



Universidade de Lisboa Faculdade de Ciências

Visualização de Dados

1º Projeto - Visualização de Dados Científicos usando o ParaView

Previsão da taxa de regeneração
natural da azinheira em terras abandonadas
pela agricultura

Grupo 4

João Raimundo (57454)
Rui Roque (57588)
Telma Matias (57590)

10 de novembro de 2021

Índice

1.	Introdução.....	3
2.	Organização dos dados no formato VTK e criação de novas variáveis.....	3
3.	Visualização dos dados através do Software ParaView	7
3.1.	Representação dos Planos.....	7
3.2.1.	Animação para estudo da variável escalar Taxa de Regeneração	9
3.2.3.	Representação de isosuperfícies	13
3.3.	Taxa de Regeneração Vs. Altitude	14
3.3.1.	Representação das isolinhas sobre a orografia de cada plano	15
3.4.	Comparação dos períodos de regeneração com variáveis vetoriais.....	16
3.4.1.	Representação com <i>glyphs</i> do tipo seta	16
3.4.2	Representação alternativa com <i>glyphs</i> do tipo esfera	18
4.	Conclusão	20
5.	Referências	20

1. Introdução

O presente projeto foi proposto na unidade curricular de Visualização de Dados. Este terá como objetivo estudar um conjunto de dados, utilizando o *software* ParaView (Ahrens *et al.* 2005).

O conjunto de dados fornecidos para o projecto são de origem científica, gerados por simulação, por um grupo de investigação do centro *eChanges (Ecology of Environmental Change)* da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. O estudo realizado corresponde à previsão da taxa de regeneração natural da azinheira em terras abandonadas pela agricultura, com e sem alterações climáticas ao fim de um período de 30 e 60 anos, numa área coberta retangular de 60 pontos ao longo do eixo dos *xx* e 50 pontos ao longo do eixo dos *yy* (Príncipe *et al.* 2014). Os dados foram fornecidos no formato tabular CSV, onde é descrito as coordenadas cartesianas da área coberta (no sistema UTM WGS84 zone 29), o valor da altitude do terreno para cada ponto e ainda os valores da taxa de regeneração natural da azinheira em cada ponto ao fim de períodos de 30 e 60 anos, com e sem alterações climáticas.

Deste modo, será realizada uma análise de visualização dos dados científicos. Começaremos por associar os dados a variáveis declaradas num ficheiro VTK (*Visualization Toolkit*) de forma a estruturar uma grelha. A grelha possuirá três planos associados aos diferentes cenários de regeneração durante a reflorestação e respetivos períodos, com e sem alterações climáticas. Em cada plano irá ser inferido a evolução da taxa de regeneração e a influência da altitude na tendência de regeneração, ao interpretar os algoritmos criados ao longo do projeto com o *software* Paraview, como por exemplo: representação de isolinhas e isosuperfícies em planos de corte; animações para avaliar a evolução das taxas de regeneração; aplicação de *warping* para representar a orografia do terreno; e criação de *glyphs* para avaliar a tendência de regeneração entre os vários cenários descritos. Todos estes algoritmos serão interpretados com base na sua coloração, que será aplicada com recurso ao método de mapeamento de cores.

2. Organização dos dados no formato VTK e criação de novas variáveis

Como passo inicial do nosso projecto, procedeu-se à organização dos dados num formato suportado pela biblioteca gráfica VTK - requerido pelo *software* de visualização *Paraview* v5.10.0. O *software* Paraview usa o VTK como mecanismo de renderização e processamento dos dados, permitindo uma exploração interativa dos dados científicos em 3D.

O VTK suporta dois tipos de formatos para a estrutura dos dados: formatos *legacy* que podem ser ASCII e binários; ou o formato XML que é mais flexível, porém muito mais complexo. Deste modo, optamos por estruturar os dados científicos num formato *legacy* ASCII (Figura 1-C) pela sua simplicidade, na versão 3.0 (Figura 1-A).

# vtk DataFile Version 3.0	A
Planos Terreno Taxreg Azinheira	B
ASCII	C
DATASET STRUCTURED_POINTS	D
DIMENSIONS 60 50 3	E
ORIGIN 60399 4165513 0	F
SPACING 10 -10 100	G
POINT_DATA 9000	H

Figura 1 - Estrutura do ficheiro VTK. **A)** Definição da versão; **B)** Título atribuído aos dados de estudo; **C)** Formato do ficheiro; **D)** Definição do tipo de grelha; **E)** Definição das dimensões da grelha; **F)** Definição dos valores de origem das coordenadas cartesianas; **G)** Definição do espaçamento entre pontos da grelha; **H)** Definição do número de pontos da grelha.

Na etapa seguinte, caracterizamos a estrutura dos dados, bem como as grandezas e os atributos associados a esta. A Figura 1 descreve como é que os dados foram organizados no ficheiro VTK (planos_terreno_azinheira.vtk). Para a designação do *dataset* escolhemos o título “planos terreno taxreg azinheira” (Figura 1-B).

A grelha é definida pela sua geometria e topologia. No caso em estudo, a geometria da grelha é definida pelos valores escalares em coordenadas cartesianas. O eixo dos *xx* é definido pelos valores da latitude ao longo de 60 pontos, e o eixo dos *yy* pelos valores da longitude ao longo de 50 pontos. Uma vez que sabemos os valores da origem para cada uma das dimensões (eixos *xx* e *yy*) e o espaçamento entre os pontos adjacentes para cada dimensão, a geometria da grelha é definida como regular.

Tendo em conta o caso de estudo, queremos avaliar os períodos de regeneração da azinheira ao fim de um período de 30 anos com alterações climáticas e ao fim de 60 anos com e sem alterações climáticas, como referido anteriormente. Os valores destas três condições estão associados a três planos distintos da grelha, segundo o eixo dos *zz*. Deste modo, a topologia da grelha é regular uma vez que conhecemos o número de dimensões da grelha (três - eixos ortogonais *xx*, *yy*, *zz*) e o número de nós/vértices para cada uma das dimensões. Sendo a geometria e a topologia regulares, a grelha é caracterizada sendo uma grelha tridimensional estruturada regular.

Deste modo, a grelha foi definida no ficheiro VTK com o parâmetro “DATASET STRUCTURED_POINTS” (Figura 1-D), designação equivalente à da grelha estruturada regular. A geometria da grelha foi definida de acordo com os pontos de origem e os valores de espaçamento entre eles. Assim, os pontos de origem foram definidos com o parâmetro “ORIGIN 60399 4165513 0” (Figura 1-F), onde ‘60399’ é o primeiro valor da variável latitude (eixo dos *xx*), ‘4165513’ o valor de origem da variável longitudinal (eixo dos *yy*) e ‘0’ para o eixo dos *zz*; o espaçamento entre os pontos foi definido como parâmetro “SPACING 10 -10 100” (Figura 1-G), uma vez que os valores para o eixo das abcissas diferiam entre si num incremento de 10 em 10 unidades, bem como os valores escalares associados ao eixo dos *yy* diferiam de 10 em 10 unidades mas por ordem decrescente (-10 em -10). O eixo dos *zz* foi definido com um espaçamento de 100, o que equivale à distância entre os planos que iram ser estudados de acordo com a taxa de regeneração da azinheira (3 planos). Tendo em conta a definição da topologia da grelha no ficheiro VTK, esta foi definida de acordo com as dimensões e o número de pontos que constituem a grelha. Como referido anteriormente, a grelha possui ao longo do eixo dos *xx* 60 pontos e 50 ao longo do eixo dos *yy*; O eixo dos *zz* é definido pelos 3 planos de estudo da taxa de regeneração da azinheira - pelo que foi usado o parâmetro “DIMENSIONS 60 50 3” (Figura 1-E) para definir as dimensões da grelha. Cada plano é constituído por 3000 pontos, como a grelha é constituída por 3 planos tem no total 9000 pontos definidos pelo parâmetro “POINT_DATA 9000” (Figura 1-H) no ficheiro VTK.

Foram ainda declaradas duas variáveis escalares (altitude e taxa de regeneração) e uma grandeza vetorial (tendência de regeneração) que estão associadas a cada vetor criado da grelha, no ficheiro VTK. Em seguida, será descrito como é que as grandezas foram criadas. É importante referir que para variáveis escalares a função de transferência, responsável por atribuir cores às variáveis, foi definida e mantida como *default* com o parâmetro “LOOKUP_TABLE default”.

A variável escalar “Altitude” (Figura 2) foi definida no ficheiro VTK com o parâmetro “SCALARS Altitude float”. O tipo de variável foi definido como *float* uma vez que se trata de grandezas com casas decimais. Para cada um dos planos os valores de altitude são iguais, de modo que foram definidos 3000 pontos três vezes seguidas com os mesmos valores, referentes aos planos 1, 2 e 3.

SCALARS Altitude float	LOOKUP_TABLE default			
157.445	157.445		157.445	
158.255	158.255		158.255	
158.769	158.769		158.769	
159.023	159.023		159.023	
159.149	159.149		159.149	
159.229	159.229		159.229	
159.301	159.301		159.301	
159.386	159.386		159.386	
159.491	159.491		159.491	
159.618	159.618		159.618	
159.75	159.75		159.75	
159.803	159.803		159.803	
159.841	159.841		159.841	
159.891	159.891		159.891	
160	160		160	
160.088	160.088		160.088	
160.113	160.113		160.113	
160.119	160.119		160.119	
160.247	160.247		160.247	
160.219	160.219		160.219	
160.167	160.167		160.167	
160.131	160.131		160.131	
159.999	159.999		159.999	
159.765	159.765		159.765	
159.551	159.551		159.551	
159.315	159.315		159.315	
159.091	159.091		159.091	
158.896	158.896		158.896	
158.749	158.749		158.749	
158.663	158.663		158.663	
158.667	158.667		158.667	
...	

Figura 2 - Declaração da variável escalar “Altitude” no ficheiro VTK.

De seguida foi declarada a segunda variável escalar, a “TaxaReg” (taxa de regeneração) - Figura 3. Os valores da variável foram definidos sendo do tipo decimal (*float*). Para o 1º plano foram definidos 3000 pontos com valores de taxa de regeneração com alterações climáticas ao fim de 30 anos; para o 2º plano foram definidos 3000 pontos com valores de taxa de regeneração com alterações climáticas ao fim de 60 anos; e por fim para o 3º plano foram definidos 3000 pontos com valores de taxa de regeneração sem alterações climáticas ao fim de 60 anos.

[illegible]

Figura 3 - Declaração da variável escalar “TaxaReg” no ficheiro VTK.

Como etapa final da criação do ficheiro VTK, foi então declarada a variável vetorial “TendenciaReg” (Figura 4) que em cada ponto da grelha indica a tendência de crescimento ao longo do tempo. Seguindo a lógica da definição dos planos nas variáveis escalares, a cada 3000 pontos, a variável vetorial foi construída, de acordo com o protocolo do projeto, da seguinte forma:

VECTORS TendenciaReg float			VECTORS TendenciaReg float			VECTORS TendenciaReg float		
52.8808	65.4135496	0	0	0	0	73.36	65.4135496	0
45.3264	56.0687568	0	0	0	0	62.88	56.0687568	0
45.3264	56.0687568	0	0	0	0	62.88	56.0687568	0
45.3264	56.0687568	0	0	0	0	62.88	56.0687568	0
45.3264	56.0687568	0	0	0	0	62.88	56.0687568	0
53.8251	66.5816487	0	0	0	0	74.67	66.5816487	0
53.8251	66.5816487	0	0	0	0	74.67	66.5816487	0
53.8251	66.5816487	0	0	0	0	74.67	66.5816487	0
59.4909	73.5902433	0	0	0	0	82.53	73.5902433	0
59.4909	73.5902433	0	0	0	0	82.53	73.5902433	0
59.4909	73.5902433	0	0	0	0	82.53	73.5902433	0
59.4909	73.5902433	0	0	0	0	82.53	73.5902433	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
65.1567	80.5988379	0	0	0	0	90.39	80.5988379	0
64.2124	79.4307388	0	0	0	0	89.08	79.4307388	0
...				

Figura 4 - Declaração da variável vetorial “TendenciaReg” no ficheiro VTK.

3. Visualização dos dados através do Software ParaView

3.1. Representação dos Planos

De forma a podermos visualizar a grelha criada foi inserido o ficheiro VTK no *software* de visualização (*ParaView*) e alterado o valor da representação para *Point Gaussian*, permitindo assim observar os três planos segundo o eixo dos zz (Figura 5).

Cada plano contém 3000 pontos associados a valores escalares, neste caso de estudo à altitude e taxa de regeneração e a uma grandeza vetorial, a tendência de regeneração.

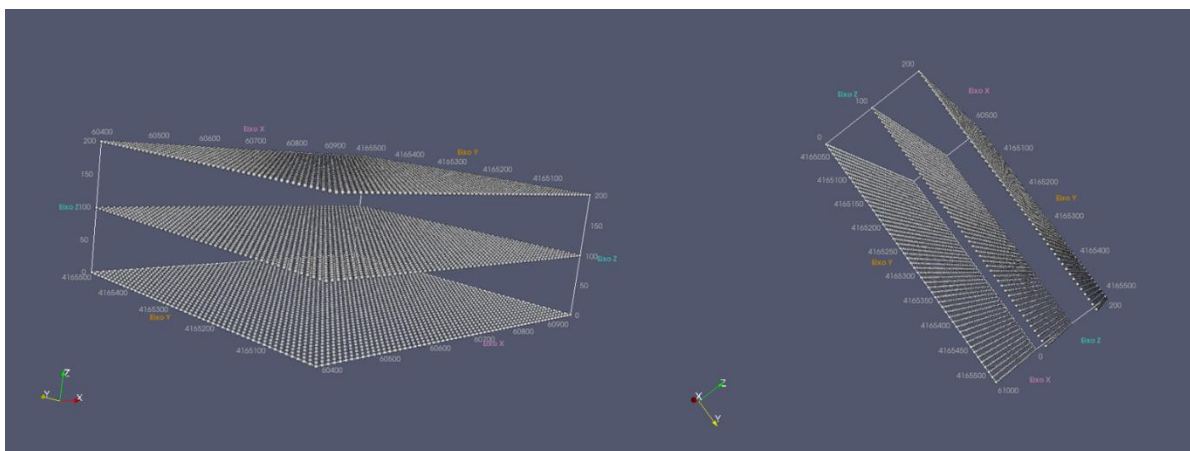


Figura 5 - Visualização no ParaView dos três planos da grelha.

De seguida, foram criados planos de cortes para cada plano existente, de forma a ser possível a visualização das grandezas escalares e vetoriais associadas a cada vértice da grelha. Para isto, utilizou-se a ferramenta *Slice* onde apenas foi alterado o valor de Z (eixo dos zz) nos *Plane Parameters*, de acordo com os valores de Z associados a cada plano (0, 100, 200) e o vetor normal foi alterado para que o plano de corte ficasse com orientação perpendicular ao eixo dos zz (normal: $1,0,0 \rightarrow 0,0,1$) - Figura 6.

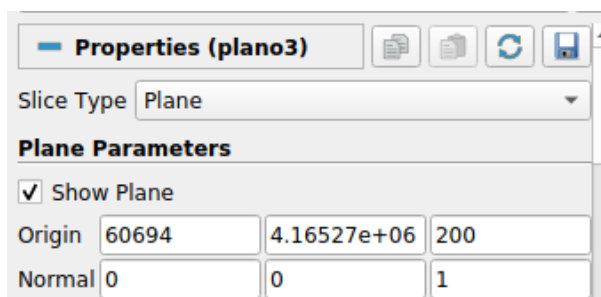


Figura 6 - Exemplo das propriedades do plano de corte associado ao plano 3.

3.2. Inferência da Taxa de Regeneração ao longo do tempo

Com os planos de corte definidos, iniciou-se o mapeamento de cores para cada plano de corte de forma a visualizar a variável escalar taxa de regeneração em cada um dos pontos (Figura 7).

Foi utilizada uma escala contínua de cores num *range* de preto/azul-escuro a laranja. Esta escala foi criada de forma a destacar as zonas de maior regeneração com a cor amarelo/laranja (cores mais quentes) e zonas de menor regeneração a preto e azul-escuro (cores mais frias), de maneira a melhorar percepção do utilizador à medida que a taxa de regeneração aumenta.

Nesta representação é possível verificar diferenças de cores em cada um dos planos de corte, uma vez que a taxa de regeneração varia de acordo com o tempo decorrido e com a existência, ou não, de alterações climáticas.

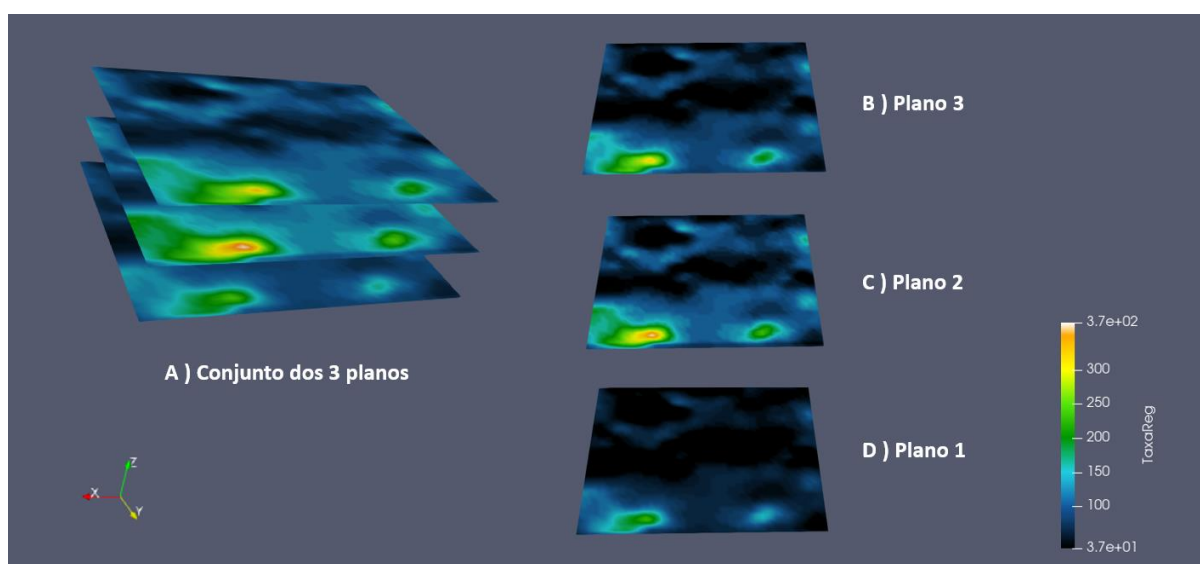


Figura 7 - Conjunto dos planos coloridos de acordo com a variável escalar “TaxaReg”. **A)** Conjuntos dos 3 planos; **B)** Plano 3; **C)** Plano 2; e **D)** Plano 1.

É possível verificar que ao fim de 60 anos a taxa de regeneração será mais alta - taxa de regeneração nos planos 2 e 3 é superior à do plano 1 - representada em tons de amarelo e laranja, e que a presença de alterações climáticas afeta a taxa de regeneração, provocando um pequeno aumento da taxa de regeneração comparativamente com as situações sem alterações climáticas - taxa de regeneração no plano 2 é maior que no plano 3 - representada pela presença da cor laranja no plano 2.

3.2.1. Animação para estudo da variável escalar Taxa de Regeneração

Para avaliar a evolução da variável escalar taxa de regeneração ao longo do tempo, foi criada uma animação. Com a ferramenta “*Animation View*” foram definidos os parâmetros da animação com base no plano 1: modo da animação em tempo real, com uma duração de 40 segundos e com os parâmetros da interpolação definidos para *ramp* entre os valores de $Z = 0$ e $Z = 197$. Deste modo, é possível inferir a evolução da taxa de regeneração ao longo do tempo pelo eixo dos zz . Entre os valores $Z=0$ e $Z=197$ a animação vai passando pelos vários planos descrevendo a progressão da taxa de regeneração ao longo do tempo associada aos cenários definidos em cada plano, descritos anteriormente (Figura 8).

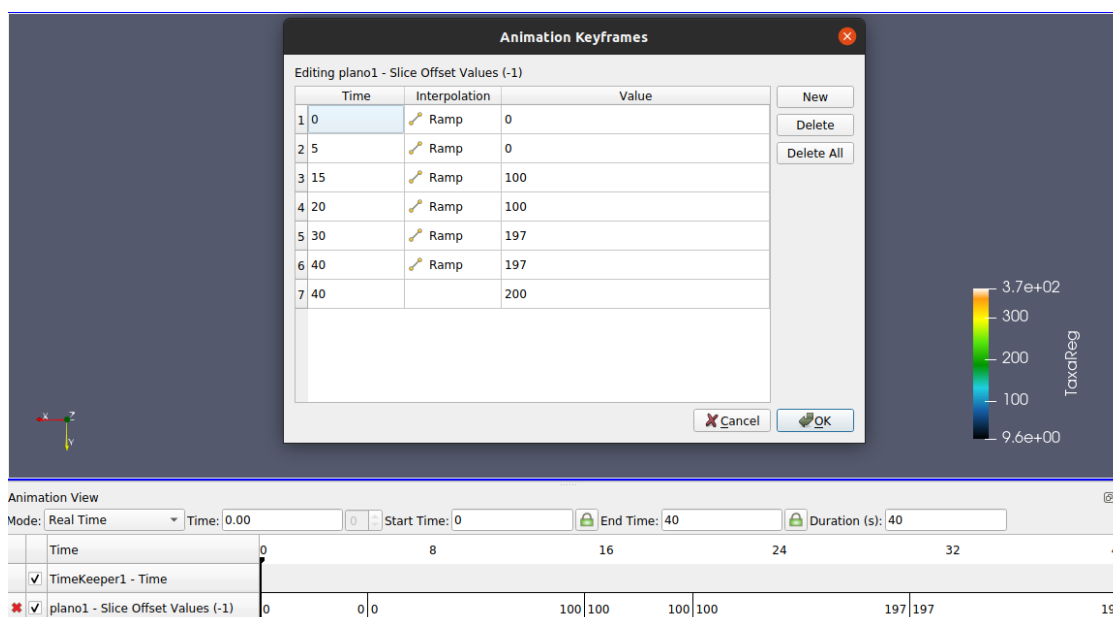


Figura 8 – Definição dos parâmetros usados na animação com a ferramenta *Animation View*.

A animação foi gravada e editada de maneira a identificar os 3 planos e encontra-se na pasta de entrega com o nome “Animação_taxas_regeneração_por_planos.mp4”. Nas Figuras 9-11 estão representados alguns exemplos no decorrer do processo de gravação.

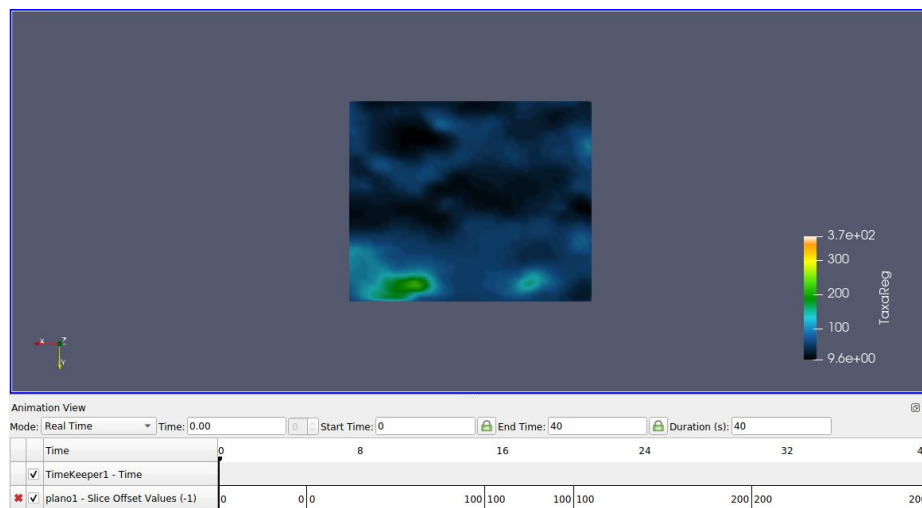


Figura 9 – Processo de animação do plano 1.

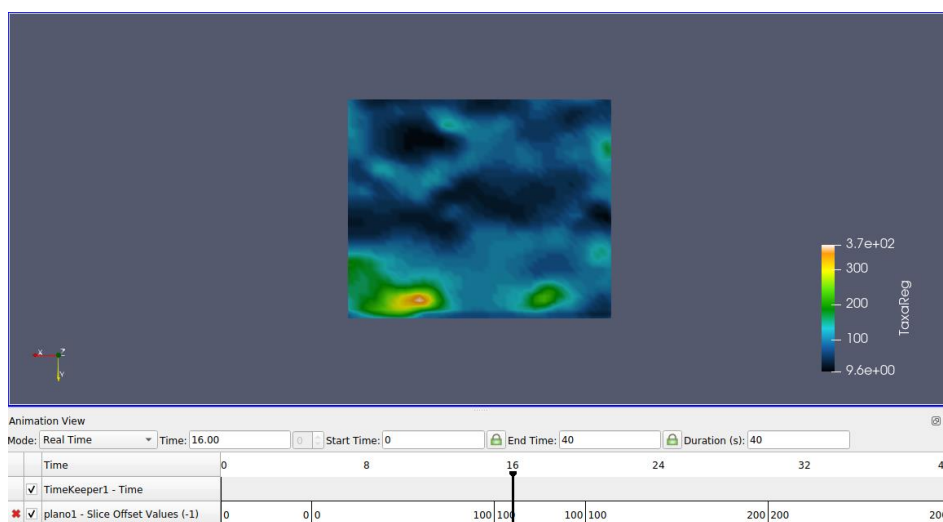


Figura 10 – Processo de animação do plano 2.

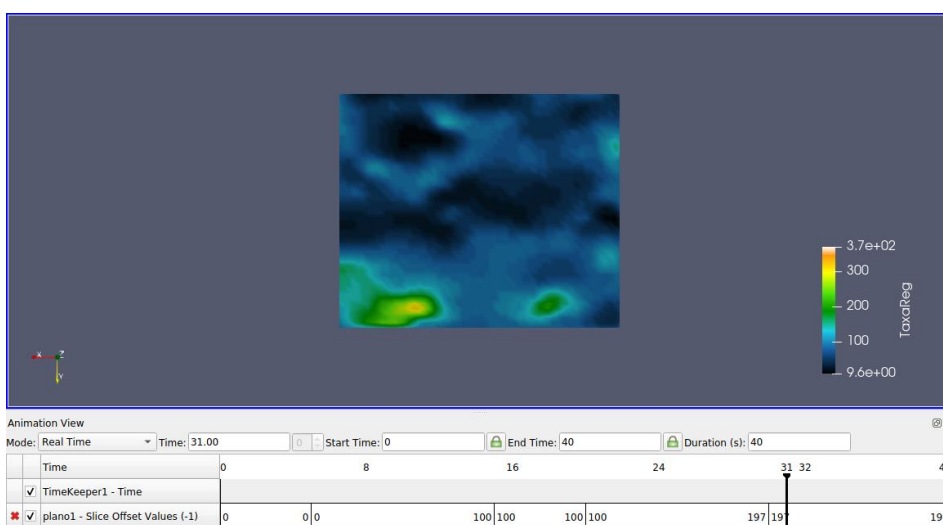


Figura 11 – Processo de animação do plano 3.

3.2.2. Representação de Isolinhas

Para representar as isolinhas, foi utilizada a ferramenta *contour* em cada um dos planos de corte. Para isso foi necessário definir os valores correspondentes ao centro do intervalo de variação da variável escalar taxa de regeneração em cada um dos 3 planos. Estes foram determinados usando interpolação linear num determinado *range* de valores com a ferramenta “*Generate Number Series*” com o parâmetro “*Number of Samples*” igualado a “3”.

Os valores correspondentes ao centro de intervalo de variação calculados para cada plano, encontram-se assinalados na Figura 12 com uma seta azul ((**A**) Plano 1 = 118.51; **B**) Plano 2 = 192.041; **C**) Plano 3 = 164.405), e na Figura 13-A.

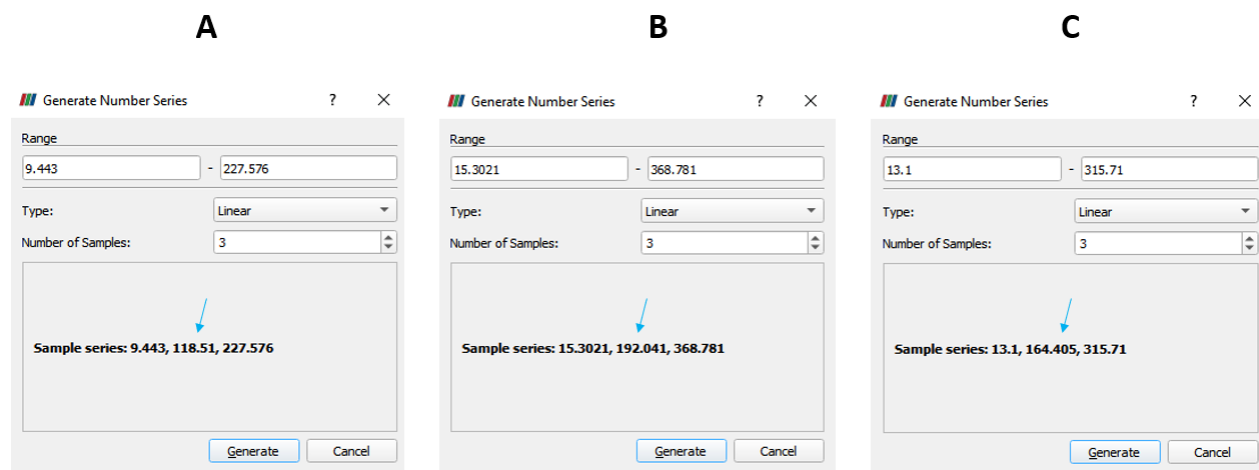


Figura 12 – Cálculo dos valores correspondentes ao centro do intervalo de variação da variável escalar taxa de regeneração em cada um dos 3 planos; **A**) Plano 1 – valor do centro de intervalo = 118.51; **B**) Plano 2 – valor do centro de intervalo = 192.041; **C**) Plano 3 – valor do centro de intervalo = 164.405.

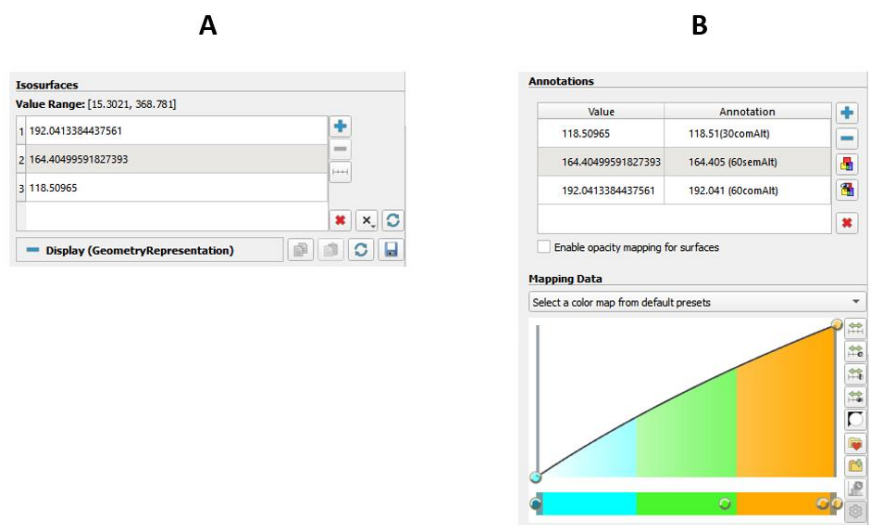


Figura 13 – **A**) Valores correspondentes ao centro do intervalo de variação da variável escalar taxa de regeneração calculados para cada um dos planos; **B**) Criação de uma escala de cor discreta associada aos valores de centro de intervalo calculados em cada plano.

Seguidamente, foi criada uma escala de cor discreta associada aos valores escalares calculados como centros do intervalo de variação em cada um dos planos (Figura 13-B). A cor azul ficou associada ao valor escalar “118.51”, a cor verde ao valor “164.405” e cor laranja associada ao valor “192.041”.

Deste modo, três isolinhas foram traçadas em cada plano sob a forma de *outlines*, mapeadas de acordo com a escala de cores criada, e assim, associadas aos valores dos centros do intervalo de variação calculados para cada plano (Figura 14).

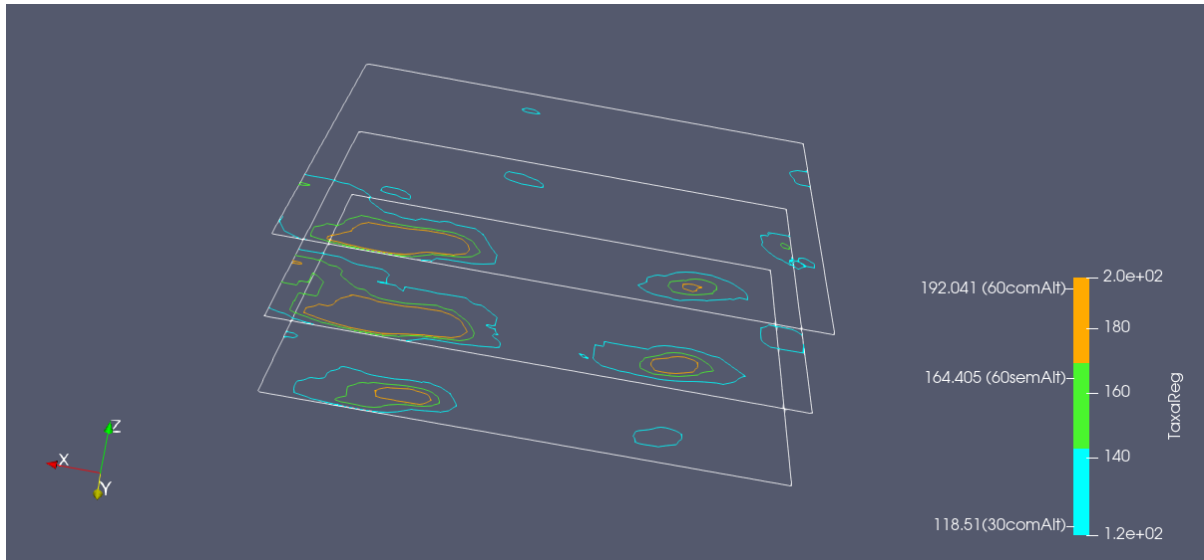


Figura 14 – Isolinhas traçadas nos três planos, mapeadas de acordo com uma escala de cor discreta.

Ao visualizar esta representação torna-se perceptível a comparação dos valores de regeneração ao longo dos cenários em estudo. É possível, por exemplo, avaliar que a área da isolinha correspondente ao valor da taxa de regeneração 192.041 (laranja) no plano 2, é maior que a área da isolinha do plano 3 (plano superior na Figura 13) para o mesmo valor de taxa de regeneração.

3.2.3. Representação de isosuperfícies

De modo a representar as isosuperfícies, foi utilizada novamente a ferramenta *contour*, mas desta vez sobre todo o conjunto de dados, criando assim as isosuperfícies entre os vários planos (Fig. 6). As isosuperfícies encontram-se coloridas de acordo com a mesma escala de cor discreta aplicada nas isolinhas.

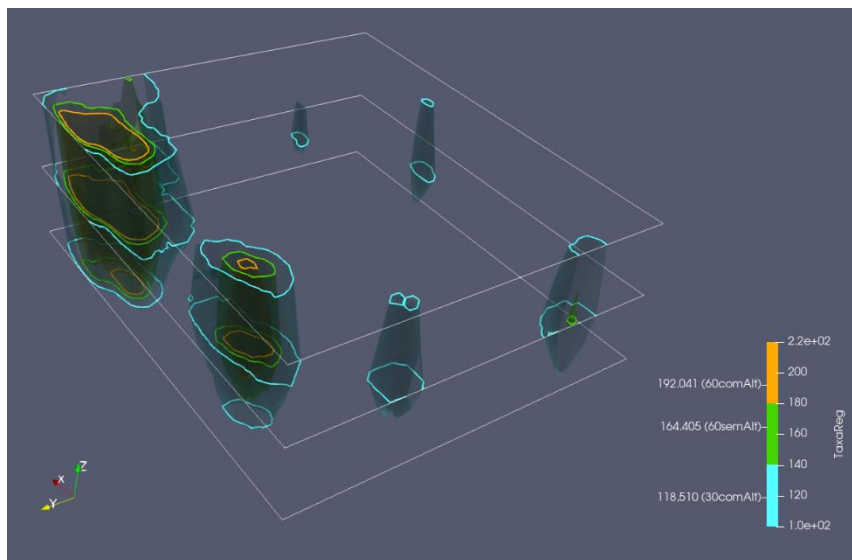


Figura 15 - Representação das isosuperfícies correspondentes ao valor central da taxa de regeneração calculadas nos três planos.

Ao visualizar esta representação é possível verificar, por exemplo, que com o passar dos anos a área das isosuperfícies correspondentes ao valor de taxa de regeneração 192.041 (apresentadas na cor laranja) vai aumentando, e quando não existem alterações climáticas (plano 3) a área das isosuperfícies volta a diminuir (plano 2 \rightarrow plano 3). O que permite chegar à conclusão, de que, quando existem alterações climáticas e o número de anos passados é maior, a área das isosuperfícies e os valores da taxa de regeneração estão correlacionados (a área aumenta com o aumento da taxa de regeneração).

3.3. Taxa de Regeneração Vs. Altitude

Como passo inicial, a orografia de cada plano foi representada segundo a grandeza escalar altitude. Foi efetuada a deformação dos planos com base da variável escalar altitude com a ferramenta *warp by scalar*, utilizando um fator escalar de 5.3. O mapeamento de cores (*map color*), com recurso a uma escala de cor contínua com tons quentes, foi aplicado nos planos onde as cores mais escuras (roxo) estão associadas a altitudes mais baixas, e cores mais claras (amarelo) associadas a altitudes mais elevadas (Figura 16).

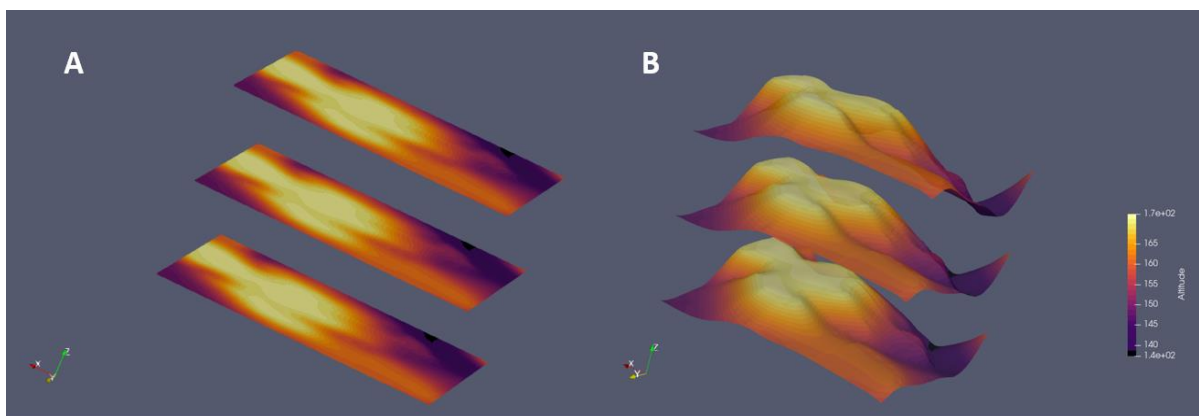


Figura 16 – **A)** Representação da orografia dos planos coloridos de acordo com a variável escalar altitude. **B)** Representação dos planos deformados (fator escalar = 5.3) e coloridos de acordo com a variável escalar altitude.

De seguida, foi mantida a deformação dos planos segundo a variável escalar altitude, e coloridos de acordo com os valores associados à variável escalar taxa de regeneração (Figura 17). Foi aplicada uma escala de cor contínua de tons frios onde os valores de taxa de regeneração mais baixos estão representados com tons mais escuros (azul-escuro), e os valores mais elevados representados com tons mais claros (amarelo/laranja). Esta configuração dos planos permite avaliar a relação entre as duas grandezas escalares altitude e taxa de regeneração – a taxa de regeneração aparenta ser inferior em zonas com altitudes mais elevadas.

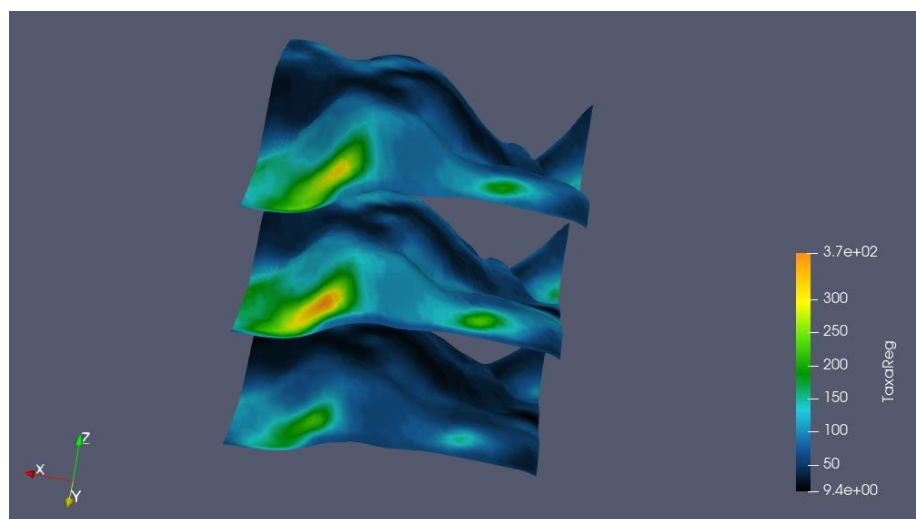


Figura 16 – Representação dos planos coloridos de acordo com a variável escalar taxa de regeneração e deformados segundo a grandeza escalar altitude.

3.3.1. Representação das isolinhas sobre a orografia de cada plano

Para a representação das isolinhas sobre a orografia dos planos (Figura 18) foi utilizada a ferramenta *contour*, mas desta vez sobre a deformação aplicada a cada plano. As isolinhas foram calculadas a partir dos valores da grandeza escalar altitude com um *range* de 10 valores (Figura 17).

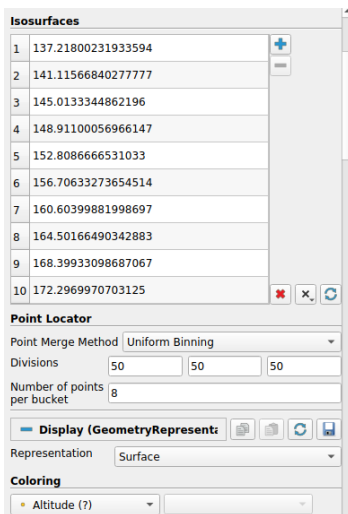


Figura 17 – Criação das isolinhas num *range* de 10 valores calculadas a partir da variável escalar altitude.

Como se pode ver na Figura 18, a representação permite uma análise mais pormenorizada dos valores da taxa de regeneração em comparação à orografia do terreno, devido às isolinhas representadas. A taxa de regeneração é maior em altitudes entre os 140 e os 160, e como a altitude não difere ao longo dos anos esta não tem tanta influência como o número de anos passados e a existência, ou não de alterações climáticas. Todavia, permite ter uma ideia em que altitudes pode haver uma maior taxa de regeneração. É possível perceber que zonas de regeneração mais elevada se encontram apenas na encosta da orografia do terreno, talvez por esta estar sujeita a mais exposição solar enquanto outros pontos do terreno ficam à sombra grande parte do dia (devido à sombra criada pela encosta do terreno). Deste modo, o tempo de exposição solar poderá ser mais impactante do que a variação da altitude sobre a taxa de regeneração.

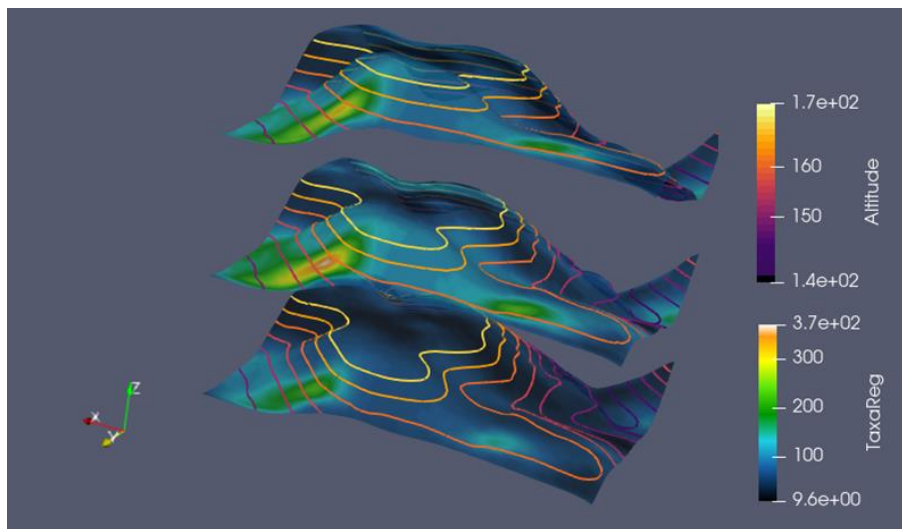


Figura 18 – Representação dos planos deformados (com base nos valores de altitude) com representação de isolinhas de acordo com os valores de altitude; Coloração dos planos de acordo com os valores da taxa de regeneração.

3.4. Comparação dos períodos de regeneração com variáveis vetoriais

3.4.1. Representação com *glyphs* do tipo seta

De forma a visualizar as relações entre períodos existentes, foram definidos *glyphs* do tipo seta segundo os seguintes parâmetros (Figura 19): sem *scale array*, *scale factor* igual a 59 e com as orientações dos vetores, bem como o mapeamento de cor, associados à grandeza vetorial “TendenciaReg”, sobre 225 *sample points* de cada plano.

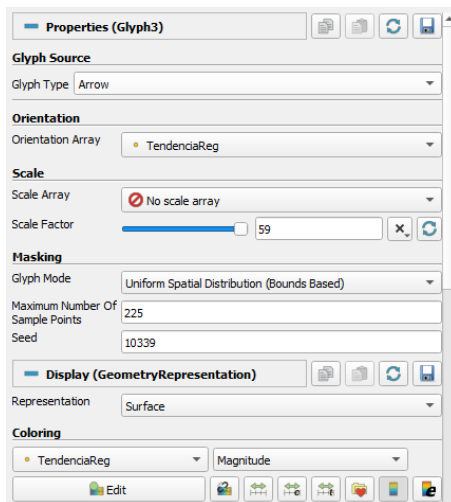


Figura 19 – Parâmetros definidos para a criação de *glyphs* do tipo seta.

Desta maneira foi possível analisar as seguintes representações, associando a direção dos *glyphs* à variável vetorial tendência de regeneração. A direção varia apenas segundo os eixos dos *xx* e *yy* de acordo com os períodos representados em cada um destes eixos.

De modo a comparar os períodos de regeneração, foi ainda definida uma reta segundo a variável vetorial “TendenciaReg” com o declive de 45°. Esta reta foi definida recorrendo à ferramenta *streamTracer*, segundo os parâmetros apresentados na Figura 20-A (plano 1) e Figura 20-B (plano3). A representação da reta sobre os planos pode ser visualizada na Figura 21-B (plano 3) e na Figura 21-C (plano 1).

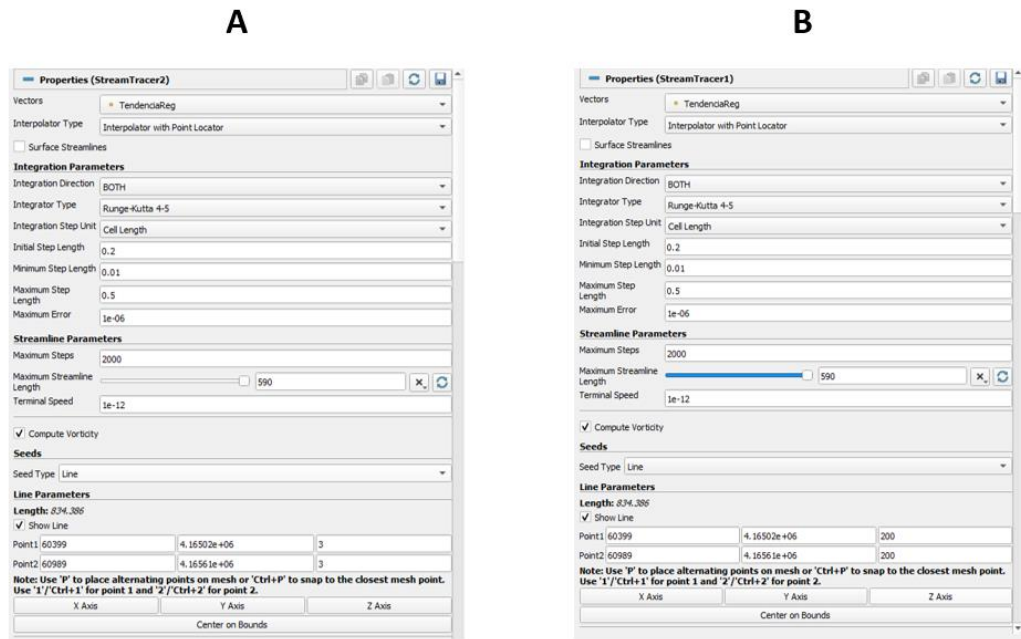


Figura 20 – **A)** Parâmetros utilizados para definir a *StreamTracer* aplicada ao plano 1; **B)** Parâmetros utilizados para definir a *StreamTracer* aplicada ao plano 3.

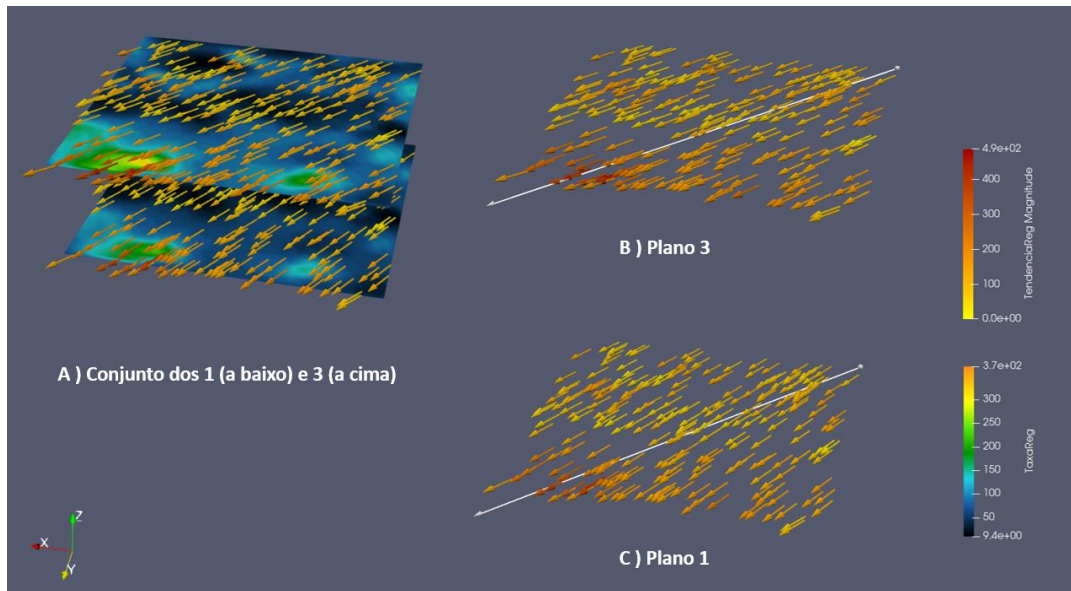


Figura 21 – Representação dos *glyphs* nos planos 1 e 3; **A)** Conjunto dos planos 1 e 3 – os planos encontram-se coloridos de acordo com os valores da variável escalar taxa de regeneração, e os *glyphs* coloridos de acordo com a grandeza vetorial tendência de regeneração. **B)** Representação dos *glyphs* no plano 3 com coloração de acordo com a tendência de regeneração, sob a orientação de um *StreamTracer*; **C)** Representação dos *glyphs* no plano 1 com coloração de acordo com a tendência de regeneração, sob a orientação de um *StreamTracer*.

A Figura 21-C corresponde ao plano 1, cujos *glyphs* apresentam no eixo do *xx*, o valor da taxa de regeneração, com alterações climáticas, ao fim de um período de 30 anos e segundo o eixo dos *yy*, a taxa de regeneração, com alterações climáticas, ao fim de um período de 60 anos, onde é possível verificar que a direção dos vetores tende para o eixo dos *yy*, indicando que os valores da taxa de regeneração são maiores com o passar de anos.

A Figura 21-B corresponde ao plano 3, cujos *glyphs* segundo o eixo dos *xx*, o valor da taxa de regeneração, sem alterações climáticas, ao fim de um período de 60 anos; segundo o eixo dos *yy*, a taxa de regeneração, com alterações climáticas, ao fim de um período de 60 anos, onde é possível verificar que a direção dos vetores tende ligeiramente para o eixo dos *yy*, indicando assim que os valores da taxa de regeneração ao fim de 60 é maior quando existe alterações climáticas.

3.4.2. Representação alternativa com *glyphs* do tipo esfera

Uma forma alternativa para a visualização destes dados consistiu em aplicar o filtro “*Glyph*” do tipo esfera. Este tipo de *glyphs* foi definido com base nos parâmetros apresentados na Figura 22 – *sphere radius* definido pelo valor 0,4; orientação segundo a grandeza vetorial “*TendenciaReg*”; a escala segundo os valores da variável escalar “*TaxaReg*”; *scale factor* definido pelo valor 0,3; *Maximum Number of Sample Points* definido por 225; e o mapeamento de cor de acordo com a grandeza escalar “*Altitude*”.

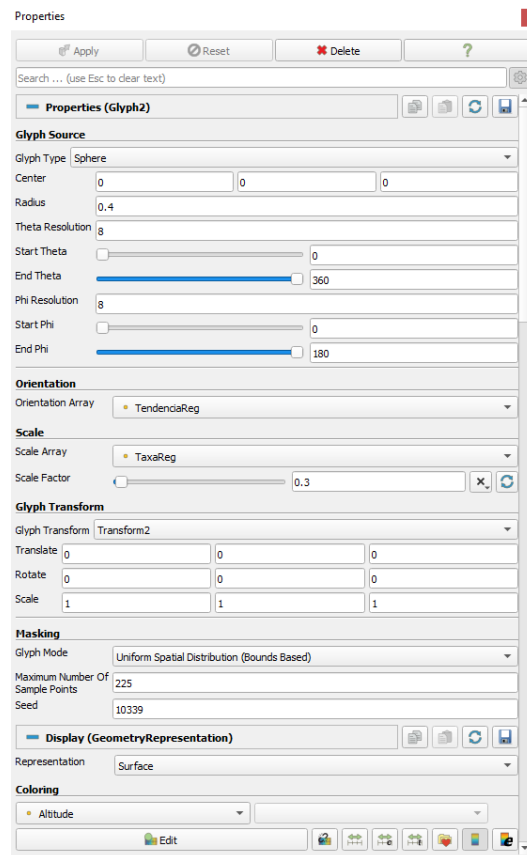


Figura 22 – Parâmetros usados para definir os *glyphs* do tipo esfera.

Através da Figura 23-A é possível observar que existe uma diferença significativa entre o plano 1 (Figura 23-C) e o plano 3 (Figura 17-B). Quando observadas as esferas do plano 1 e do plano 3 verifica-se que as esferas do plano 1 são de menor dimensão do que no plano 3, o que significa que a taxa de regeneração é maior no plano 3 do que no plano 1 e a cor permanece a mesma porque a altitude não difere nos diferentes períodos representados.

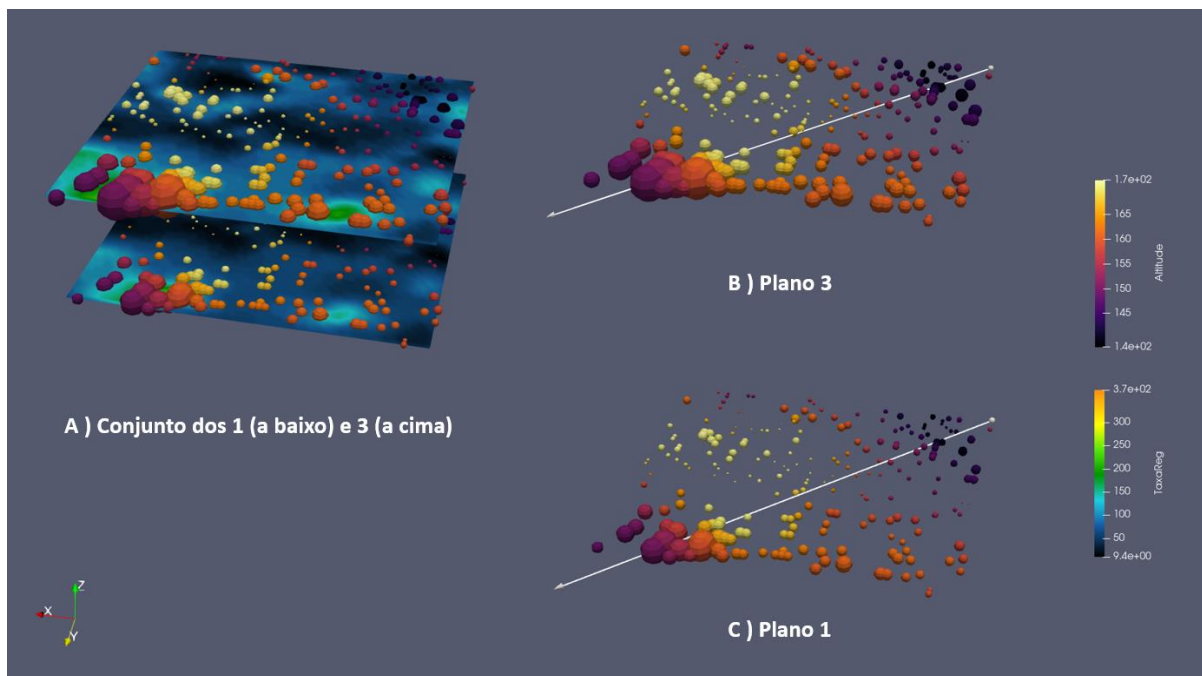


Figura 23 – **A)** Representação dos *glyphs* do tipo esfera no conjunto dos planos 1 e 3; **B)** Representação dos *glyphs* do tipo esfera no plano 3 com uma SteamTracer; **C)** Representação dos *glyphs* do tipo esfera no plano 1 com uma SteamTracer.

4. Conclusão

A utilização do *software* ParaView, permitiu-nos visualizar o conjunto de dados científicos e analisar a taxa de regeneração natural da azinheira com e sem alterações climáticas depois de 30 ou 60 anos, onde foi possível aprofundar os nossos conhecimentos na ferramenta lecionada nas aulas - criação de algoritmos de visualização adequados ao tipo de dados de forma a interpretar os resultados perceptivelmente, tendo sempre uma atenção especial à escala de cores utilizada.

Com os resultados obtidos, é possível concluir que tanto a presença de alterações climáticas, bem como o número de anos passados influenciam a evolução da taxa de regeneração no terreno. É ainda possível verificar a presença de um terceiro fator que também poderá influenciar a taxa de regeneração, como por exemplo a exposição solar, uma vez que para o mesmo período, mantendo-se a altitude constante, existem valores de taxa de regeneração diferentes.

5. Referências

1. Alexandru Telea, "Data Visualization. Principles and Practice", A. K. Peters, (2nd edition 2014)
2. Príncipe et al., Modeling the long-term natural regeneration potential of woodlands in semi-arid regions to guide restoration efforts, European Journal of Forest Research, July 2014, Volume 133, Issue 4, pp 757–767)
3. Ahrens, J., Geveci, B., Law, C. 2005. ParaView: An End-User Tool for Large Data Visualization, Visualization Handbook, Elsevier, ISBN-13: 978-0123875822.