




Exercício	Interpolação de dados meteorológicos - ArcGIS
Objetivo	Elaborar o banco de dados com o Microsoft Office Excel™, converter dados tabulares da planilha para o formato Shapefile e interpolar os dados climatológicos para elaborar mapas climatológicos.
Aplicativos	ArcGIS

**Créditos:** Este exercício foi baseado na publicação de “ArcGIS 9.3 Total – Aplicações para Dados Espaciais”, de Alexandre Rosa dos Santos, Franciane L. R. de Oliveira Louzada e Fernando Coelho Eugênio, disponível em <http://www.mundogeomatica.com.br/LivroArcGIS93.htm>

Neste exercício você aprenderá a trabalhar com dados climatológicos relacionados com os municípios que compreendem o estado do Espírito Santo e estados vizinhos. Estes dados foram disponibilizados com cortesia pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

### Compreendendo o banco de dados climatológicos no Microsoft Office Excel™

Para elaboração dos mapas representando os elementos climatológicos, inicialmente verificaremos a natureza dos dados climatológicos que serão utilizados para a elaboração dos mapas temáticos.

1. Abra o Microsoft Office Excel.
2. No Microsoft Office Excel, clique sobre o botão **Abrir**  da barra de ferramentas **Padrão** (Office 2003, menu **Arquivo**→**Abrir...**).
3. Vá para o diretório deste trabalho e selecione o arquivo **DadosMeteorológicosES.xls**.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	X	Y	LOCAL	T	P	ER	DEF	EXC	
2	-41,119	-20,068	Afonso Cláudio	22,9	1076	940	208	136	
3	-40,746	-18,986	Águia Branca	24,4	1292	1159	162	132	
4	-41,028	-19,059	Alto Rio Novo	21,5	861	830	188	31	
5	-41,061	-20,367	Aracê	17,4	1356	787	10	569	
6	-40,272	-19,830	Aracruz	24,8	1306	1243	139	63	
7	-41,114	-18,047	Ataléia	24,9	984	1057	326	30	
8	-41,186	-20,915	Atílio Viváqua	23,9	1169	1146	120	24	
9	-41,014	-19,524	Baixo Guandu	24,8	882	920	461	0	
10	-40,894	-18,754	Barra de São Francisco	24,5	1108	1024	305	84	
11	-41,533	-19,062	Barra do Cuiete	24,6	1391	927	416	57	
12	-40,847	-21,000	Barra do Itapemerim	24,3	1034	1034	288	0	
13	-41,339	-20,678	Burarama	23,2	1727	1178	15	549	
14	-40,607	-20,079	Cachoeira Suíça	21,8	1104	1051	2	340	
15	-40,742	-19,955	Caldeirão	20,3	1205	898	42	307	
16	-40,750	-17,683	Carlos Chagas	25,8	995	1047	485	0	
17	-41,186	-20,610	Castelo	23,9	1272	1161	100	111	
18	-40,398	-19,692	Cavalinho	24,8	1354	1224	163	130	
19	-40,623	-19,531	Colatina	25,0	1021	1021	391	0	
20	-39,733	-18,583	Conceição da Barra	25,9	1643	1104	445	0	
21	-41,237	-20,356	Conceição do Castelo	19,9	1440	911	8	529	
22	-40,718	-18,186	Cotaxê	24,8	1060	1040	331	20	
23	-40,662	-20,364	Domingos Martins	21,6	1657	1039	0	618	
24	-41,729	-20,102	Dores do Manhumirim	21,8	1198	933	114	265	
25	-41,846	-20,686	Dores do Rio Preto	19,2	1388	872	12	516	
26	-40,883	-20,728	Duas Barras	22,1	1528	1079	0	564	
27	-40,841	-18,366	Ecoporanga	24,0	1258	1102	160	156	
28	-40,485	-20,415	Faz. Jucuruaba	24,2	1280	1236	63	44	
29	-40,144	-18,146	Faz. Limoeiro	25,5	1085	1128	358	0	
30	-41,407	-20,949	Faz. Monte Alegre	20,2	1245	936	6	309	
31	-40,400	-19,933	Fundão	21,9	1608	1017	12	511	

**Figura 1 – Visualização dos dados climatológicos do arquivo DadosMeteorológicosES.xls**

4. A planilha de dados contempla dados meteorológicos pontuais, coletado através de estações meteorológicas distribuídas no estado do Espírito Santo. A localização geográfica destas estações é representada pela longitude (Coluna A) e latitude (Coluna B), dispostas na planilha de dados. A tabela a seguir apresenta o significado de cada coluna desta planilha.

Campo	Descrição
<b>X</b>	Longitude, em grau decimal, da estação climatológica
<b>Y</b>	Latitude, em grau decimal, da estação climatológica
<b>LOCAL</b>	Localização da estação climatológica
<b>T</b>	Temperatura média anual, em graus Celsius
<b>P</b>	Precipitação pluviométrica acumulada anual, em mm/m <sup>2</sup>
<b>ER</b>	Evapotranspiração real anual acumulada, em mm/m <sup>2</sup>
<b>DEF</b>	Deficiência hídrica anual acumulada, em mm/m <sup>2</sup>
<b>EXC</b>	Excedente hídrico anual acumulado, em mm/m <sup>2</sup>



5. Feche o Microsoft Office Excel. Caso uma mensagem perguntando se deseja salvar as mudanças realizadas, clique sobre o botão **Não**.

## Convertendo os dados tabulares climatológicos do formato Excel para o formato Shapefile de pontos (mapa vetorial de pontos climatológicos)

Para resolução das atividades previstas para este tópico, você deverá abrir um projeto em branco no ArcMap e adicionar o shapefile **Municipios\_ES.shp**, que mostra todos os municípios do estado do Espírito Santo que irão receber os pontos das estações climatológicas no formato XLS, do Microsoft Excel.


6. Abra o ArcMap .

7. A primeira vez que você inicia o ArcMap, a caixa de diálogo inicial será exibida.

8. Marque a opção **A new empty map**.

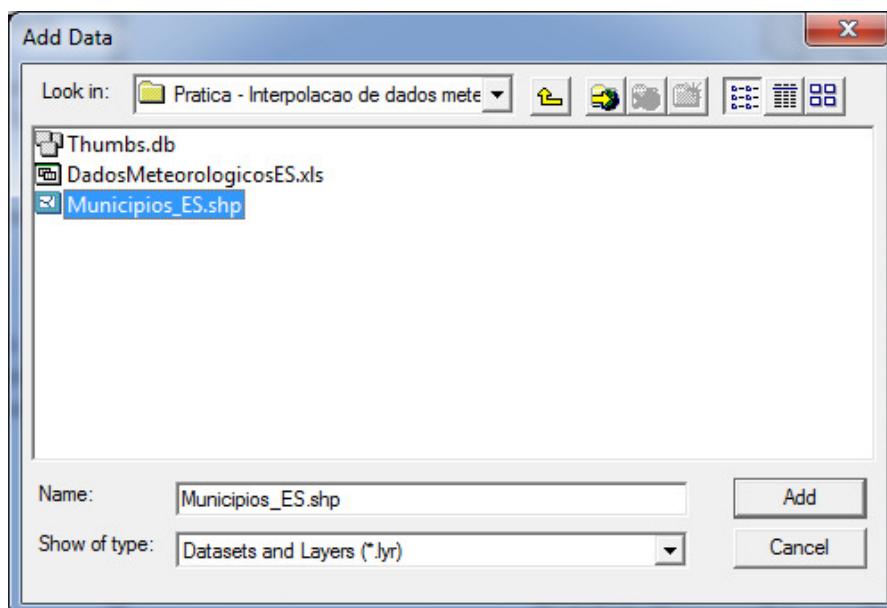
9. Clique no botão **OK**.

10. Na barra de ferramentas **Standard**, clique sobre o botão **Add Data** .

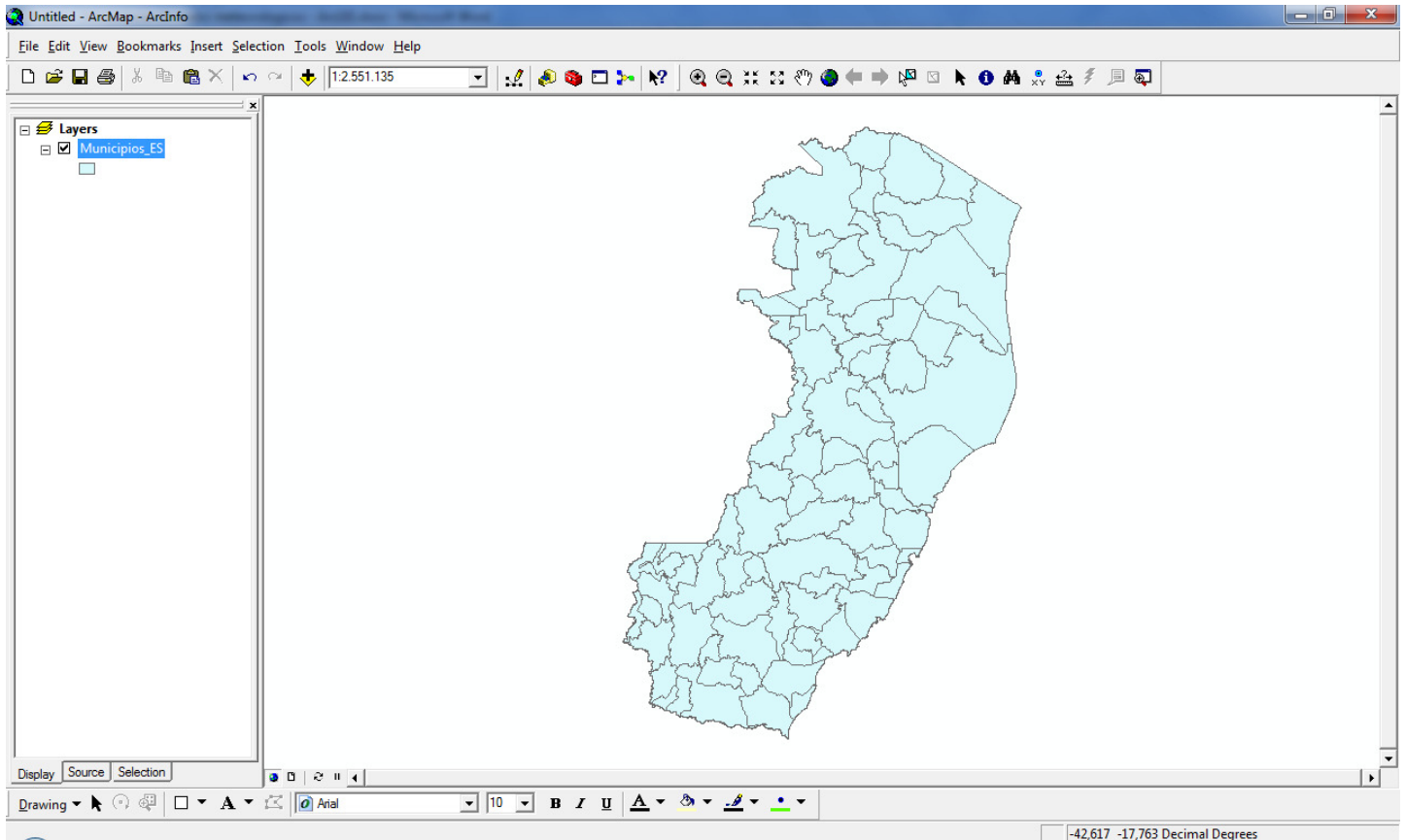
11. Na caixa de diálogo **Add Data**, clique sobre a seta amarela  e vá ao diretório deste exercício.


12. Selecione o Shapefile **Municipios\_ES.shp**.

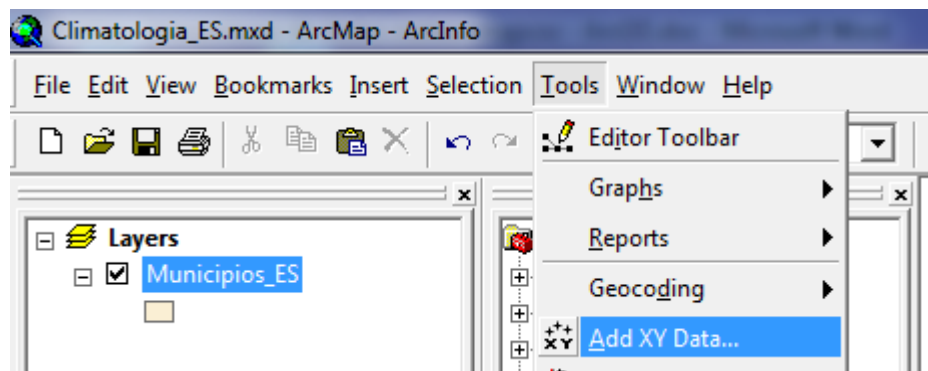
13. Clique sobre o botão **Add**.





14. No menu **File**, clique sobre a opção **Save** para salvar o projeto.



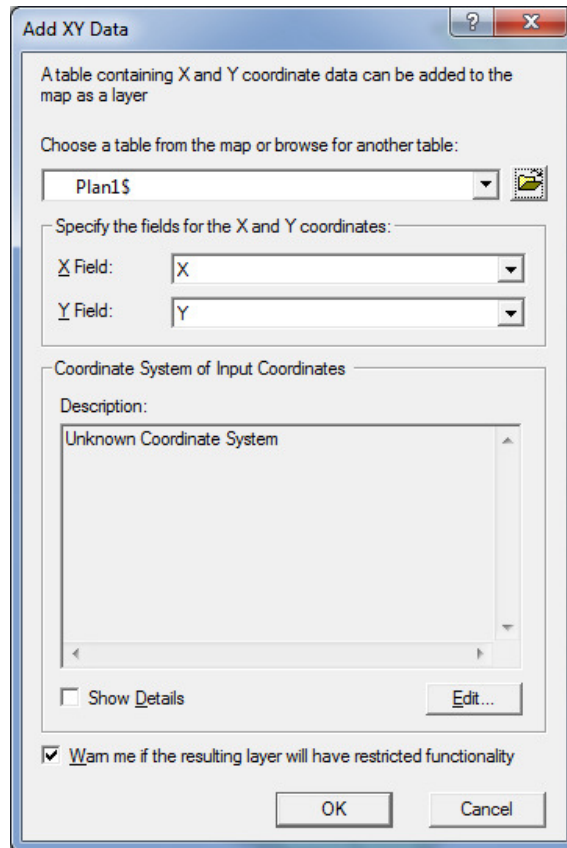
15. Na caixa de diálogo **Salvar como**, clique sobre a seta amarela  e vá para o subdiretório deste exercício.
16. Digite o nome **Climatologia\_ES** na caixa de entrada **Nome do arquivo**.
17. Clique sobre o botão **Salvar**.
18. No menu **Tools**, clique sobre a opção **Add XY Data**.



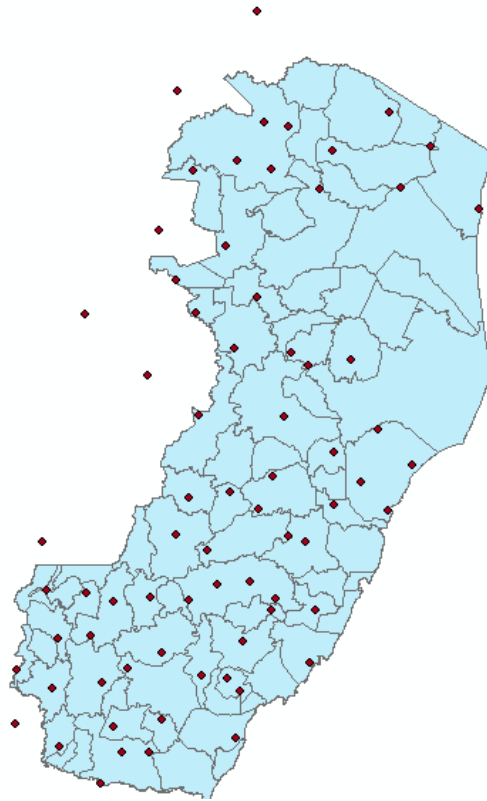
19. Na caixa de diálogo **Add XY Data**, clique sobre o botão de abertura de arquivo .
20. Na caixa de diálogo **Add**, clique sobre a seta amarela  e vá para o para o diretório deste exercício.



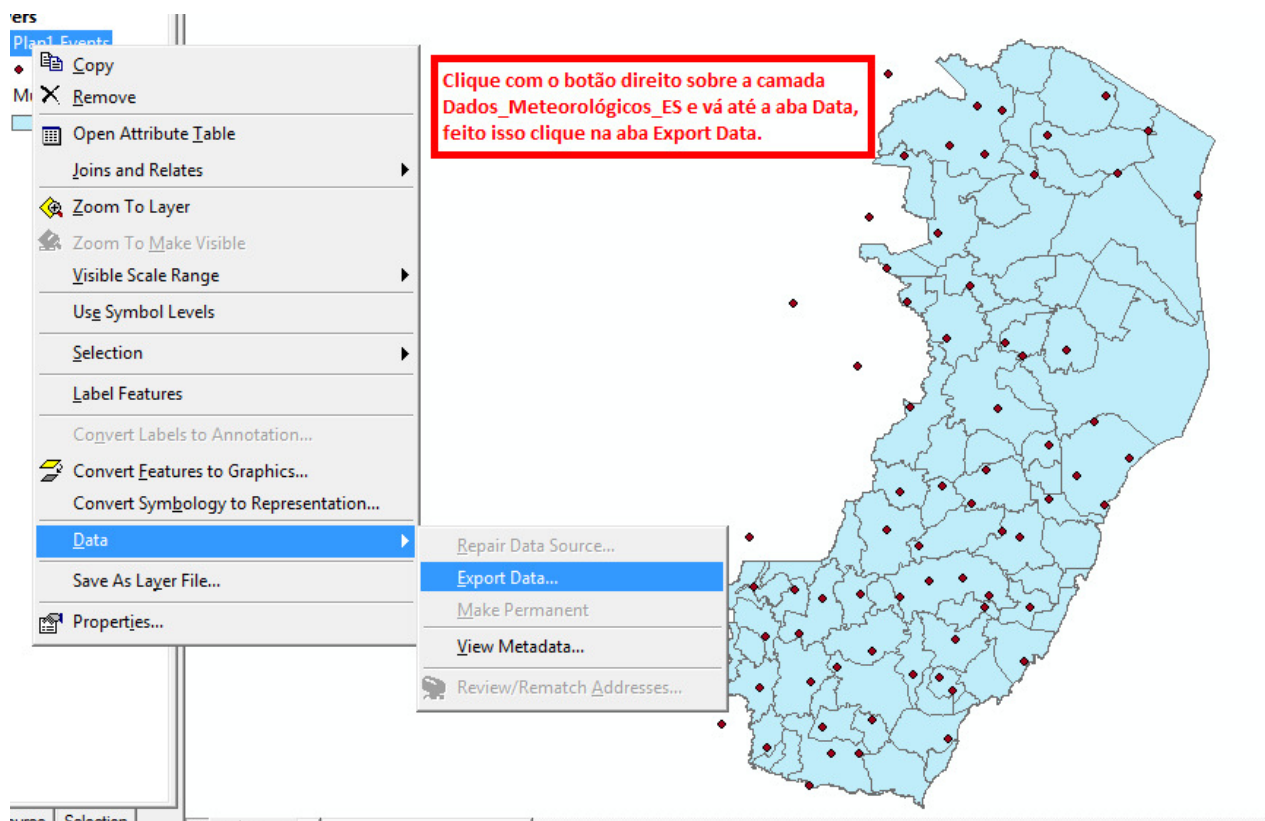
21. Selecione o arquivo **DadosMeteorologicosES.xls** e clique sobre o botão **Add**. Em seguida selecione **Plan1\$** e clique em **Add** novamente.
22. Certifique-se que o campo **X Field** está selecionado com o campo **X** e, o campo **Y Field**, com o campo **Y** (vide ilustração abaixo).



23. Na caixa de diálogo **Add XY Data**, clique sobre o botão **OK**. Uma mensagem aparecerá notificando que a tabela não possui um campo ObjectID. Clique em **OK**.



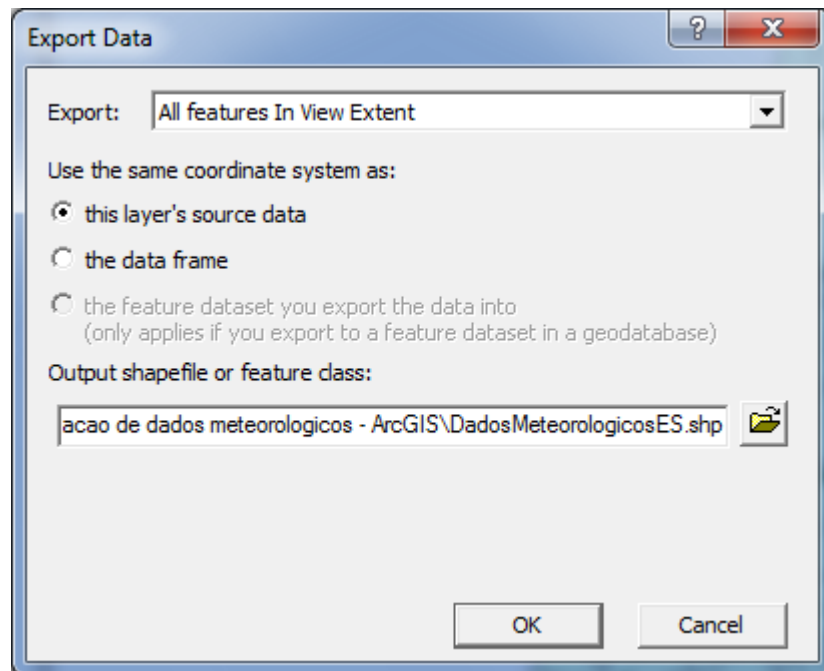
24. Na tabela conteúdos, clique com o botão direito do mouse sobre o item **Plan1\$Events**, aponte para a opção **Data** e clique em **Export Data**.



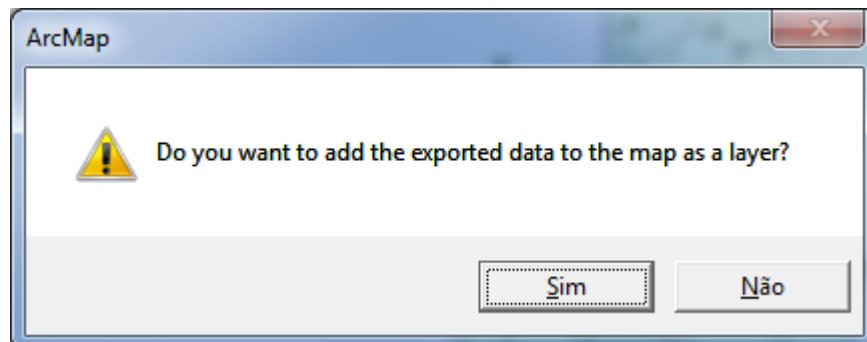
25. Na caixa de diálogo **Export Data**, clique no dropdown da opção **Export** e selecione a opção **All features in View Extent** (para exportar todas as características dentro da visualização atual).



26. Salve as características selecionadas no diretório deste exercício com o nome de **DadosMeteorologicosES**. Para tanto, clique sobre o ícone da pasta aberta e navegue até o diretório do exercício e entre com o nome **DadosMeteorologicosES**.

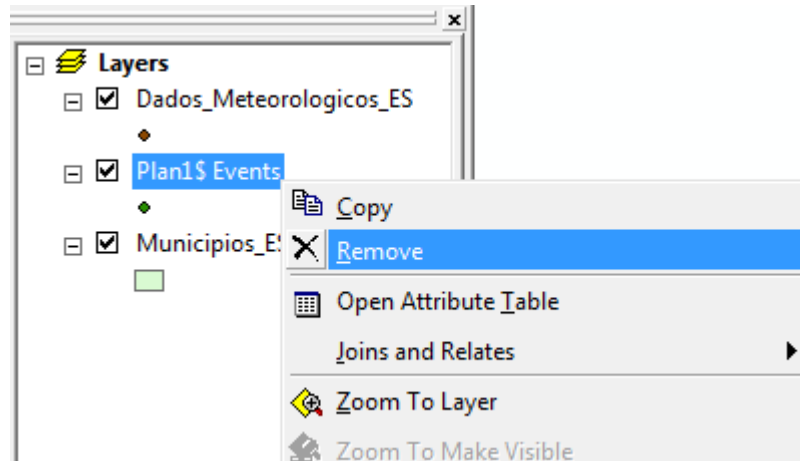


27. Clique sobre o botão **OK**. O ArcMap exportará os dados meteorológicos para o diretório especificado.
28. Clique sobre o botão **SIM** para que os dados exportados possam ser adicionados à tabela de conteúdo.



29. No painel de navegação (canto esquerdo), selecione o layer **Plan1\$ Events**, clique com botão direito do mouse e, na janela de menu rápido, clique na opção **Remove**.



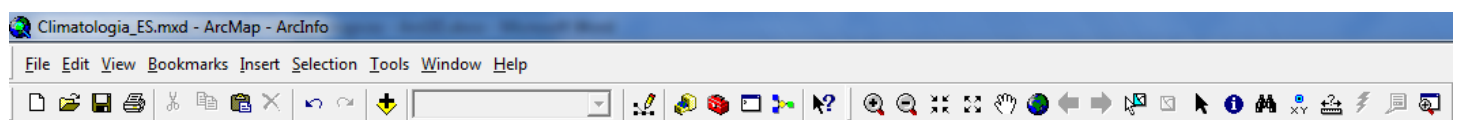


## Realizando transformação do Sistema de Coordenadas Geográficas para UTM (SAD-69)

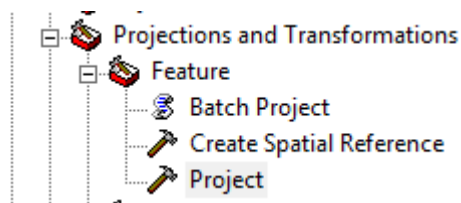
Antes de iniciar a interpolação dos dados pontuais meteorológicos, será necessário transformar os shapefiles DadosMeteorologicosES e Municipios\_ES do sistema de coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) para o sistema de coordenadas UTM (em metros), Datum SAD-69. Esta operação é de fundamental importância para a realização da interpolação, evitando futuros erros que poderiam ocorrer ao se trabalhar no sistema de coordenadas geográficas.

### Alterando a Projeção do Layer Municipios\_ES

30. Na barra de ferramentas **Standard**, clique sobre o botão **ArcToolbox** .




31. Na barra de ferramentas **ArcToolbox**, expanda a opção **Data Management Tools** e, posteriormente, **Projections and Transformations** e expanda a opção **Feature**, clique duplamente sobre o comando **Project**.



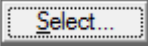
32. Na caixa de diálogo **Project**, selecione o shapefile **Municipios\_ES** do dropdown **Input Data Set or Feature Class**.

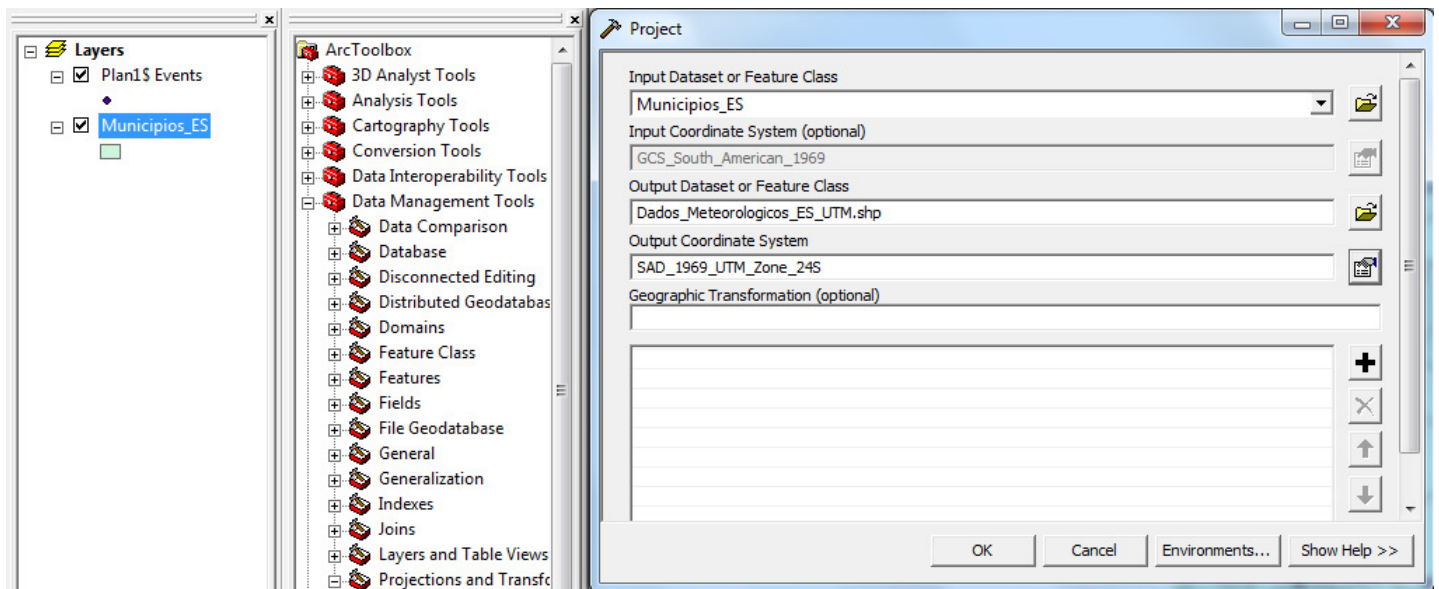
33. Na caixa de entrada **Output Data Set or Feature Class**, entre com o nome **DadosMeteorologicosES\_UTM.shp**

34. Clique sobre o botão  da caixa de entrada **Output Coordinate System**.





35. Na janela **Propriedades de Spatial Reference**, clique sobre o botão **Select** para selecionar o sistema de projeção **South American 1969 UTM Zone 24S.prj**. Para tanto, clique no botão  e navegue por **Projected Coordinate Systems → UTM → South America → South American Datum 1969 UTM Zone 24S.prj**. Uma vez selecionado o Datum, clique em Add para selecionar e fechar a janela. Clique no botão **OK** para retornar à janela de parâmetros do toolbox.

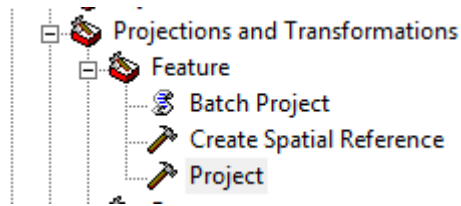



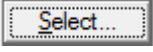

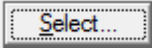
Na caixa Project coloque as abas justamente como a imagem mostra e depois clique em OK.  
As camadas serão transformadas para coordenadas UTM.

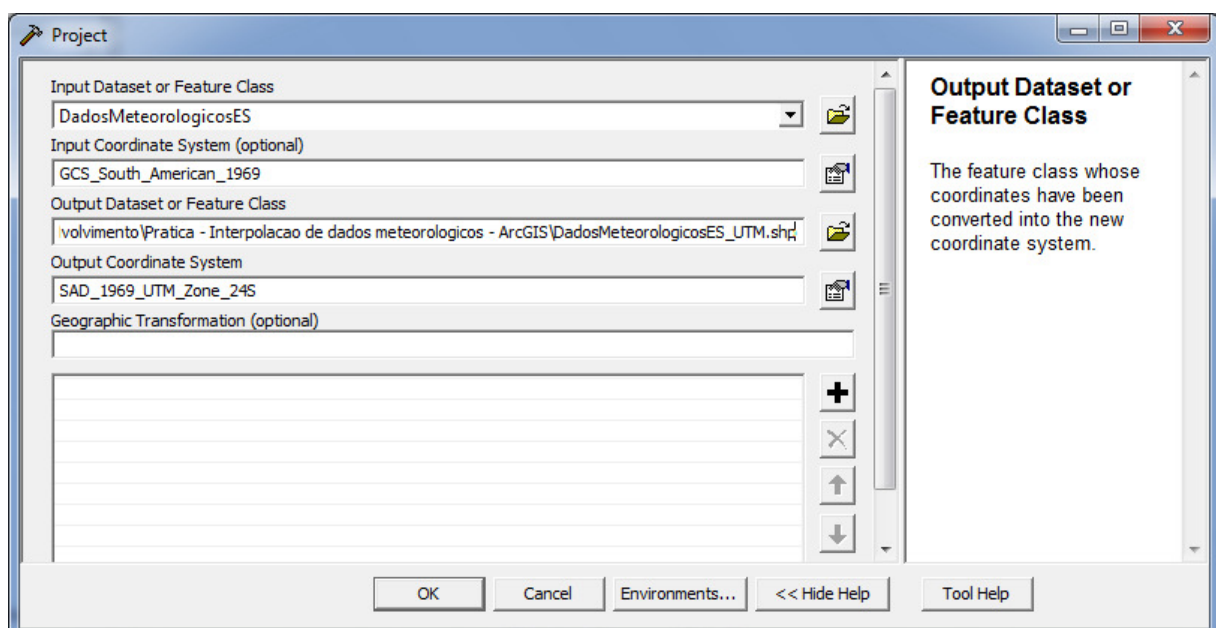
36. Clique sobre o botão **Add**.
37. Agora para terminar, clique sobre o botão **OK** de todas as janelas para aceitar o novo sistema de coordenada.
38. Após o processamento da operação, uma caixa de mensagem irá aparecer dizendo que a operação foi executada com sucesso. Então, clique sobre o botão **Close**.
39. Na tabela de conteúdos, clique com o botão direito sobre o shapefile **Municipios\_ES** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Remove**.

### Alterando a Projeção do Layer DadosMeteorologicosES

40. De forma análoga à conversão anterior, tomaremos passos semelhantes para a transformação do shape **DadosMeteorologicosES** para que ambos layers coincidam com a Projeção UTM, Datum SAD-69, Fuso 24.
41. Na barra de ferramentas **ArcToolbox**, expanda a opção **Data Management Tools** e, posteriormente, **Projections and Transformations** e expanda a opção **Feature**, clique duplamente sobre o comando **Project**.

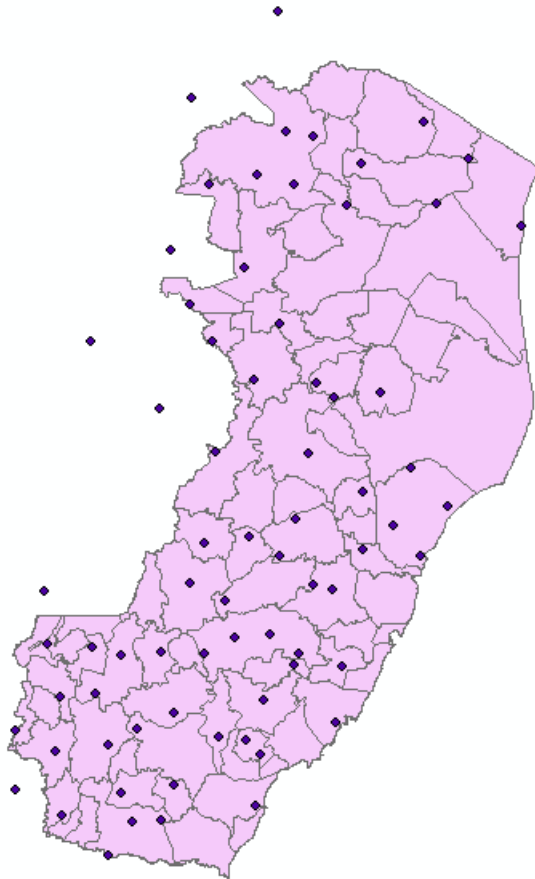


42. Na caixa de diálogo **Project**, selecione o shapefile **DadosMeteorologicosES** do dropdown **Input Data Set or Feature Class**.
43. Na caixa de entrada **Input Coordinate System (optional)**, clique no botão .
44. Na janela **Propriedades de Spatial Reference**, clique sobre o botão **Select** para selecionar o sistema de projeção **South American 1969.prj**. Para tanto, clique no botão  e navegue por **Geographic Coordinate Systems → South America → South American Datum 1969.prj**. Uma vez selecionado o Datum, clique em Add para selecionar e fechar a janela. Clique no botão **OK** para retornar à janela de parâmetros do toolbox.
45. Na caixa de entrada **Output Data Set or Feature Class**, entre com o nome **DadosMeteorologicosES\_UTM.shp**
46. Clique sobre o botão  da caixa de entrada **Output Coordinate System**.
47. Na janela **Propriedades de Spatial Reference**, clique sobre o botão **Select** para selecionar o sistema de projeção **South American 1969 UTM Zone 24S.prj**. Para tanto, clique no botão  e navegue por **Projected Coordinate Systems → UTM → South America → South American Datum 1969 UTM Zone 24S.prj**. Uma vez selecionado o Datum, clique em Add para selecionar e fechar a janela. Clique no botão **OK** para retornar à janela de parâmetros do toolbox.
48. A janela de parâmetros do toolbox Project deve estar como a ilustrada a seguir.



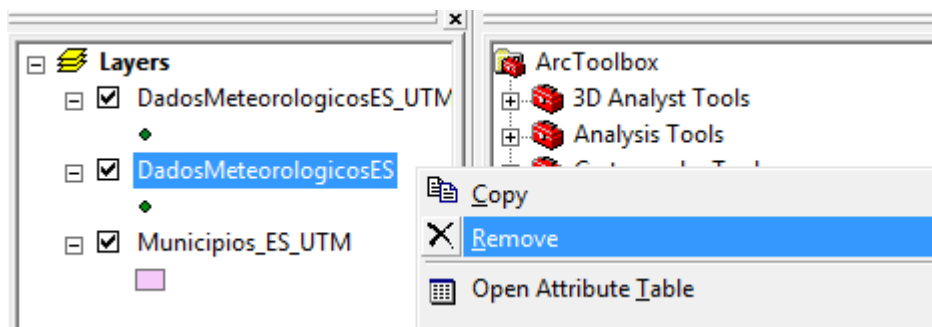


49. Agora para terminar, clique sobre o botão **OK** de todas as janelas para aceitar o novo sistema de coordenada.
50. Após o processamento da operação, uma caixa de mensagem irá aparecer dizendo que a operação foi executada com sucesso. Então, clique sobre o botão **Close**.



Feito a mudança para UTM o mapa ficará com um tom Lilás.

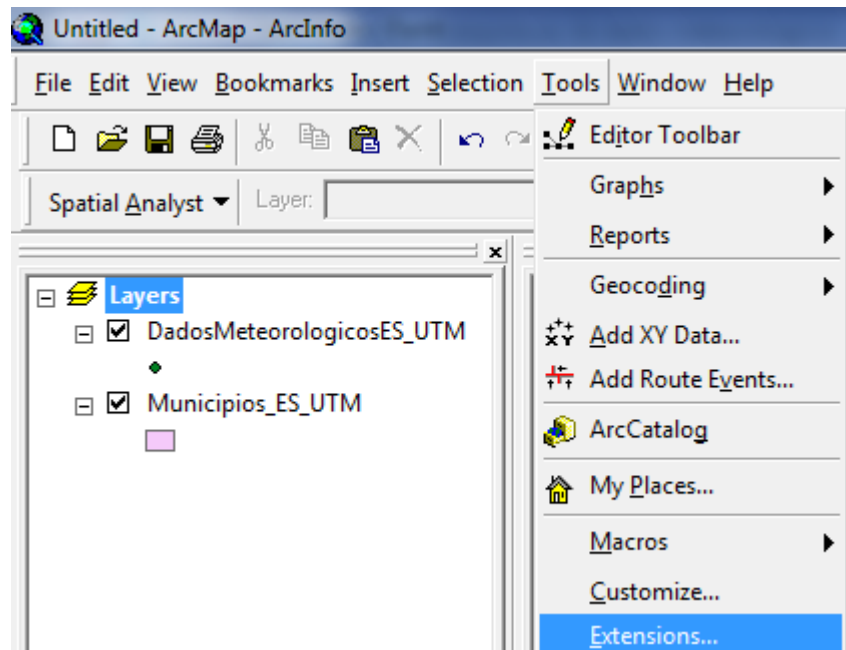
51. Feche a barra de ferramentas **ArcToolbox**.
52. Na tabela de conteúdos, clique com o botão direito sobre o shapefile **DadosMeteorologicosES** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Remove** (vide ilustração a seguir).



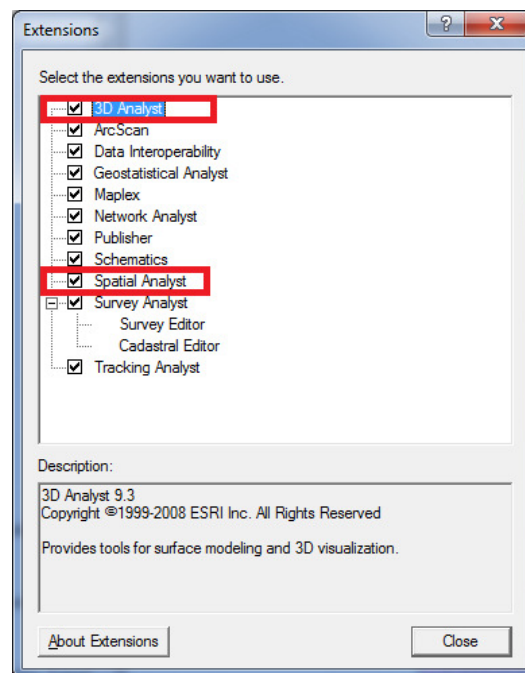
**Interpolando os dados climatológicos do Shapefile de pontos para a elaboração dos mapas de precipitação pluviométrica acumulada anual, temperatura do ar, evapotranspiração real, excedente hídrico e deficiência hídrica**



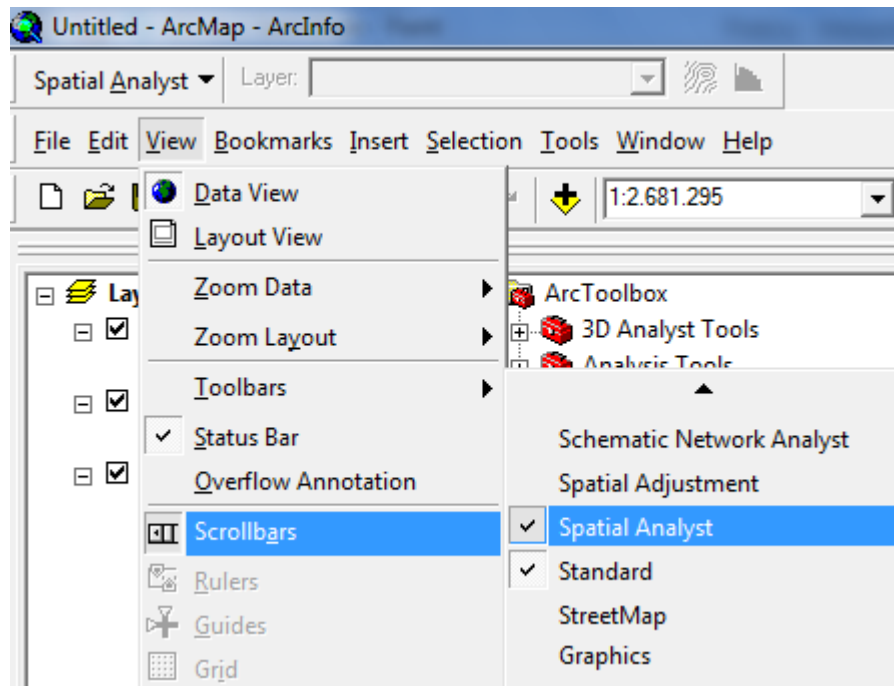
53. No menu **Tools**, Clique sobre a opção **Extensions**.



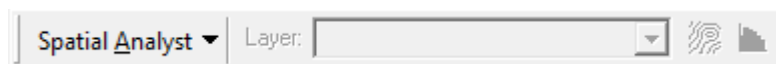
54. Na caixa de diálogo **Extensions**, marque toda a extensão **Spatial Analyst** e **3d Analyst** e clique sobre o botão **Close**.




55. No menu **View**, aponte para **Toolbars** e clique na barra de ferramentas **Spatial Analyst**.



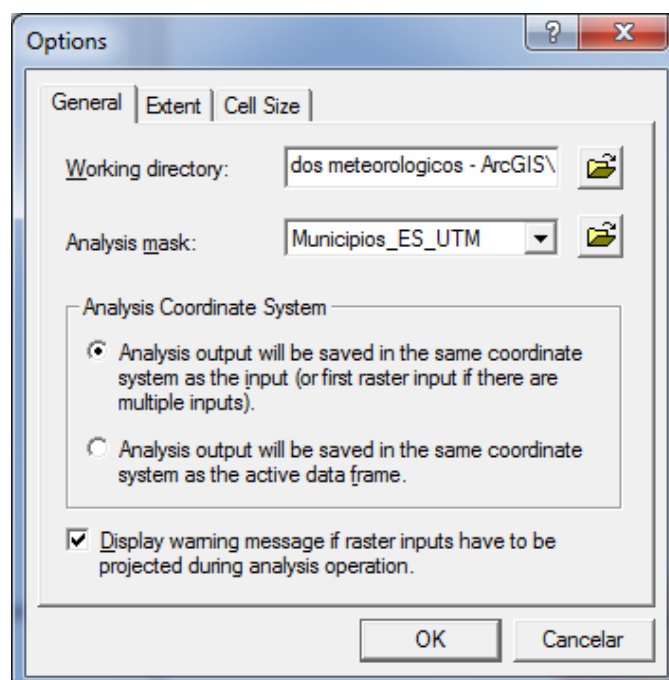
56. No Menu **Spatial Analyst**, clique sobre a opção **Options**.



57. Na caixa de diálogo **Options**, clique sobre a opção **General**.

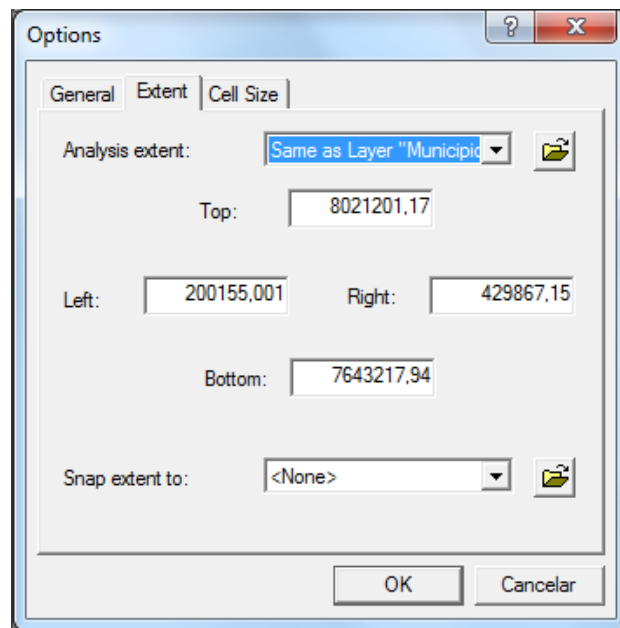
58. Na caixa de entrada **Working directory**, clique na pasta amarela  e vá para o diretório deste exercício.

59. Na caixa **Analysis Mask** você definirá a área delimitadora em que o algoritmo de interpolação atuará. Neste caso confinaremos o processamento apenas à porção territorial do estado do Espírito Santo. Sendo assim, marque com a opção **Municipios\_ES\_UTM**, camada esta que representa a delimitação do estado do Espírito Santo.



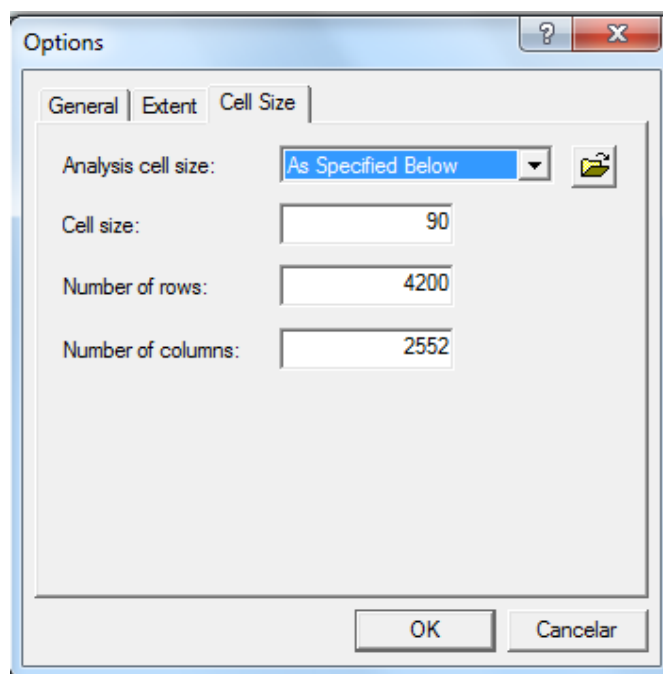


60. Clique na guia **Extent**.



61. No dropdown **Analyst extent**, selecione o shapefile **Municipios\_ES\_UTM**. Assim, ao interpolar os dados pontuais dos dados meteorológicos, as imagens matriciais resultantes terão suas dimensões (largura e altura) definidas de acordo com as coordenadas UTM selecionadas nesta guia.


62. Clique na guia **Cell Size**.

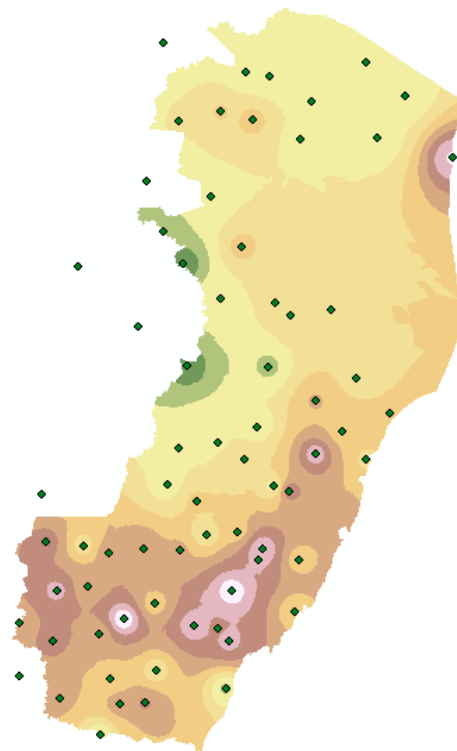
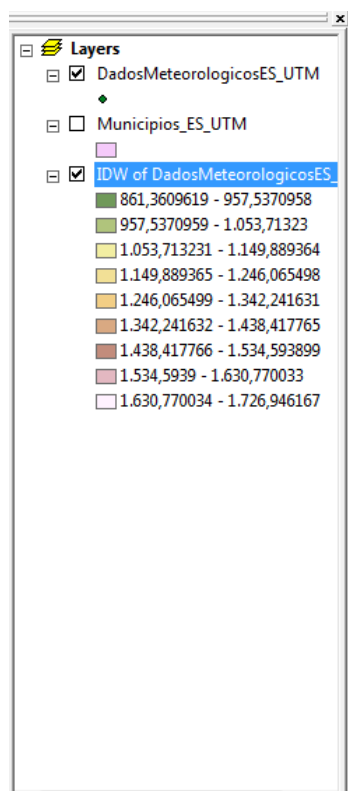


63. Na caixa de entrada **Cell Size**, entre com o valor 90. Logo após a interpolação dos dados pontuais meteorológicos, as imagens matriciais resultantes serão representadas por células com resolução espacial de 90 metros, contendo 4.200 linhas e 2.552 colunas. É importante ressaltar que a resolução espacial das células depende da escala cartográfica de trabalho, pois quanto menor o valor da resolução espacial, menor será o erro médio quadrado e maior será o tempo de



processamento computacional, necessitando de um computador de melhor qualidade, pois as imagens resultantes irão ocupar mais espaço em disco, além de necessitar de um bom processador e de mais memória RAM.

64. Clique sobre o botão **OK**. Após configurar as opções do **Spatial Analyst**, você pode, então, iniciar a interpolação dos dados pontuais meteorológicos com o intuito de gerar os mapas de dados médios mensais de precipitação pluviométrica, temperatura do ar, evapotranspiração real, excedente hídrico e deficiência hídrica.
65. No menu **Spatial Analyst**, aponte para **Interpolate to Raster** e clique sobre a opção **Inverse Distance Weighted**. Este é um dos métodos de interpolação de pontos. Outros métodos podem ser usados para a interpolação como Spline e Kriging.
66. Na caixa de diálogo **Inverse Distance Weighted**, no dropdown Z value Field, selecione o campo **P** (Precipitação Pluviométrica Anual) da tabela de atributos.
67. Na caixa de entrada **Output Raster**, clique sobre a pasta amarela , vá para o diretório do exercício e entre com o nome da imagem matricial de saída de **Prec\_Quad**.
68. Clique sobre o botão **OK**.
69. Após o processamento, desmarque a camada **Municipios\_ES\_UTM** para visualizar o resultado da interpolação (vide ilustração a seguir).





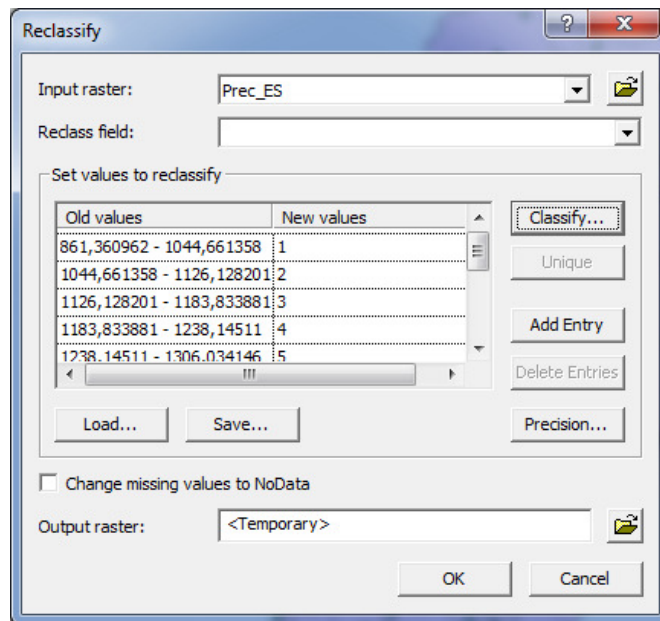


## Reclassificando Intervalo de Precipitação

Agora, reclassificaremos a camada **Prec\_ES** em intervalos de precipitação pluviométrica variando de 100 em 100 mm.

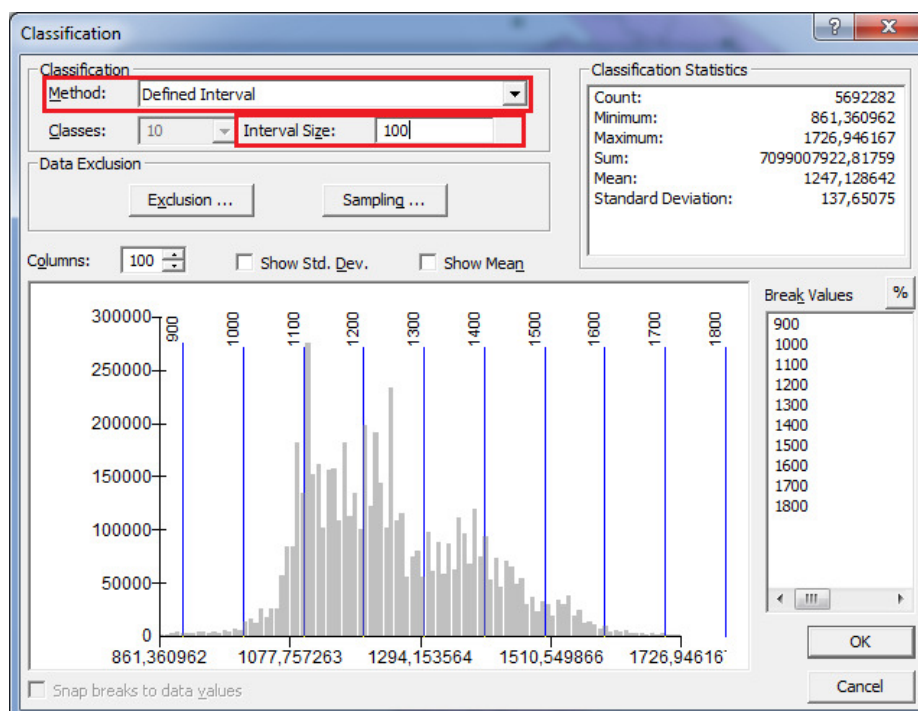
70. No menu **Spatial Analyst**, clique sobre a opção **Reclassify**.

71. Na caixa de diálogo **Reclassify**, selecione a imagem matricial **Prec\_ES** na caixa de entrada **Input raster**.



72. Clique sobre o botão **Classify**.

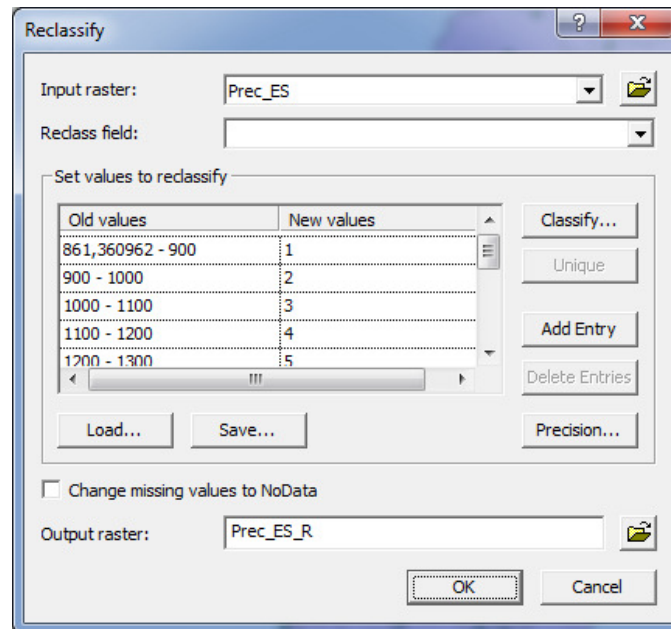
73. Na caixa de diálogo **Classification**, selecione a opção **Defined Interval** no dropdown **Method**. Na caixa de entrada **Interval Size**, entre com o valor de **100**.



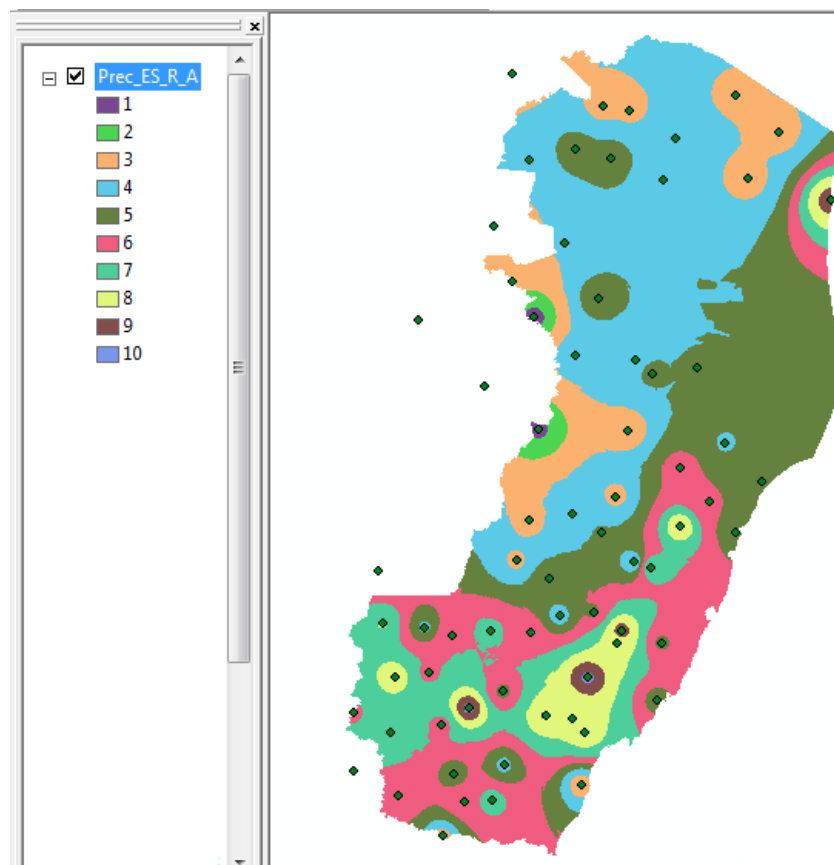


74. Clique sobre o botão **OK**.

75. Na caixa de diálogo **Reclassify**, na entrada **Output Raster**, entre com o nome de **Prec\_ES\_R** dentro do subdiretório do exercício.



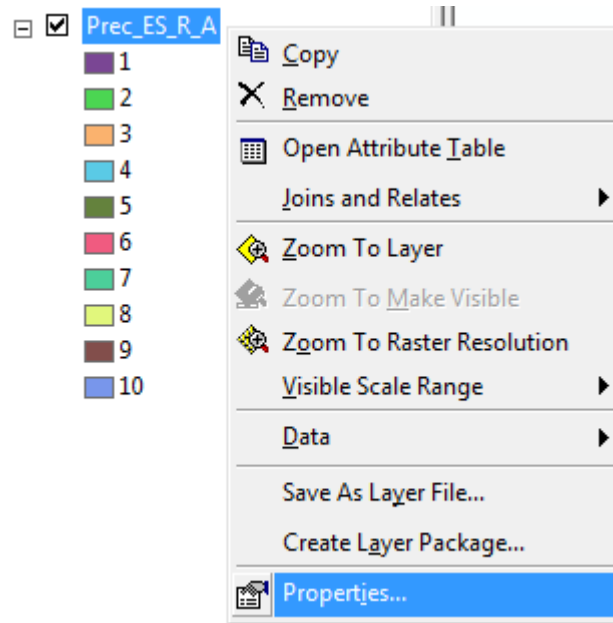
76. Clique sobre o botão **OK**. Abaixo é mostrado o resultado da reclassificação.



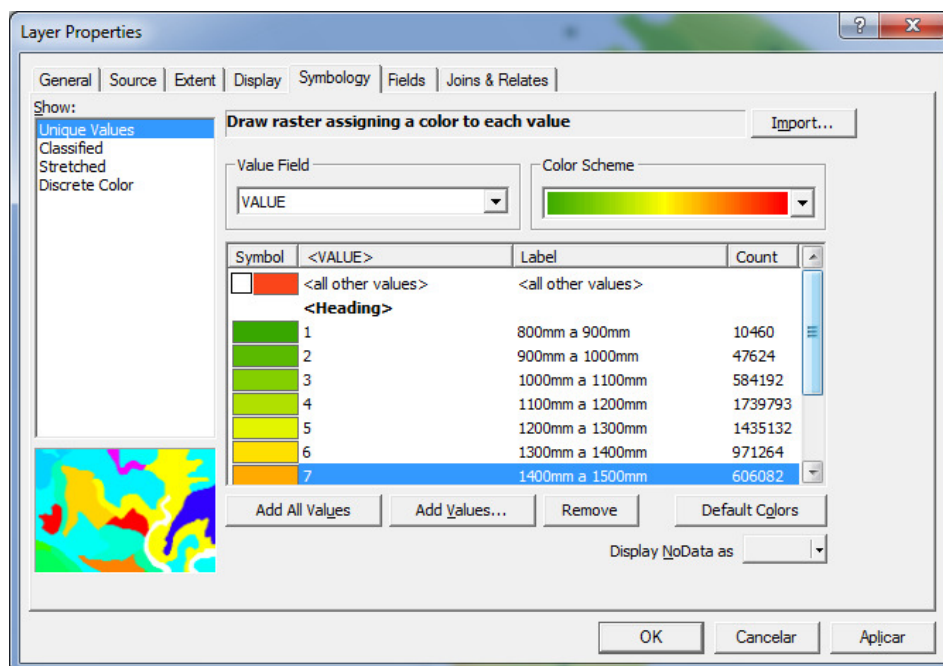


## Preparando a legenda a ser exibida no layout final

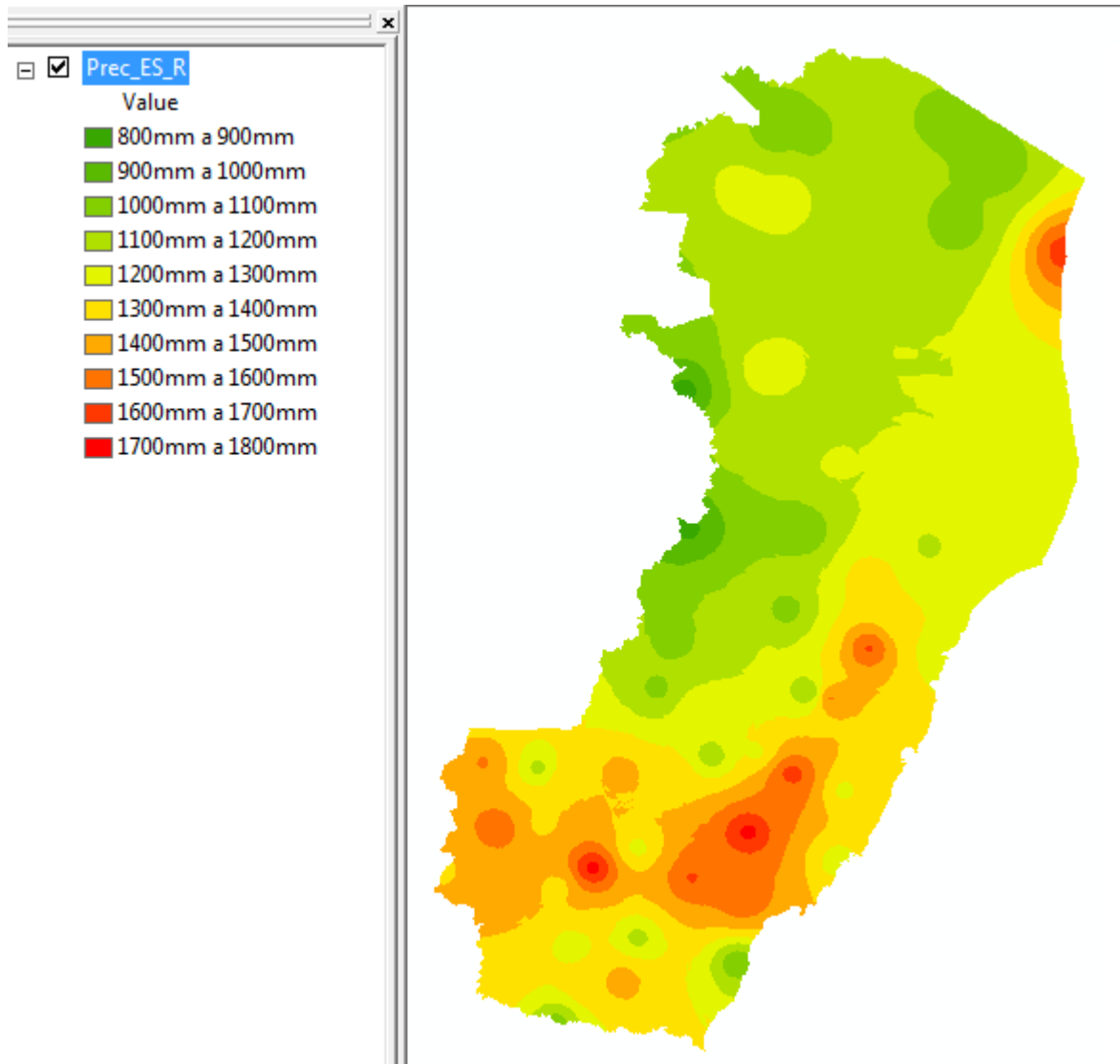
77. Na tabela de conteúdo, clique com o botão direito do mouse sobre a imagem matricial **Prec\_ES\_R** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Properties**.



78. Na caixa de diálogo **Layer Properties**, clique sobre a guia **Symbology**. No painel **Show**, clique sobre a opção **Unique Values**. No painel **Value Field**, desmarque a opção **All other values**. No dropdown **Color Scheme**, escolha a paleta de cor **Arco-íris**. Entre com os intervalos de precipitação variando de **100 a 100 mm** a partir de **800 mm**.



79. Clique sobre o botão **OK**. Observa, a seguir, o resultado da confecção da legenda.



### Questionário aplicado ao exercício:

1. Escolha ponto qualquer do mapa e descreva suas coordenadas UTM e a precipitação correspondente ao ponto selecionado. **OBS.: Não escolha pontos onde ocorra estações pluviométricas. (2,5 pontos)**
2. Após as etapas realizadas anteriormente e todo o conhecimento adquirido com aulas passadas, você deverá elaborar o layout de impressão da precipitação pluviométrica anual para o estado do Espírito Santo. **(2,5 pontos)**
3. Posteriormente, de forma análoga, repita os passos anteriores **NECESSÁRIOS** para elaborar os seguintes mapeamentos:
  - 1 Temperatura média anual para o estado do Espírito Santo. **(2,5 pontos)**
  - 2 Excedente médio acumulado anual para o estado do Espírito Santo. **(2,5 pontos)**