field supplying heights for the features. If

Figura 33 Criação de um TIN.



Pressionar OK e surge na layer um novo tema vectorial, o TIN (Figura 34).

Figura 34 Modelo digital do Terreno no formato TIN com a sua legenda.

4) Para o cálculo do modelo digital do terreno no ArcToolbox seleccionar **3D Analyst Tools/Conversion/From TIN/TIN to Raster**, surge uma nova janela, em que se preenchem os campos (Figura 35):

Input TIN – o TIN criado em 3);

Output Raster – nome do ficheiro a gerar

Output Data Type - Float

Method – Linear

Sampling Distance – CELLSIZE X, sendo x a dimensão da célula, que dependente a precisão que se pretende obter, neste exemplo 5 m.



Figura 35 Conversão de um TIN em raster.

É criado um novo tema matricial (Figura 36).



Figura 36 Modelo digital do Terreno em formato raster /grelha/quadricular (área da célula 25m²).

5.2 Superfícies derivadas do modelo digital do terreno

Nas superfícies derivadas do modelo digital do terreno podem considerar-se as curvas de nível (**Contour**) o declive (**Slope**), a orientação de encostas (**Aspect**), o ensombramento (insulação) de encostas (**Hilldshade**), a bacia de Visão (**Viewshade**) e a distância (**Distance**).

Nota: Antes de iniciar qualquer destes procedimentos deverá verificar se a área de trabalho está definida com o tema limite (delimita a área de estudo, as operações que se fizer restringem-se apenas à área indicada), clicando na tecla direita do rato **Environments/Processing Extent/Extent** seleccionando depois o tema limite.

Para gerar um tema de curvas de nível deve (Figura 37):

1) seleccionar o tema modelo digital do terreno (formato grid)

2) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Surface/Contour**, surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Input raster – adicionar o tema do modelo digital do terreno

Output polyline features – dar nome a ficheiro a gerar

Contour interval – equidistância natural das curvas de nível, por exemplo 1 m

Base contour – valor base das cotas, ou seja o menor valor de cota. Por defeito aparece 0, mas se as cotas variarem entre 180 m e 500 m, pode optar-se por colocar 180.

Pie Edit Yes Sector Sector <th< th=""><th></th></th<>	
Editor Image: State of Contents Image: State of Contents Image: State of Contents Image: State of Content Image: S	0.810
Table Of Continue Contour Image: Second controls Sput raiser Image: Second contraiser Sput raiser	
Department Department Port Port	
	10

Figura 37 Janela para o cálculo das curvas de nivel (Contour).

É gerado um novo tema vectorial com as curvas de nível (Figura 38).



Figura 38 Modelo digital do terreno e curvas de nível.

Para gerar um tema de declives deve:

1) seleccionar-se o tema modelo digital do terreno (formato grid)

2) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Surface/Slope**, surge nova janela, em que se preenchem os campos (Figura 39):

Input raster – adicionar o tema do modelo digital do terreno

Output polyline features – dar nome a ficheiro a gerar

Output measurement – seleccionar o cálculo em percentagem (**PERCENT_RISE**) ou graus (**DEGREE**)



Figura 39 Janela para o cálculo do declive (Slope).

É gerado um novo tema matricial (Figura 40), com a mesma dimensão de célula do modelo digital do terreno.



Figura 40 Tema declive.

Para gerar um tema de orientação das encostas deve (Figura 41):

1) seleccionar-se o tema modelo digital do terreno (formato grid)

2) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Surface/Aspect**, surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Input raster – adicionar o tema do modelo digital do terreno

Output polyline features – dar nome a ficheiro a gerar



Figura 41 Janela para o cálculo das orientações (Aspect).

É gerado um novo tema matricial (Figura 42), com a mesma dimensão de célula do modelo digital do terreno.



Figura 42 Tema orientação de encostas.

O tema orientação das encostas (Figura 43) é apresentando com uma legenda em nove classes, Flat com valor -1, para células planas, ou seja células com atributo 0°, e as restantes em função dos pontos cardeais:



Figura 43 Intervalos de definição da orientação das encostas por pontos cardeais.

No entanto para além da orientação exacta de cada ponto cardeal, há um intervalo de 22,5º para cada lado do respectivo ponto cardeal, como está indicado na tabela seguinte.

Ponto cardeal	Valor
North	0 - 22,5; 337,5 - 360
Northeast	22,5 - 67,5
East	67,5 - 112,5
Southeast	112,5 - 157,5
South	157,5 - 202,5
Southwest	202,5 – 247,5
West	247,5 - 292,5
Northwest	292,5 - 337,5

O ensombramento das encostas permite estimar as encostas ao sol ou à sombra a uma determinada hora, ou seja com o sol com determinado azimute e altitude (Figura 41). Para gerar um tema de ensombramento das encostas (Figura 44) deve:

1) seleccionar o tema modelo digital do terreno (formato grid)

2) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Surface/Hillshade**, surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Input raster – adicionar o tema do modelo digital do terreno

Output raster – dar nome a ficheiro a gerar

Azimuth – seleccionar um valor entre 0 a 360° , por exemplo 180°

Altitude – seleccionar um valor entre 0 a 90°, por exemplo 45°

Model shadows – Activo – são considerados os locais com ângulos de iluminação e de sombra Desactivo – só são considerados os locais com ângulos de iluminação

File Edit View Bookmark	s Insert Selection Geoprocessing Customize Windows H	**. 	111 + + 8- 0 + 0 / 8 1 A 63	
Table Of Contents	NHIShade			۲
AND A POTOCOS CONTRACTOR A CONTRACTOR A VASCOM A VAS	Inger maker MOT Output raster Dr./Letais255LPesagetar/dates_MOT(relisinas Azmutaris255LPesagetar/dates_MOT(relisinas Azmutaris255LPesagetar/dates_MOT(relisinas) Azmutaris256(optional) Z facture (optional) Z facture (optional)	× 2 315 45	Model shadows (optional) Type of shaded relief to be generated. Unchecked—The output raster only considers local illumination angles; the effects of shadows are not considered. The output values can range from 0 to 255, with 0 representing the darkets tareas, and 255 the brightest.	Convectors C
	OK Canoel Environment	ts) << Hide Help	The output values range from 0 to 8.000 to 0.000 to 0.000 to 0.000 to 0.000 to 255, with 0 representing the shadow areas, and 255 the brightest.	Ave Servers Ave Connections ervers

Figura 44 Janela para o cálculo das zonas de ensombramento (Hillshade).

É gerado um novo tema matricial (Figura 45), com a mesma dimensão de célula do modelo digital do terreno.



Figura 45 Tema de ensombramento

A bacia de visão permite obter a área visível a partir de um ponto. Para gerar um tema de bacia de visão das encostas deve:

1) seleccionar o tema modelo digital do terreno (formato grid)

2) Criar um novo layer com um ponto que represente o local de observação para o cálculo da área de visão (Cfr. 4.2). No exemplo seguinte o ponto de observação é colocado na região mais alta da área de estudo (Figura 46).

3) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Surface/Viewshed**, surge nova janela, em que se preenchem os campos (Figura 47):

Input raster - adicionar o tema do modelo digital do terreno

Input point or polyline observed features – shapefile com o ponto de observação Output raster – dar nome a ficheiro a gerar



Figura 46 Definição do ponto de observação para cálculo da bacia de visão.

🔾 HDT.mxd - ArcMap -	Arcinfo			_ 8 🛛
File Edit View Bookman	ks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows	HD	111 + + = - = + 0 / = 11 A /	4 0 0 .
Editor + 1 + 1 / 7 /	N Nh-drX of R R 10 Model	INA SARAH	Conferences Lawer MDT	Q · 2 Ⅲ.
Table Of Contents	1 Viewshed			× • •
All and a second	Papid nation (NOT Papid part of polytime observer features (NOT) Papid part of Papid polytime (D-V-ulue SISE_VFAreagetary databas_NOT)/New-the 2.5thotic (optimal) Use auth constance connections (optimus) Refreschilty coefficient (optimal) OK Cencel Enverse	 id i	Input point or polyline observer features The feature class that identifies the observer locations. The input can be point or polyline features.	Anne - Siz, JAna Anne - Siz, JAna Ann
		2		

Figura 47 Janela para o cálculo da bacia de visão a partir de um ponto de observação (Viewshed).

Obtém-se a área de visão a partir do local indicado (Figura 48).



Figura 48 Tema da bacia de visão a partir de um ponto de observação.

Todos estes temas podem também ser criados, respectivamente em:

Declive – **3D Analyst Tools/raster Surface/Slope** Orientação – **3D Analyst Tools/raster Surface/Aspect** Ensombramento das encostas – **3D Analyst Tools/raster Surface/Hillshade** Bacia de visão – **3D Analyst Tools/raster Surface/Viewshed**

Para calcular a distância a partir de um elemento (Figura 49), neste exemplo – distância às linhas e água:

1) seleccionar o tema que representa as linhas de água (linhash2o.shp)

2) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Distance/Euclidean Distance**, surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Input raster or feature source data – adicionar o tema em que se pretende calcular a distância, por exemplo linhas de água ou vias de comunicação,

Output distance raster - dar nome a ficheiro a gerar,

Output cell size – CELLSIZE X, sendo x a dimensão da célula, que dependente a precisão que se pretende obter, neste exemplo 5 m.

Nota: o tamanho da célula ou píxel num projecto deve ser sempre o mesmo.

C	HDT.mod - ArcMap - Arcinfo		6X
1	le Edit View Bookmarks Insert	Selection Geoprocessing Customize Windows Help	
1	D 🛃 🗟 🕹 % 🗷 🖄 🗠 👘 🗠 👌	- 13000 - K - K - K - K - K - K - K - K - K	
ī.	Editor • [• [•] Z Z Z • (8) [S]]	中アクロンド、30 Analyst・第三本の上記名 内・G 🌚 Georeferencing・Layer: Viewshe 1 🔍 🤉	2 m .
z	Table Of Contents # ×	Euclidean Distance	0 ×
Results MrcToolbox	Porto_Visio PortoPortoPorto PortoPortoPortoPortoPortoPortoPortoP	Supplication Image: Supplication Supplication Image: Supplication Output cell size of which the output raster Output cell size (optional) Maximum distance (optional) Output cell size (optional) If the source is raster, the output source data is a raster or a feature, as follows: If the source is raster, the output of the source, is raster, the output of the source, is called reference, divided by 250.	starDados Pg
	90.62284242 - 120.83	OK Cancel Environments << Hide Help Tool Help	
	120.8304566 - 151.03		
	<		>
		203009.05.170598.522 Meters	

Figura 49 Janela para o cálculo da distância até ao limite da área de trabalho (Distance/Euclidean Distance).

Obtém-se o tema distância às linhas de água (Figura 50). Da mesma forma pode gerar-se o tema distância às estradas (Figura 51) a partir do tema estradas (viascom.shp).



Figura 50 Tema das distâncias às linhas de água até ao limite da área em estudo.



Figura 51 Tema das distâncias às estradas (distância calculada para cada célula par um limite de 100m).

5.3 Exercícios de aplicação

Efectue os seguintes temas:

1 – TIN da altimetria (nome: TIN)

2 – MDT em formato quadricular, com resolução de 5 m (nome: MDT5), com resolução de 10 m (nome: MDT10) e com resolução de 25 m (nome: MDT25).

3 – Tema declive, com resolução de 5 m (nome: DEC5), com resolução de 10 m (nome: DEC10) e com resolução de 25 m (nome: DEC25).

4 – Tema orientação de encostas, com resolução de 5 m (nome: ASPECT5), com resolução de 10 m (nome: ASPECT10) e com resolução de 25 m (nome: ASPECT25).

5 – Tema ensombramento de encostas, com resolução de 5 m (nome: HILLSHADE5), com resolução de 10 m (nome: HILLSHADE10) e com resolução de 25 m (nome: HILLSHADE25).

6 – Tema bacia de visão, com resolução de 5 m (nome: VIEWSHED5), com resolução de 10 m (nome: VIEWSHED 10) e com resolução de 25 m (nome: VIEWSHED 25).

7 – Tema distância, com resolução de 5 m (nome:DIST5), com resolução de 10 m (nome:DIST10) e com resolução de 25 m (nome:DIST25)

Indique as diferenças que existem em função da resolução usada.

Utilize os ficheiros da pasta (sistema de coordenadas Lisboa_Hayford_Gauss_IGeoE):

a) TIN_derivadas_A.

b) TIN_derivadas_B.

c) TIN_derivadas_C.

6 Operações espaciais

6.1 Reclassificação e álgebra de mapas

Os temas matriciais são frequentemente funções contínuas de difícil interpretação, em que nas propriedades de visualização se apresenta por defeito **Streched** (Layer Properties/Symbology). Por isso, muitas vezes se opta por visualizar estes temas com os valores agrupados em classes, **Classified** (Layer Properties/Symbology). Esta forma de representação não é uma reclassificação, mas antes uma visualização em classes.

A reclassificação de temas matriciais implica que os valores de uma dada variável sejam distribuídos em grupos e os píxeis com valores em cada classe, pela operação de reclassificação tomem um novo valor, perdendo-se a informação anterior, e dando origem a um tema com várias classes discretas.

Os temas podem ser reclassificados seleccionando **Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify** (Figura 52), surge nova janela, selecciona-se **Classify** e na janela que aparece, selecciona-se o número de classes (**Classes**) e em **Break values** colocam-se os limites superiores da cada classe (Figura 53). *Nota*: para alterar o valor no campo Classes é necessário que o **Method** seleccionado não seja o **Manual**.

Após a definição das classes, os valores surgem na janela **Reclassify**, em que nos **Old values** se encontram os limites das classes e em **New values** os novos valores que vão ser atribuídos a cada píxel. O tema resultante surge após se pressionar OK (não esquecer de colocar o nome do ficheiro em **Output raster**). A informação contínua do tema de entrada desaparece, apresentando o novo tema apenas os valores resultantes da coluna New values (que facilmente se observa na tabela de atributos). Refira-se que se deverá ter em atenção a conversão dos valores das classes para os novos valores. Pode ainda no tema resultante da reclassificação adicionar-se uma coluna de texto com os intervalos das classes (Old values).

028835555000 biter + 5.2720 - 100	13000 · 20 0 0 0 0 - 17, 4 4 7 0	00.	中部・日本の「日二番台本日前 Georefermong-Layer: Versite_1	· ····
Table Of Contents	Exclamity Dept rates		Reclass field	
s □ valcom s −1 ≥ s □ intesh2o	MOT : Recless field	-	Field denoting the values that will be reclassified	igata (Dado
<pre></pre>	Cole values New Values 10 175 (2424/2) 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 177 (2424/2) 1 178 (2410/2) 1 179 (2424/2) 1 179 (2411/2) 1 179 (2411/2) 1 179 (2411/2) 1 179 (2411/2) 1 179 (2411/2) 1 179 (2411/2) 1 179 (2411/2) 1 <	<u>a</u>		ors

Figura 52 Ferramenta Recclassify.



Figura 53 Definição das classes (no presente exemplo: 6 classes com intervalos iguais).

Cartas boolianas apresentam duas classes, uma em que é satisfeita a condição (em que se atribui o valor 1) e outra em que não verifica a condição (em que se atribui o valor 0). A classificação de temas matriciais em temas de duas classes permite efectuar um conjunto de operações de álgebra de mapas, de forma simples, identificando as áreas que satisfazem um conjunto de condições a partir, por exemplo de operações de adição, subtracção ou multiplicação de diferentes temas.

As operações de álgebra de mapas podem ser efectuadas seleccionando **Spatial Analyst Tools/Map Algebra/Raster calculator** (Figura 54), surge uma nova janela que permite efectuar operações algébricas com os temas matriciais. Deverá ter-se o cuidado de indicar o nome do ficheiro a gerar em **Output raster**.



Figura 54 Ferramenta raster calculator.

6.2 Geoprocessamento

A ferramenta **Geoprocessing** permite efectuar um conjunto de operações em temas de formato vectorial.

A criação de uma envolvente a um tema vectorial de pontos, linhas ou polígonos pode ser efectuada com a barra **Geoprocessing/Buffer**, surge uma nova janela (Figura 55) com os seguintes campos:

Input Features – adicionar o tema de entrada a partir do qual se pretende calcular a envolvente, **Output Feature Class** – dar nome a ficheiro a gerar,

Distance – escolher entre:

Linear unit - distancia linear para calculo da envolvente, numa unidade métrica,

Field – campo da tabela de atributos do tema entrada a partir do qual se calcula a envolvente,

Side Type - full,

End Type – selecionar round ou flat,

Dissolve Type – selecionar none, all ou list.

1	Buffer			X
•	Input Features	^	Buffer	^
		2		
٠	Output Feature Class		Creates buffer polygons around	
		6	distance. An optional dissolve	
٠	Distance [value or field]		can be performed to combine	
			overlapping buffers.	=
	Crikitown	×		
	Side Type (optional)		INPUT	00
	FULL	*	· · ·	
	End Type (optional)			
	ROUND Discolve Type (optional)	~		
	NONE	*	• • • •	
	Dissolve Field(s) (optional)			
				6
				>
		la Halo	Tool Help	

Figura 55 Ferramenta Buffer.

A criação de um recorte a um tema vectorial pode ser efectuada com a barra **Geoprocessing/Clip**, surge uma nova janela (Figura 55) com os seguintes campos:

Input Features – adicionar o tema que se pretende recortar,

Clip Features- adicionar o tema que servirá para recortar o tema anterior,

Output Feature Class – dar nome a ficheiro a gerar.

🔨 Clip		
Input Features		Clip
Clip Features		Extracts input features that overlay the clip features.
Output Feature Class		Use this tool to cut out a piece of
XY Tolerance (optional)		one feature class using one or more of the features in another
Unknown		feature class as a "cookie cutter". This is particularly useful for creating a new feature class—also referred to as study area or area of interest (AOI)— that contains a geographic subset of the features in another, larger feature class.
	×.	
OK Cancel Environments) << H	Hide Help	Tool Help

Figura 56 Ferramenta Clip.

Intersecção de dois ou mais temas vectoriais pode ser efectuada com a barra **Geoprocessing/Intersect**, surge uma nova janela (Figura 55) com os seguintes campos:

Input Features – adicionar os temas que se pretendem intersectar,

Output Feature Class – dar nome a ficheiro a gerar.

1	Intersect			R
•	Input Features		Intersect	^
	Features Ranks		Computes a geometric intersection of the input features. Features or portions of features which overlap in all layers and/or feature classes will be written to the output feature class.	111
I,	Output Feature Class		INPUT	
ľ		2		
	JoinAttributes (optional) ALL	~		
	XY Tolerance (optional) Unknown	~		
	Output Type (optional) INPUT	~		
		~		~
	OK Cancel Environments) << H	iide Help	Tool Help	

Figura 57 Ferramenta intersect.

União de dois ou mais temas vectoriais pode ser efectuada com a barra **Geoprocessing/Union**, surge uma nova janela (**Figura 58**) com os seguintes campos:

Input Features – adicionar os temas que se pretendem unir,

Output Feature Class – dar nome a ficheiro a gerar.

🔨 Union				
 Input Features 		[Union
Features		Ranks	 ► ★ ↓ 	Computes a geometric intersection of the Input Features. All features will be written to the Output Feature Class with the attributes from the Input Features, which it overlaps.
<		>		INPUT
Output Feature Class JoinAttributes (optional) ALL				
XY Tolerance (optional)		Unknown	~	
Gaps Allowed (optional)			~	
	OK Cancel En	vironments << Hide	e Help	Tool Help

Figura 58 Ferramenta union.

Combinação de dois ou mais temas vectoriais pode ser efectuada com a barra **Geoprocessing/Merge**, surge uma nova janela (Figura 59) com os seguintes campos:

Input Features - adicionar os temas que se pretendem combinar,

Output Feature Class – dar nome a ficheiro a gerar.

✓ Merge		
Input Datasets		Merge
		Combines multiple input datasets of the same data type into a single, new output dataset. This tool can combine point, line, or polygon feature classes or tables. Use the Append tool to combine input datasets with an existing dataset.
Output Dataset		
Field Map (optional)		INPUTS
	+ × +	
OK Cancel Environments) << H	lide Help	Tool Help

Figura 59 Ferramenta merge.

Dissolução de objectos num tema vectorial pode ser efectuada com a barra **Geoprocessing/Dissolve**, surge uma nova janela (Figura 59) com os seguintes campos:

Input Features - adicionar o tema em que se pretendem dissolver objectos,

Output Feature Class – dar nome a ficheiro a gerar,

Dissolve field – selecionar a variável que servirá de base para fazer a agregação.

* Dissolve		
Input Features	^	Dissolve
Output Feature Class		Aggregates features based on specified attributes.
Dissolve_Field(s) (optional)		=
Select All Unselect All Add Field Statistics Field(s) (optional)		INPUT
Field Statistic Type	~	
OK Cancel Environments << Hide Hel	, ,	Tool Help

Figura 60 Ferramenta dissolve.

6.3 Exercícios de aplicação

1) A partir dos temas criados nos exercícios 5.3 gere os seguintes temas:

- 1.1) Declive:
 - i) em classes de 5%,
 - ii) nas classes: 0-3%, 3-5%, 5-15%, 15-25%, >25%
 - iii) em classes de 10%
 - iv) nas classes ≤25%, >25%
- 1.2) Orientação de encostas:
 - i) a sul
 - ii) a norte
 - iii) a sul e a oeste
 - iv) a norte e a este
- 1.3) Altitude:
 - i) em classes 50 m
 - ii) em classes 100 m
 - iii) em classes 250 m
 - iv) em classes 500 m

2) Para os temas derivados do ficheiro TIN_derivadas_A, calcule os temas que satisfaçam as seguintes condições:

- 2.1) 15-25% de declive e orientação a sul (nome: Cond_1),
- 2.2) bacia de visão do ponto com ID=30 (nome: BV1)
- 2.3) bacia de visão do ponto com ID=86 (nome: BV2)
- 2.4) declive >35% e visível em BV1 ou BV2 (nome: Cond_2),
- 2.5) altitude > 200 m e declive <7% (nome: Cond_3),
- 2.6) 100-200 m de altitude, 15-25% de declive e orientação a sul (nome: Cond_4),
- 2.7) altitude < 100 m, 5-15% de declive, orientação a oeste e invisível em BV1 (nome: Cond_5),

3) Para os temas derivados do ficheiro TIN_derivadas_B, calcule os temas que satisfaçam as seguintes condições:

3.1) declive inferior a 10% e a distâncias inferiores a 2 km e superiores a 50 m de pontos de água,

3.2) declive inferior a 7%, a distâncias inferiores a 3 km e superiores a 50 m de pontos de água, e a distâncias superiores a 50 m das linhas de água.

3.3) declive inferior a 30%, a distâncias superiores a 100 m de pontos de água e a distâncias superiores a 50 m das linhas de água,

3.4) bacia de visão do ponto com FID=59 (nome: BV1)

3.5) bacia de visão do ponto com FID=136 (nome: BV2)

3.6) visível em BV1 e em BV2 ou BV3 (nome: Cond_1)

3.7) <15% de declive e orientação plana (nome: Cond_2),

3.8) altitude > 150 m e invisível em BV1 e BV2 (nome: Cond_3),

3.9) altitude >120 m ou declive < 25% (nome: Cond_4),

4) Para o temas derivados do ficheiro TIN_derivadas_C, calcule os temas que satisfaçam as seguintes condições:

4.1) <25% de declive e orientação a sudeste (nome: Cond_1),

4.2) bacia de visão do ponto com FID=55 (nome: BV1)

4.3) bacia de visão do ponto com FID=108 (nome: BV2)

4.4) declive >10% e visível em BV1 ou BV2 (nome: Cond_2),

4.5) altitude > 165 m ou declive <3% (nome: Cond_3),

4.6) 150-185 m de altitude, declive entre 10-20% e orientação a noroeste (nome: Cond_4),

4.7) declive inferior a 7% ou visível da bacia de visão 1, a distâncias superiores a 10 m e inferiores a

250 m das linhas de água e altitude inferior a 165 m ou se localizem na secção da bacia BH ou a menos de 1000 m.

7 Modelação hidrográfica

Os sistemas de informação geográfica permitem efectuar a modelação geográfica. Neste ponto tratar-se-á de criar temas com as linhas de água, as linhas de festo, as bacias hidrográficas ou secções de bacias hidrográficas em função de um ponto.

Para criar o tema bacia hidrográfica considere-se o seguinte exemplo: numa determinada zona foi feito um levantamento de campo, que deu origem aos temas limite (limite.shp), altimetria (AZARENTO_Altimetria.shp) e secção hidrográfica (seccao_BH.shp). Para elaborar a modelação hidrográfica deve:

1) Criar um projecto e adicionar os temas à layer (Cfr. 2);

2) Definir em Environements, o Workspace e Processing Extent (Cfr. 5.2);

3) Criar o TIN (Figura 61) e o modelo digital do terreno (Figura 62 e Figura 63), com o ficheiro AZARENTO_Altimetria.shp, com dimensão da célula de 1 m (Cfr. 5.1);

4) Derivar as curvas de nível do modelo digital do terreno, com equidistância natural de 1 m (Figura 64) (Cfr. 5.2);

5) Criar as linhas de água:

5.1) Criar uma nova shapefile, de linhas,

5.2) Colocar a nova shapefile em edição e digitalizar as linhas de água (Figura 65);

6) Criar as linhas de festo:

6.1) Criar uma nova shapefile, de linhas,

6.2) Colocar a nova shapefile em edição e digitalizar as linhas de festo (Figura 66);

7) Criar bacias hidrográficas:

7.1) Criar uma secção da bacia hidrográfica, definida por um ponto que identifica por exemplo o paredão de uma barragem, que corresponde neste exemplo ao ficheiro seccão_BH.shp,

7.2) Criar uma nova shapefile, de polígonos,

7.3) Colocar a nova shapefile em edição e digitalizar os limites da bacia hidrográfica (Figura 67).



Figura 61 TIN do ficheiro AZARENTO_Altimetria.



Figura 62 Modelo digital do terreno do ficheiro AZARENTO_Altimetria.



Figura 63 Modelo digital do terreno do ficheiro AZARENTO_Altimetria, com as mesmas classes de altitude.



Figura 64 Curvas de nível derivadas do TIN do ficheiro AZARENTO_Altimetria.



Figura 66 Linhas de festo



Figura 67 Secção de bacia hidrográfica

Alternativamente as bacias hidrográficas podem ser calculadas a partir de um conjunto de ferramentas do ArcGIS, e operações sequênciais, devendo seguir-se os seguintes passos:

1) criar um projecto e adicionar os temas à layer (Cfr. 2);

2) definir em Environements, o Workspace e Processing Extent;

3) Criar o TIN (Figura 61) e o modelo digital do terreno (Figura 62 e Figura 63), com o ficheiro AZARENTO_Altimetria.shp (Cfr. 5.1);

4) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Hydrology/Fill** (Figura 68), surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Input raster or feature source data – adicionar o tema do modelo digital do terreno Output surface raster – dar nome a ficheiro a gerar (Ex: Fillgrid, Figura 69)

K Fill	
Input surface raster	Output surface 🔗
Output surface raster C:\ZONA_DE_TRABALHO\UNIVERSIDADE_EVORA\AULAS\Geomatica_2013_2014\TESTE\Filigrid Z limit (optional)	The output surface raster after the sinks have been filled.
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
OK Cancel Environments << Hide Help	Tool Help

Figura 68 Janela Fill.



Figura 69 Tema Fill

5) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Hydrology/Flow Direction** (Figura 70), surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Input surface raster – adicionar o tema gerado pelo Fill (Fillgrid)

Output flow direction raster – dar nome a ficheiro a gerar (Flowdir, Figura 71)

* Flow Direction		
Input surface raster Filgrid		Output flow direction Arraster
Output flow direction raster C:120NA_DE_TRABALHO\UNIVERSIDADE_EVORA\AULAS\Geomatica_2013_2014\TESTE\FlowDr	2	The output raster that shows the flow direction
Dutput drop raster (optional)	8	from each ceil to its steepest downslope neighbor.
	~	×
OK Cancel Environments) << H	ide Help	Tool Help

Figura 70 Janela Flow direction.



Figura 71 Tema flow direction.

6) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Hydrology/Flow Accumulation** (Figura 72), surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Input direction raster – adicionar o tema da direcção do escoamento (Flowdir)
 Output accumulation raster – dar nome a ficheiro a gerar (FlowAcc, Figura 73)
 Output data type – Float

K Flow Accumulation				
Input flow direction raster		2		Output accumulation 🦳
Flowdir	-	2		raster
Output accumulation raster				
C:\ZONA_DE_TRABALHO\UNIVERSIDADE_EVORA\AULAS\Geomatica_2013_2014\TESTE\FlowAcc		2		The output raster that
Input weight raster (optional)		_		shows the accumulated
	•	2		now to each cell.
Output data type (optional)		_		
FLOAT		~		
		3	8	2
		de Liele	1	Teeluale
OK Cancel Environments	<< H	oe nelp	J	1001 Help

Figura 72 Janela Flow accumulation.



Figura 73 Tema flow accumulation.

7) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify** e classificar em duas classes (Cfr. 5.4), uma de 0-1000 celulas e outra > 1000 células (L_Agua_FA, Figura 74)



Figura 74 Tema flow accumulation reclassificado.

8) no ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Hydrology/Stream to feature** (Figura 75), surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Input stream raster – adicionar o tema do originado em 7 (L_Agua_FA)

Input flow direction raster – adicionar o tema da direcção de escoamento (Flowdir). Gera um ficheiro vectorial com as linhas de água

Output polyline feautures – dar nome a ficheiro a gerar (StreamT_L_Agua1, Figura 76) **Simplify polylines** – activar

☆ Stream to Feature	
Input stream raster L_Agua_FA	Input flow direction
Input flow direction raster Flowdir Output polyline features C:12ONA_DE_TRABALHOYUNIVERSIDADE_EVORA\AULAS\Geomatica_2013_2014\TESTE\StreamT_L_AG Simplify polylines (optional)	The input raster that shows the direction of flow out of each cell. The flow direction raster can be created using the Flow Direction tool.
OK Cancel Environments) << Hide He	Tool Help

Figura 75 janela Stream to feature.



Figura 76 Tema stream to feature.

9) Criação de todas as bacias existentes numa área de trabalho. No ArcToolbox seleccionar **Spatial Analyst Tools/Hydrology/Basin** (Figura 77), surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Input flow direction raster – adicionar o tema direção do escoamento (Flowdir)
Output raster – dar nome a ficheiro a gerar (Bacias_Hid, Figura 78). Calcula todas as bacias da área de estudo.



Figura 77 Janela Basin.



Figura 78 Tema bacias.

10) Criação de uma bacia em função de uma secção No ArcToolbox seleccionar Spatial Analyst
 Tools/Hydrology/Watershed (Figura 79), surge nova janela, em que se preenchem os campos:
 Input flow direction raster – adicionar o tema do modelo digital do terreno (Flowdir)
 Input raster or feature pour point data – ponto que define uma secção da bacia hidrográfica

(seccão_BH)

Pour point field – seleccionar a coluna na tabela de atributos que identifica a secção **Output raster** – dar nome a ficheiro a gerar (Watershed_sec, Figura 80).

ripor now all ecoorrister				Output raster
Flowdir		•	2	
nput raster or feature pour point da	ta			The output raster that
seccao_BH		•	2	shows the contributing
our point field (optional)			_	alea.
Id			~	It will be of integer type.

Figura 79 Janela Watershed.





Figura 80 Tema bacia hidrográfica

8. Acesso a servidores remotos

O ArcGIS Online é uma fonte extraordinária de serviços de mapas e temas prontos a serem utilizados. Estes serviços podem ser directamente utilizados pelo ArcGIS Desktop / ArcMap.

A ESRI disponibiliza serviços de imagens de alta resolução para Portugal, fornecidas pelo Instituto Geográfico Português (IGP). Estes Ortofotos foram inseridos num tema designado **World User Imagery**.

O procedimento para adicionar o tema World User Imagery ao ArcMap é o seguinte:

- i) Seleccione Add Data surge uma no janela (Figura 81);
- ii) Em Look in seleccione GIS Servers e Add;

Add Data		
Look in:	SIS Servers 💽 📤 🏠 🐼 👹 🔹 😂 🏹 🚳	
Add ArcGIS S Add ArcINS S Add WCS Ser Add WMS Ser Add WMS Ser arcgis on ser	ierver Server rver rver vices.arcgisonline.com	
Name:	Add ArcGIS Server Add	
Show of type:	Datasets and Layers Cancel	

Figura 81 Janela Add Data.

iii) Na janela Add Data que surge seleccione Add ArcGIS Server surge uma nova janela (Figura 82);

iv) Na janela que surge seleccione Use GIS Services e clique Next,;



Figura 82 Janela Add ArcGIS Server.

v) em **General**, **Choose the type of ArcGIS Server connection**, seleccione **Internet** e em **Server URL** escreva <u>http://services.arcgisonline.com/arcgis/services</u> (Figura 83) e clique **Finish**. Não necessita de user name ou password.

 Internet 	
Server URL:	http://services.arcgisonline.com/arcgis/services
O Local Host Name:	http://www.myserver.com/arcgis/services
Authentication (Optio	bnal)
User Name:	
Password:	✓ Save Username/Password

Figura 83 Janela General.

vi) Após este procedimento será estabelecida a ligação ao servidor da ESRI, que permite visualizar os serviços disponibilizados, que se podem adicionar à layer de trabalho, seleccionado o tema (arcgis on servisses.arcgisonline.com, Figura 84) e clicando Add.

Add Data		X
Look in:	GIS Servers 💌 📤 🏠	G III • 🖴 🖆 🏵 🚳
Add ArcGIS S	server Server rver	
Add WMS Ser	rver vices.arcgisonline.com	
arcgis on ser	vices.arcgisonline.com (2)	
Name:	arcgis on services.arcgisonline.com	Add
Show of type:	Datasets and Layers	Cancel

Figura 84 janela Add Data com o servidor arcgisonline active.

Para aceder, por exemplo aos ortofotos seleccione **World_Imagery** (Figura 85) e clique **Add**. Na zona superior e inferior do Catalog surge arcgis on servisses.arcgisonline.com, indicando que a ligação está feita, ou seja este procedimento de acesso ao servidor remoto é efectuado apenas uma vez.

Uma vez estabelecida a ligação ao servidor remoto, para adicionar qualquer tema basta seleccionar arcgis on servisses.arcgisonline.com, Add Data e seleccionar o tema que se pretende adicionar à layer.

Add Data		
Look in: Canvas Demographic Elevation Reference Specialty ESRI_Imager ESRI_Street NatGeo_Wor NAtGeo_Wor	arcgis on services.arcgisonline.c <table-cell> 🏠 🏠 \overline t 📰 <table-cell> 🛱</table-cell></table-cell>	
Name: Show of type:	World_Imagery.MapServer Datasets and Layers	Add Cancel

Figura 85 Janela Add Data com selecção de World Imagery.

Pode acontecer que o projecto não esteja no mesmo sistema de coordenadas que os temas do servidor. Surge então uma janela de aviso **Warning** (Figura 86, esquerda). Clique **OK** e na janela seguinte **Geographic Coordenate Systems Warnning** seleccione **Transformations** e em **Convert from** seleccione o sistema de coordenadas do tema que pretende adicionar (Ex: GCS_WGS_1984), em **Into** o sistema de coordenadas da layer (Ex: GCS_Datum_Lisboa_Hayford) e em **Using** (Ex: Datum_Lisboa_Hayford_To_WGS_1984_2) (Figura 86, direita) e clique **OK** e **Close**.

		Geographic Coordinate Systems Warning Geographic Coordinate System Transformations	? 🗙
АгсМар	X	Convert from: GCS_WGS_1984	OK Cancel
Warni One o consis Re-pri behav correc	ing, inconsistent extent! or more of the added layers has an extent that is not stent with the associated spatial reference information. rojecting the data in such a layer may lead to unexpected vior. Use ArcCatalog to confirm the spatial reference is ct and adjust if necessary.	Into: GCS_Datum_Lisboa_Hayford ♥ Using: Datum_Lisboa_Hayford_To_WGS_1984_2 ♥ Method: Coordinate Frame - dx=-288.885000 dy=-91.744000 dz rx=1.690000 ry=-0.410000 rz=0.210000 s=-4.600000 	New =126.244000

Figura 86 Janelas de aviso de sistema de coordenadas diferente entre temas (esquerda) e de transformação de sistemas de coordenadas (direita).

Na Layers da Table of Contents surge então o tema World_Imagery. Refira-se que quando se adiciona este tema com os ortofotos se está a adicionar todos os ortofotos a nível mundial, pelo que os procedimentos de adicionar, ampliar, reduzir, pan e outros ficam bastante lentos.

Normalmente adicionam-se os ortofotos ou outros temas existentes no GIS Servers a projectos com uma determinada área de estudo, podendo-se visualizar quer os ficheiros de trabalho quer os ortofotos (Figura 87).



Figura 87 Ortofotos com limite de area.

Se se abrir um projecto novo e se introduzir directamente o tema World_Imagery aparecerão os ortofotos para todo o mundo havendo quer fazer ampliações na área em que se pretender trabalhar, o que é normalmente moroso e exige perícia do operador, pelo que se aconselha a adicionar este tema a projectos em que já se adicionou a área de estudo (Figura 88).



Figura 88 Ortofotos.

9. Análise da produtividade

Os sistemas de informação geográfica permitem fazer um conjunto de análises espaciais. Neste ponto apresenta-se um exemplo da análise da produtividade de uma cultura de milho, a partir de um conjunto de dados recolhidos no campo.

Para avaliar a produção de milho foram recolhidos os dados que constam nos ficheiros azarento_Prod_milho_2004, azarento_Prod_milho_2003, e definido o limite da área de estudo, Limite. Nos dois primeiros ficheiros na tabela de atributos encontra-se um conjunto de dados recolhidos, nomeadamente produção de milho (coluna MILHO), velocidade da ceifeira (VELOCIDADE) e humidade do grão (HUMIDADE). O objectivo é avaliar as diferenças de produção de milho em dois anos consecutivos, 2003 e 2004. Este exercício será resolvido com a álgebra de mapas, sendo por isso necessário criar temas quadriculares.

A criação de ficheiros quadriculares pode ser efectuada por dois métodos, nomeadamente o TIN (Cfr. 5.1) e o IDW, inverso do quadrado da distância, que dá um peso à célula tanto menor quanto maior for a distância à célula de referência.

Antes de iniciar o trabalho deverá:

- Criar um novo projecto (Produtividade.mdx), definir o ambiente de trabalho e formatar a layer (Cfr. 2);

- Adicionar os temas à layer.

Na criação dos temas pelo método IDW devem seguir-se os seguintes passos:

1) Em **ArcToolbox** seleccionar **Spatial Analyst Tools/Interpolation/IDW** (Figura 89), surge uma nova janela, em que se preenchem os campos:

Input point features – tema de entrada (azarento_Prod_milho_2003)

Z_values_field – coluna a partir da qual se pretende gerar o tema quadricular (MILHO)

Output raster – nome do ficheiro de saída (Grid_P_2003)

Output cell sise – tamanho da célula. Deve ter-se o cuidado de definir o tamanho da célula mais adequada ao trabalho a desenvolver e mantê-la constante ao longo de todo o trabalho (neste caso 5 m)

Power – expoente de distância, neste caso pretende-se o inverso do quadrado da distância ou seja 2

Search radius – indica raio de pesquisa, que pode ser fixo ou variável (neste exemplo seleccionar **Variable**) e os **Search Radius Settings**, o número de pontos ou a distância da área de influência para o cálculo (neste caso **Number of points** 12).

2) Gera um novo ficheiro (Grid_P_2003), numa área superior à de trabalho. Para visualizar apenas a área de trabalho seleccionar Layer, tecla direita do rato **Properties/Data Frame**, em **Clip Options** seleccionar **Clip to shape** e em **Specify Shape** seleccionar **Outline of Features** e em **Layer** o tema que representa o limite (Limite) (Figura 90 e Figura 91), clique **OK** e **OK**.

3) Para o ano de 2004 repetir os pontos 3) e 4) com o ficheiro azarento_Prod_milho_2004 (Figura 92).

Input point features				Power (optional)
azarento_Prod_milho_2003		- 🖻		
Z value field		_		The exponent of distance.
MILHO		~		
Output raster				Controls the significance of
C:\ZONA_DE_TRABALHO\UI	IVERSIDADE_EVORA\AULAS\Geomatica_2013_2014\TESTE\Grid_P_	2003 🖻		surrounding points on the
Output cell size (optional)				noterpolated value. A higher
5		6		influence from distant
Power (optional)				points. It can be any real
		Þ		number greater than 0, but
Search radius (optional)				the most reasonable
Variable	×			results will be obtained
Search Radius Settings				The default is 2
Number of points:	12			The debut is 2.
Maximum distance:			-	

Figura 89 Janela IDW.

ature Cache Annotation Groups Extent	t Indicators Frame Size	e and Position				
General Data Frame Coordinate	System Illumination	Grids				
Extent						
Automatic 💌						
		Data	Frame Clipping			2
Extent Used By Full Extent Command			Current Visible Extent			
• Extent of data in all lavers (Default)			Outine of Features			
			Layer:		Features:	
O Other:						
O Other:			VIMITE VIMITE	•	All	
Other:			Outline of Selected Crachic/c	<u> </u>	All	
O Other: Specify Extent Clp Options			Outline of Selected Graphic(s))	Al	
O other: Specify Extent Clp Options Clp to shape	Specify Shape		Outline of Selected Graphic(s) Outline of Selected Graphic(s) Oustom Extent)	Al Degrees	
Other: Specify Extent Cip Options Cip to shape V Exclude Lavers	Specify Shape		Outline of Selected Graphic(s) Outline Extent Top:) 39.092099118 dd	☐ All	
Other: Specify Extent Cip Options Cip to shape Exclude Layers	• Specify Shape Border:		Cutline of Selected Graphic(s) Cutline of Selected Graphic(s) Cutline Extent Top: Left: -7.62314400) 39.092099118 dd 76 dd Right:	All Degrees -7.606093531 dd	
Other: Specify Extent Cip Options Cip to shape Exclude Layers Cip Grids and Graticules	Specify Shape		Cutine of Selected Graphic(s) Cutine of Selected Graphic(s) Custom Extent Top: Left: -7.62314400 Bottom:) 39.092099118 dd 36 dd Right: 39.083805023 dd	✓ Degrees	1

Figura 90 Janela Data Frame properties e Data Frame Clipping.



Figura 91 Tema produção de milho em 2003.



Figura 92 Tema produção de milho em 2004.

Deve ter-se especial cuidado na escolha dos nomes dos ficheiros, para evitar confusão.

Na criação dos temas pelo método TIN devem seguir-se os seguintes passos:

1) no ArcToolbox seleccionar **3D Analyst Tools/TIN Management/Create TIN**, surge nova janela, em que se preenchem os campos:

Output TIN – nome do ficheiro (TIN_Prod_2003);

Input Feature Class – adicionar os ficheiros e seleccionar no campo height field a coluna da tabela de atributos de cada tema que contém o atributo que se pretende trabalhar, neste caso a coluna MILHO, ou caso não exista seleccionar <none>, caso do tema limite; e no campo SF_type a característica da superfície, neste caso masspoint para o ficheiro azarento_Prod_milho_2003 e softclip para o Limite, pressionar OK. Surge na layer um novo tema vectorial, o tin.

2) Converter TIN_Prod_2003 para raster. No ArcToolbox seleccionar **3D Analyst Tools/Conversion/From TIN/TIN to Raster**, surge uma nova janela, em que se preenchem os campos:

Input TIN – o TIN criado em 3);

Output Raster – nome do ficheiro a gerar (GRID_P_2003)

Output Data Type – Float

Method – Linear

Sampling Distance – CELLSIZE X, sendo x a dimensão da célula, que dependente a precisão que se pretende obter, neste exemplo 5 m.

3) Para o ano de 2004 repetir os pontos 3) e 4) com o ficheiro azarento_Prod_milho_2004

Tendo criado os temas quadriculares pode, com a álgebra de mapas, avaliar as diferenças de produção, fazendo a subtracção da produção de 2003 pela de 2004 (Prod_dif). As diferenças são em alguns casos negativas e noutras positivas. Para uma melhor visualização poderá alterar-se a legenda agrupando os valores em 5 classes, por exemplo]-23,-5],]-5,-1],]-1,0],]0,1],]1,23] (Figura 93).



Figura 93 Diferenças de produção de milho entre 2003 e 2004, com legenda em cinco classes.

Considere-se que se pretende calcular o rendimento, considerando que o preço do milho é 180€/t e o custo de produção 1200€/ha. Para maior precisão os cálculos deverão ser efectuados por célula, de acordo com as seguintes fórmulas:

- Rendimento bruto por célula (€/célula) = Produção (kg/ célula) x preço (€/kg);

Rendimento líquido por célula (€/célula) = Rendimento bruto por célula (€/célula) – Custo de produção por célula (€/célula);

- Produção (kg/célula) = [Resolução da célula]² x [Produção (t/ha) x 1000 (kg/t)] / 10000 m²;

- Preço (€/kg) = Preço (€/t) / 1000 (kg);

- Custo de produção (€/célula) = [Resolução da célula]² x [Custo de produção (€/ha)] / 10000 m²;
 Ou

- Rendimento liquido por célula = {[Resolução da célula]² x [Produção (t/ha) x 1000 (kg/t)] / 10000 m²} x {Preço (€/t) / 1000 (kg)} – {[Resolução da célula]² x [Custo de produção (€/ha)] / 10000 m²};

- Rendimento líquido por parcela = Somatório dos rendimentos líquidos de todas as células da parcela.

Com base nos pressupostos poderão então efectuar-se cálculos sucessivos, criando temas intermédios para se obter o resultado final (Figura 94), com a álgebra de mapas, o Raster Calculator.



Figura 94 Rendimento líquido da cultura de milho para 2004, com legenda em quatro classes.

Para determinar o rendimento total da área de trabalho, ou seja o somatório de todas as células, pode recorrer-se **Spatial Analyst Tools/Zonal/Zonal Statistics as Table**, surge uma nova janela (Figura 95), em que se preenchem os campos:

Input raster or feature zone data – tema que define o limite da área de trabalho (Limite);
Zone field – coluna da tabela de atributos que serve de base para o cálculo
Input value raster – tema e onde se pretendem efectuar os cálculos (RL_cell)
Output table – nome do ficheiro de saída (ZonalSt_RL)
Ignore No Data in calculations – activar, para não calcular os valores sem dados
Statistics Type – seleccionar as estatísticas, neste exemplo All

Cria uma tabela (Figura 96) com as estatísticas das variáveis número de células (COUNT), área (AREA), mínimo (MIN), máximo (MAX), amplitude (RANGE), média (MEAN), desvio padrão (STD) e soma (SUM).

😫 TESTE_HIDRO - ArcMap - ArcInfo		
File Edit View Bookmarks Insert Selection G	zoprocessing Customize Windows Help	
🗄 🖆 🖬 🕼 🐁 🖗 🖺 🗙 🔊 🗠 🛧 🕇	4.000 🔽 📰 🗊 🖓 🖓 🖸 🐎 📢 🖓 👷 Labeling • 🚖 🏤 🖓 🖓 🖧 Fast 🛛 🖉 🔅	Georeferencing • Layer: Grid_P_2003
· • • ∞ • • • • • • • • • • • •	0 / 미 # M # 유 이 비 . : 이 이 연 것 이 바 많 ! 위 위 *** - > [이 제 A 및 . : Edur •	INNIZZA- HINN
30 Analyst * Layer: Ner Grid_P_2003		
ArcToolbox 4 X		
ArcToolbox P Analyst Tools		
Analysis Tools		
Cartography Tools		
Conversion Tools		
Data Interoperability Tools		
Data Management Tools		
🕀 🧐 Editing Tools		
B Geocoding Tools		
🕫 🌍 Geostatistical Analyst Tools		
B S Linear Referencing Tools		
Multidimension Tools Multidimension Tools		
🕀 🧐 Network Analyst Tools	A Zonal Statistics as Table	
Parcel Fabric Tools		
B-B Schematics Tools	Invitraster or feature trose data	Output table
🕀 🧐 Server Tools	I THITE I I I I I I I I I I I I I I I I I I	output tubio
E-10 Spatial Analyst Tools		Output table that will
Conditional	Zone field	Output table that will
B S Density	10	contain the summary of the
B Stance	Input value raster	values in each zone.
Extraction	RL_cel 🗹 🔁	
B Scheralization	Output table	
B-S Groundwater	ZONA_DE_TRABALHO'JUNIVERSIDADE_EVORA\AULAS\Geomatica_2013_2014\TESTE\ZonaISt_RL	
E Statemolation		
	✓ Ignore NoData in calculations (optional)	
B- Nap Alcebra	Statistics type (optional)	
H Math	ALL	
Multivariate		
E 🗞 Neighborhood		
🕀 🇞 Overlay		
Raster Creation		
😥 🇞 Reclass		
🗈 🗞 Solar Radiation		
🕀 🍋 Surface	×).	×
🖻 🇞 Zonal		Tool Help
Tabulate Area	Concer Environments (KKnde nep	Tournep
Zonal Fill		
Zonal Geometry		
Zonal Geometry as Table		
Zonal Histogram		
Zonal Statistics as Table		
Zonar statistics as Table		

Figura 95 Janela Zonal Statistics as Table.

🖃 🚞 c:\zona_de_trabalho\universidade_evora\	Table	e										X
III zonaist_rl	:=	• 🗄 •		o 👧 🖸	₫ ×							
	zonai	ist_rl										×
		Rowid	ID	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	
	Þ	1	0	24533	613325	-3	10.47016	13.47016	2.147631	1.995163	52687.816	
	14	۲ alet el		1 > >	•	- (() out of 1 Se	elected)				
	2018	asch										

Figura 96 Tabela com os parâmetros estatísticos calculados.

10. Layouts

O Layout é uma ferramenta importante em sistemas de informação geográfica dado que permite a obtenção de produtos finais, mapas ou cartas, para posterior utilização e impressão em papel ou em formato digital de imagens (por exemplo, jpg, pdf). Para isso o ArcGis possui uma vista de Layout (Layout View, Figura 97 e Figura 98). Nesta vista em File/Page and Print Setup pode formatar-se o tamanho do papel e a sua orientação.



Figura 97 Localização da vista Layout.



Figura 98 Vista Layout.

Para configurar o tamanho da área seleccionar **File/Page and Print Setup** (Figura 99, esquerda), surge uma nova janela (Figura 99, direita) que permite formatar o tamanho da folha (**Size**), a sua orientação (**Orientation**), podendo associar-se a uma impressora ou à conversão em formato pdf (**Print Setup/Name**).

		Page and Print Se	tup		28
		Printer Setup Name: Status: Offlin Type: HP La Where: LPT1: Comments: Paper	W <mark>ioresta 704P La</mark> e aser Jet 4050 Sen	serJet 4050 Series PCL6 es PCL6	Properties)
File	Edit View Bookmarks Insert Selec	Size: Source: Orientation:	A4 Tray 2 ③ Portrait	CLandscape	Printer Paper Printer Margins Map Page (Page Layout) Sample Man Elements
	Open Ctrl+O Save Ctrl+S Save As Save A Copy	Map Page Size Use Printer Page Page Page Size that will Width-	r Settings I be used is equa	to Printer Paper Size	
8	Add Data >	Height: Orientation:	29.7 Portrait	Centimeters	
	Page and Print Setup	Data Driven Pages.			OK Cancel

Figura 99 Comandos para a formatação do Layout.

Para ampliar, reduzir, pan na vista Layout não deve ser utilizada a barra de ferramentas Tools, deverá costumizar-se a barra de ferramentas **Layout** (Figura 100).

Tools		▼ X
🔍 Q. 🖑 🔕 💥 🖸 🗢	📥 🔯 - 🖸 🔭 🚺 🖉 🗐 🛔	🔛 🕥 🔊 🏥 🛍 🛗
		-
Layout		
	😤 影 44% 🔽 🕒 🔛 🏤 🚂	

Figura 100 Barra de ferramentas Tools e Layout.

Os mapas ou cartas produzidas não ficam completos sem a inclusão da legenda, seta do Norte e escala. Estes parâmetros podem ser incluídos seleccionando **Insert** (Figura 101):

i) Legend, surge uma nova janela que pede em janelas sucessivas informações (Figura 102):

1) seleccionar o tema em Map Layers o tema e transferi-lo para Legend items, clicar Next,

2) Em **Legend Title** colocar o título da legenda, e formatar o tipo, tamanho, e cor da letra, assim como a justificação do texto, clicar **Next**,

- 3) clicar Next,
- 4) clicar Next,
- 5) clicar Finish,

	Inse	ert Selection Geopre
	ø	Data Frame (
	<u>Title</u>	Title
4	A	Text
		Dynamic Text 🔹
		Neatline
1	Ξ	Legend
Н	<u>*</u>	North Arrow
ŀ	- 5 M East	Scale Bar
ŀ	<u>1:n</u>	Scale Text
		Picture
		Object
	_	10801

Figura 101 Ferramenta para inclusão da legenda, seta do Norte e escala.

1	2
Legend Wizard	Legend Wizard Legend Tile Legend Tile Legend Tile Legend Tile fort properties Tile Justfication You can use this to control the justfication fort estimation the rest of the leigend. Fort: Aral Preview (B X I) (B K I) (Cancel
Legend Wizard	Legend Wizard You can change the size and shape of the symbol patch used to represent line and polygon features in your legend. Select one or more legend items whose patches you want to change. Legend items: Width: 28:00 (pts.) Height: 14:00 (pts.) Une: Image: Preview Cancel
Legend Wizard Set the spacing between the pats of your legend. Tale and Legend items: 500 (pts.) Legend items: 500 (pts.) Columns: 500 (pts.) Headings and Classes: 500 (pts.) Labels and Descriptions: 500 (pts.) Patches (vertically): 500 (pts.) Patches and Labels: 500 (pts.) Perview: Columns: 500 (pts.) Columns: 500 (pts.) Label description Label description Preview: Cancel	

Figura 102 Janelas da formatação da legenda.

6) No layout surge a legenda. Esta pode ser alterada clicando na tecla esquerda do rato duas vezes. Surge uma nova janela, Legend properties (Figura 103), que permite alterar a legenda (Legend); os temas (Items), neste ponto é possível definir o tipo de legenda ao seleccionar Style; a bordadura da legenda (Frame) e o seu tamanho e posição (Size and position),

Specify Legend Items	
Map Layers: Lege	rd Items:
azarento_Prod_mi	
RL_cell	
Prod_cell	Style
GRID P 2004	Place in new column
Grid P 2003	Columnar I I
Change text	
All items Selected item(s)	
Apply to the whole item	Symbol
Map Connection	
Only display layers that are checked	on in the Table Of Contents
Add a new item to the legend when a	a new layer is added to the map
Reorder the legend items when the r	nap layers are reordered
Scale symbols when a reference scal	e is set
	OK Cancel Appl
	A DESCRIPTION OF THE OWNER OF THE
	Leger
	RL_ce

Figura 103 Janela Legend properties.

ii) **North Arrow**, surge uma nova janela com vários tipos de setas predefinidos, podendo ainda alterar-se as propriedades (Properties) e usar outros estilos (More styles). Deve seleccionar-se o tipo de seta e OK (Figura 104), surgindo no Layout a seta do Norte.



Figura 104 Janela North Arrow.

iii) Para a selecção da escala podem usar-se duas ferramentas a escala gráfica (**Scale bar**) ou a escala numérica (**Scale text**), surge uma nova janela com vários tipos de escalas gráficas ou numéricas, devendo seleccionar-se a pretendida e clicar **OK** (Figura 105**Figura 102**). É preferível

usar esta dado que o redimensionamento da figura, ampliações ou reduções, da carta em papel ou em formato digital, originam erros na leitura das distâncias ou áreas.

A legenda pode ser alterada, clicando na tecla esquerda do rato duas vezes. Surge uma nova janela Alternating Scale Bar properties (Figura 106, esquerda), que permite alterar a escala e as unidades (Scale and units), os números e as marcas (Numbers and Marks), o formato (Format), a bordadura da legenda (Frame) e o seu tamanho e posição (Size and position). Da mesma forma a legenda numérica pode ser alterada clicando na tecla esquerda do rato duas vezes. Surge uma nova janela, Scale Text Properties (Figura 106, direita), que permite alterar a escala do texto (Scale Text), o formato (Format), a bordadura da legenda (Frame) e o seu tamanho e posição (Size and position).

Scale Bar Selector	? 🛛	Scale Text Selector	? 🛛
0 50 100 200 Miles	Preview	1:1,000,000 Absolute Scale	Preview 1 inch = 15 78 miles
0 50 100 200 Miles		1 cm = 10 km Centimeters = Kilometers	
Scale Line 2		1 centimeter = 10,000 meters Centimeters = Meters	
Scale Line 3		1 inch = 83,333 feet	
Stepped Scale Line	Scale to fit page	1 in = 16 miles	Scale to fit page
Alternating Scale Bar 1	Properties	1 inch = 27,778 yards	Properties
Atemating Scale Bar 2	Save Reset	1 page unit = 0.22 map units Relative Scale	Save Reset
100	OK Cancel	4 ·	OK Cancel

Figura 105 Janela Scale bar selector (esquerda) e Scale Text selector (direita).

000) :24,000) inch equals 200 miles)
:24,000) inch equals 200 miles)
ibel:
nles
ſ

Figura 106 Janela de alteração da formatação da legenda gráfica (esquerda) e numérica (direita).

Após a formatação do tema obtém-se a carta final (Figura 107).



Figura 107 Carta de rendimento líquido da cultura de milho (€/ha).

Pode ainda incluir-se o título (Insert/Title) e caixas de texto (Insert/Text) no Layout.

O Layout pode ser impresso ou salvo em formato digital (File/Export Map). No último caso surge uma janela Export Map, em que se deve seleccionar o nome do ficheiro (File name), o tipo de ficheiro, Save as type (por exemplo, jpg, tiff, giff, pdf) e a resolução, General/Resolution. A opção Clip Output to Graphics Extent permite seleccionar apenas a área ocupada, eliminando a restante, que pode ser interessante quando se pretendem criar figuras para inserir num texto.