

## Modelo virtual em 3D da coluna lombar

Alberto Prats-Galino<sup>1</sup>, Miguel Angel Reina<sup>2</sup>, Marija Mavar Haramija<sup>1</sup>, Anna Puigdemivol-Sánchez<sup>1</sup>,  
Joan San Molina<sup>3</sup> e José Antonio De Andrés<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Laboratório de Neuroanatomia Cirúrgica, Unidade de Anatomia e Embriologia Humana, Faculdade de Medicina, Universidade de Barcelona, Barcelona, Espanha.

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Médicas Clínicas e Instituto de Medicina Molecular Aplicada, Faculdade de Medicina, Universidade CEU San Pablo, Serviço de Anestesiologia, Hospital Universitário Madrid-Montepríncipe, Madrid, Espanha.

<sup>3</sup> Departamento de Ciências Médicas, Faculdade de Medicina. Universitat de Girona, Espanha.

<sup>4</sup> Unidade de Cuidados Intensivos e Gestão Multidisciplinar da Dor, Hospital Geral Universitário, Valência, Espanha.

## Índice

1	Introdução .....	3
1.1	Sobre o documento .....	3
1.2	Objetivos.....	4
2	Instruções básicas.....	5
2.1	Ecrã área de trabalho .....	6
2.2	Vistas por defeito .....	8
2.3	Seleção de estrutura.....	10
2.4	Função de validação de estrutura .....	12
2.5	Gradação da transparência .....	12
2.6	Opção "Mostrar tudo" .....	13
2.7	Opção "Ocultar tudo" .....	13
2.8	Cortes de RMN.....	14
2.9	Navegação pelos cortes de RMN .....	14
2.10	Função de recorte.....	16
2.11	Orientação do plano de recorte .....	16
2.12	Deslocação do plano de recorte.....	17
2.13	Vistas personalizadas predeterminadas e breves explicações.....	19
2.14	Opção "Desativar seleção" .....	19
2.15	Acesso às Instruções.....	19
3	Índice de figuras .....	20
4	Agradecimentos.....	21
5	Licença .....	21

# 1 Introdução

## 1.1 Sobre o documento



Figura 1 Documento PDF interativo em 3D

## Os autores

Alberto Prats-Galino<sup>1</sup>, Miguel Angel Reina<sup>2</sup>, Marija Mavar Haramija<sup>1</sup>, Anna Puigdellivol-Sánchez<sup>1</sup>, Joan San Molina<sup>3</sup> e José Antonio De Andrés<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Laboratório de Neuroanatomia Cirúrgica, Unidade de Anatomia e Embriologia Humana, Faculdade de Medicina, Universidade de Barcelona, Barcelona, Espanha.

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Médicas Clínicas e Instituto de Medicina Molecular Aplicada, Faculdade de Medicina, Universidade CEU San Pablo, Serviço de Anestesiologia, Hospital Universitário Madrid-Montepríncipe, Madrid, Espanha.

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Médicas, Faculdade de Medicina. Universitat de Girona, Espanha.

<sup>4</sup>Unidade de Cuidados Intensivos e Gestão Multidisciplinar da Dor, Hospital Geral Universitário, Valência, Espanha.

Endereços de correio eletrónico para correspondência:

Alberto Prats-Galino: aprats@ub.edu

Miguel Angel Reina: miguelangel@peticone.e.telefonica.net

Este modelo interativo foi desenvolvido a partir de reconstruções em 3D de imagens humanas por ressonância magnética.

Os autores não têm qualquer conflito de interesses a declarar.

## **1.2 Objetivos**

O formato PDF que contém este modelo anatómico interativo tridimensional (3D) simplifica bastante a sua utilização, portabilidade, compatibilidade e armazenamento, dado que o tamanho do ficheiro pode ser comprimido e transferido para diversas plataformas. Entre os principais domínios de interesse relativos a este modelo anatómico específico em 3D, encontram-se:

### Programas educacionais

- Apoio através de imagens reais em 3D para o ensino de anatomia neuroaxial e anestesia regional
- Apoio visual no desenvolvimento de novos acessos em técnicas anestésicas regionais

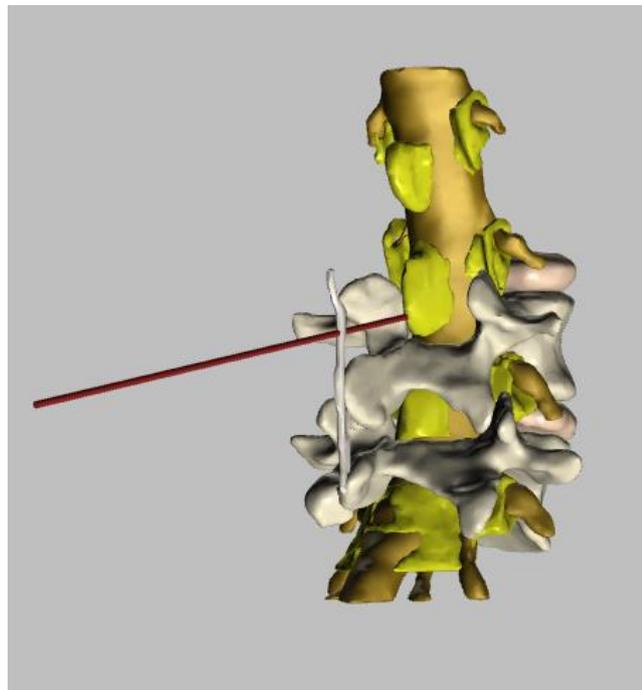
### Programas de investigação

- Revisão dos dados do paciente e análise de técnicas anestésicas
- Técnicas de verificação por imagem de complicações em anestesia regional

### Informações sobre o paciente

Apoio visual complementar às técnicas instrumentais e intervenções cirúrgicas pertinentes para o paciente

Este projeto permite aos utilizadores examinar reconstruções em 3D a partir de imagens humanas por ressonância magnética. Apresentamos um modelo anatómico interativo em 3D com interesse para a anestesia regional e a gestão da dor (por exemplo, a Figura 2 mostra um acesso espinhal medial ilustrado pelo nosso modelo).



**Figura 2 Exemplo: acesso espinhal medial**

A tecnologia utilizada para criar este modelo interativo foi aplicada recentemente à Medicina, permitindo-nos produzir modelos interativos em 3D através de uma técnica complexa e laboriosa de reconstrução de imagens em 3D a partir de imagens bidimensionais, graças a um software específico (Amira 5.4.0 ©). O resultado é uma ferramenta de ensino, trabalho e investigação simples e útil. Este tipo de modelo é de

utilização fácil, não requerendo experiência prévia, dado que é um produto intuitivo, suportado no formato de ficheiro PDF. Pode ser aberto em computadores Windows e Mac. Acima de tudo, pode ser usado gratuitamente por qualquer médico.

O presente projeto inclui reconstruções de vértebras, discos vertebrais, arcos vertebrais, ligamento amarelo, ligamentos supraespinhosos, ligamentos interespinhosos, gordura epidural, gordura foraminal, saco dural, bainhas das raízes nervosas e raízes dos nervos sensitivos e motores.

Possui uma vista dinâmica de 360°, incluindo vistas parciais e totais de todas as estruturas, incluindo uma função de zoom.

## 2 Instruções básicas

O documento PDF é executado com o Adobe Acrobat 11 ou superior.

A navegação pode ser iniciada a partir de diversos pontos. No início, é possível selecionar uma ou várias estruturas, bem como opções predefinidas de imagens de reconstrução em 3D. A interação com o ecrã é feita através do rato, permitindo a movimentação do modelo e apresentando vistas das estruturas a partir de perspetivas diferentes. Inclui cortes de RMN axiais, sagitais e coronais a título de referência.

Este modelo anatómico interativo permite cortes em planos axiais, sagitais e coronais. O recorte pode incluir todas as estruturas reconstruídas no modelo. As outras opções são intuitivas e de fácil compreensão.

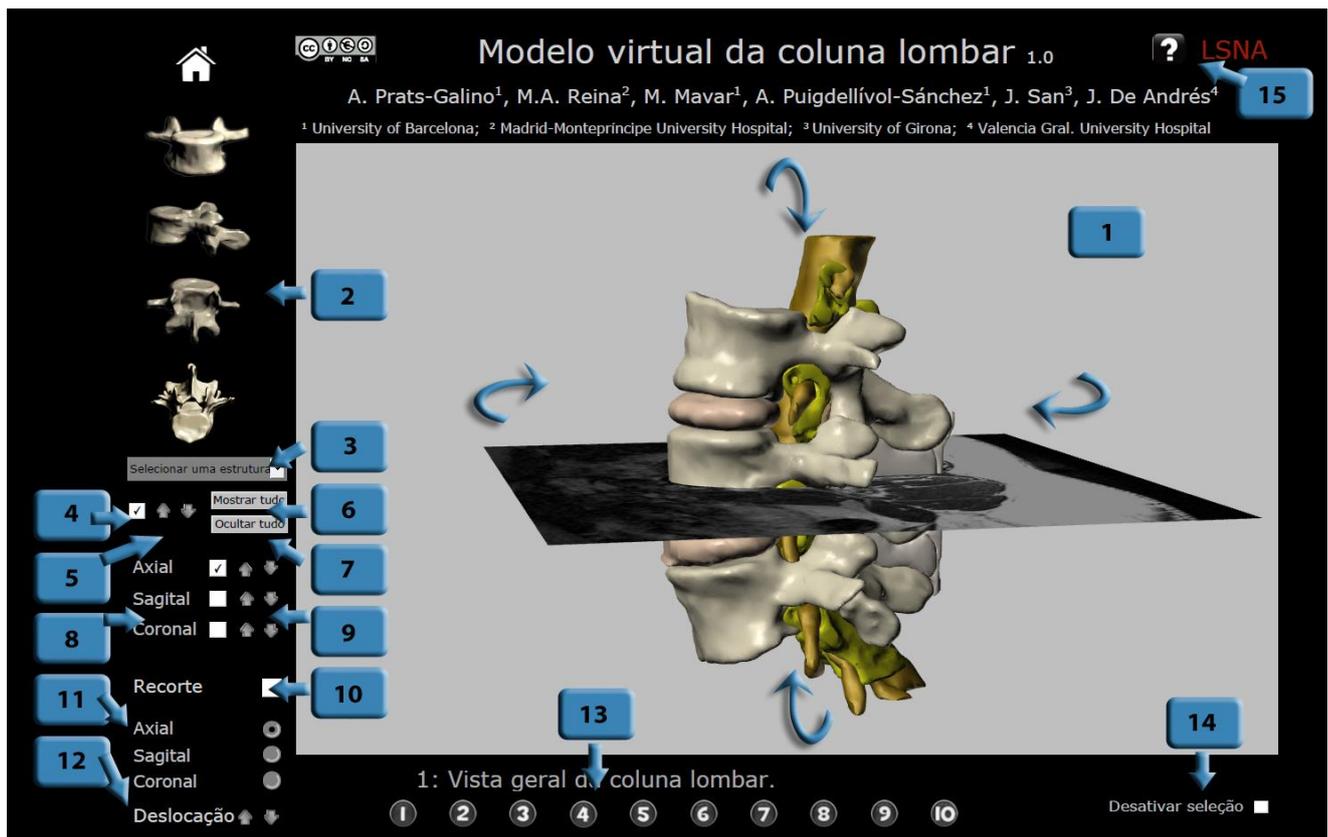


Figura 3 Descrição das funções: clicar no botão numerado para saltar para o respetivo capítulo

O modo de funcionamento deste documento PDF é descrito em 15 explicações breves, cada uma relativa a uma função ou um botão concreto. O utilizador pode clicar nos botões numerados a azul da Figura 3 para saltar para o capítulo que descreve a respetiva função.

## 2.1 Ecrã área de trabalho

Acéder ao modo de ecrã inteiro premindo a combinação de teclas Control + L e abandoná-lo clicando na tecla Esc.

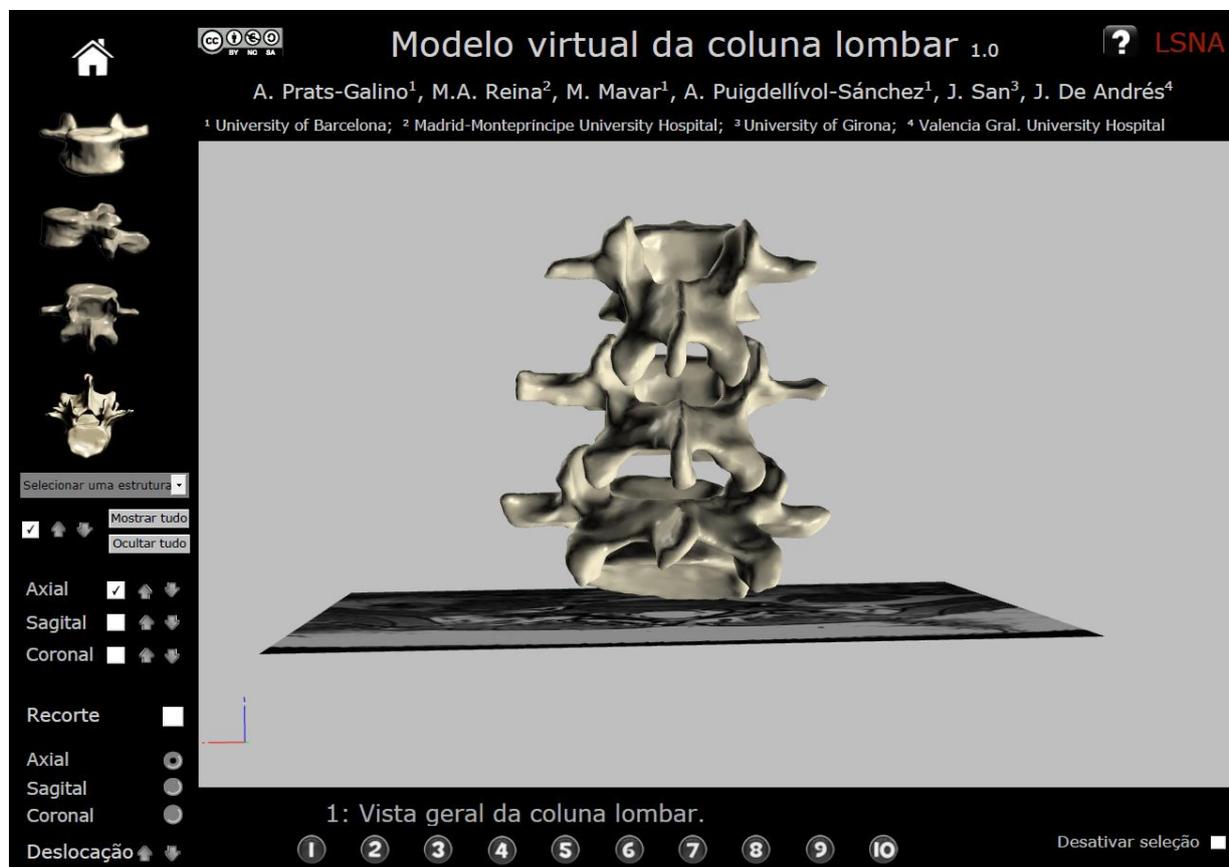


Figura 4 Área de trabalho

Para aceder à vista dinâmica de 360°, deslocar o rato ao mesmo tempo que se pressiona o respetivo botão esquerdo.



Figura 5 Rotação de 360° do modelo

## 2.2 Vistas por defeito

Seleciona, por defeito, entre quatro posições de exibição do modelo (vista anterior, lateral, posterior e superior).

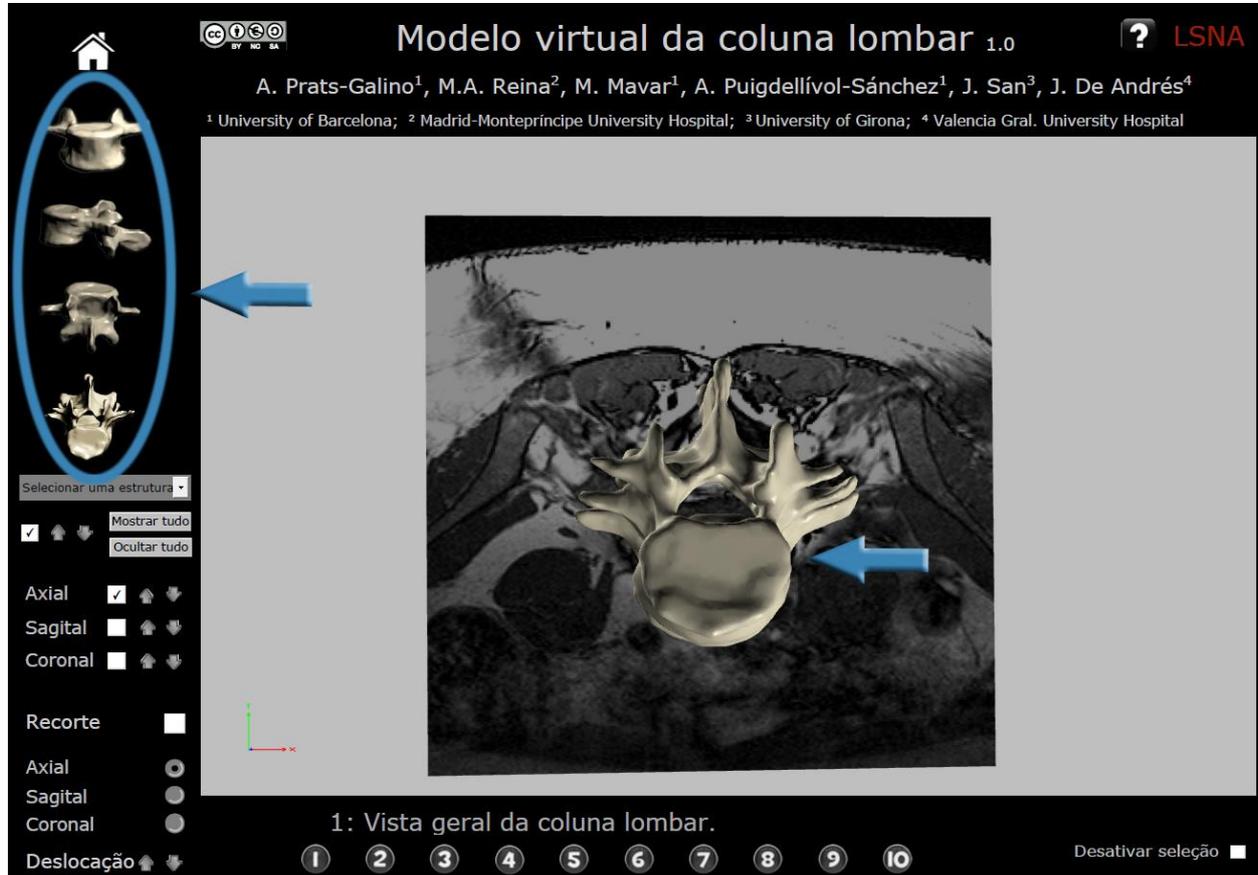


Figura 6 Exemplo de vista por defeito: vista superior

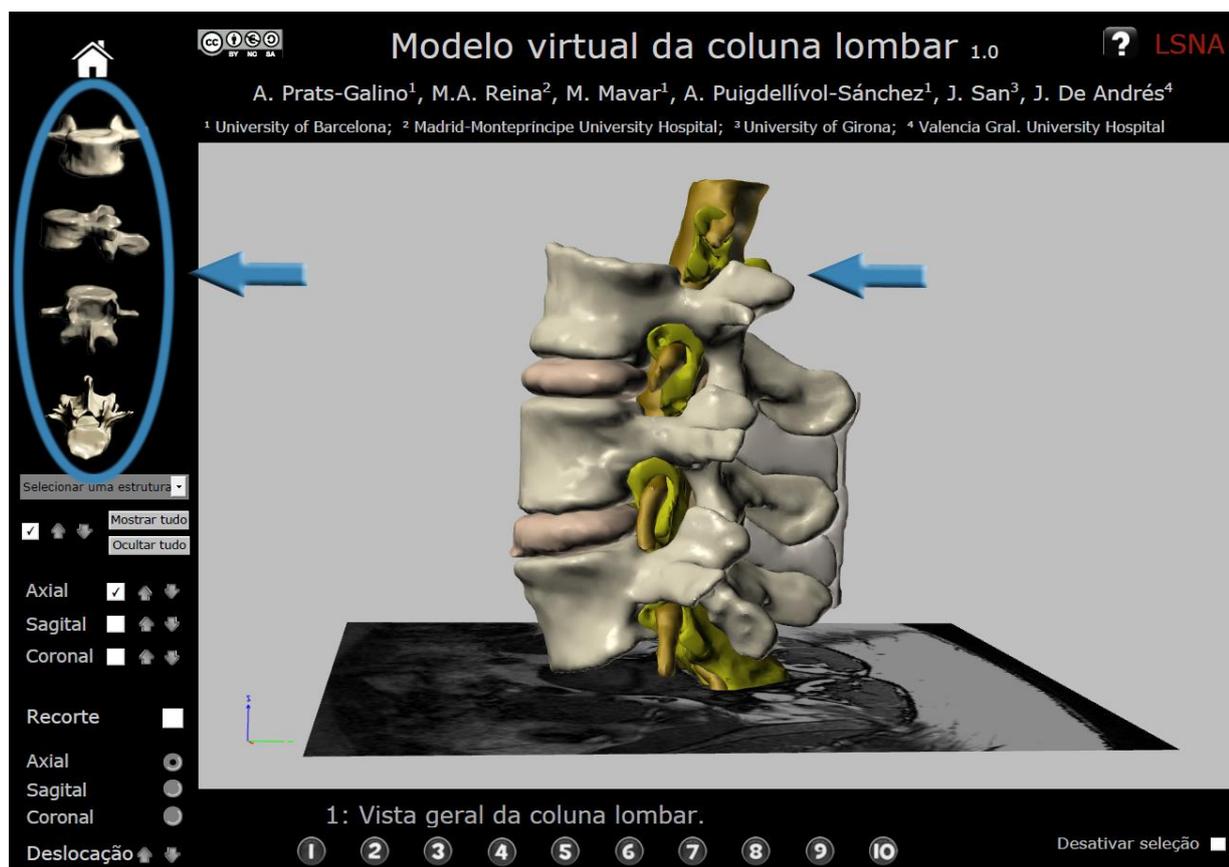


Figura 7 Exemplo de vista por defeito: vista lateral

### 2.3 Seleção de estrutura

Clicar na estrutura do menu suspenso para construir o modelo no ecrã. A seleção é validada com um clique na função n.º 4 (mostrar/ocultar estrutura selecionada). As estruturas podem ser integradas sucessivamente no modelo do ecrã.

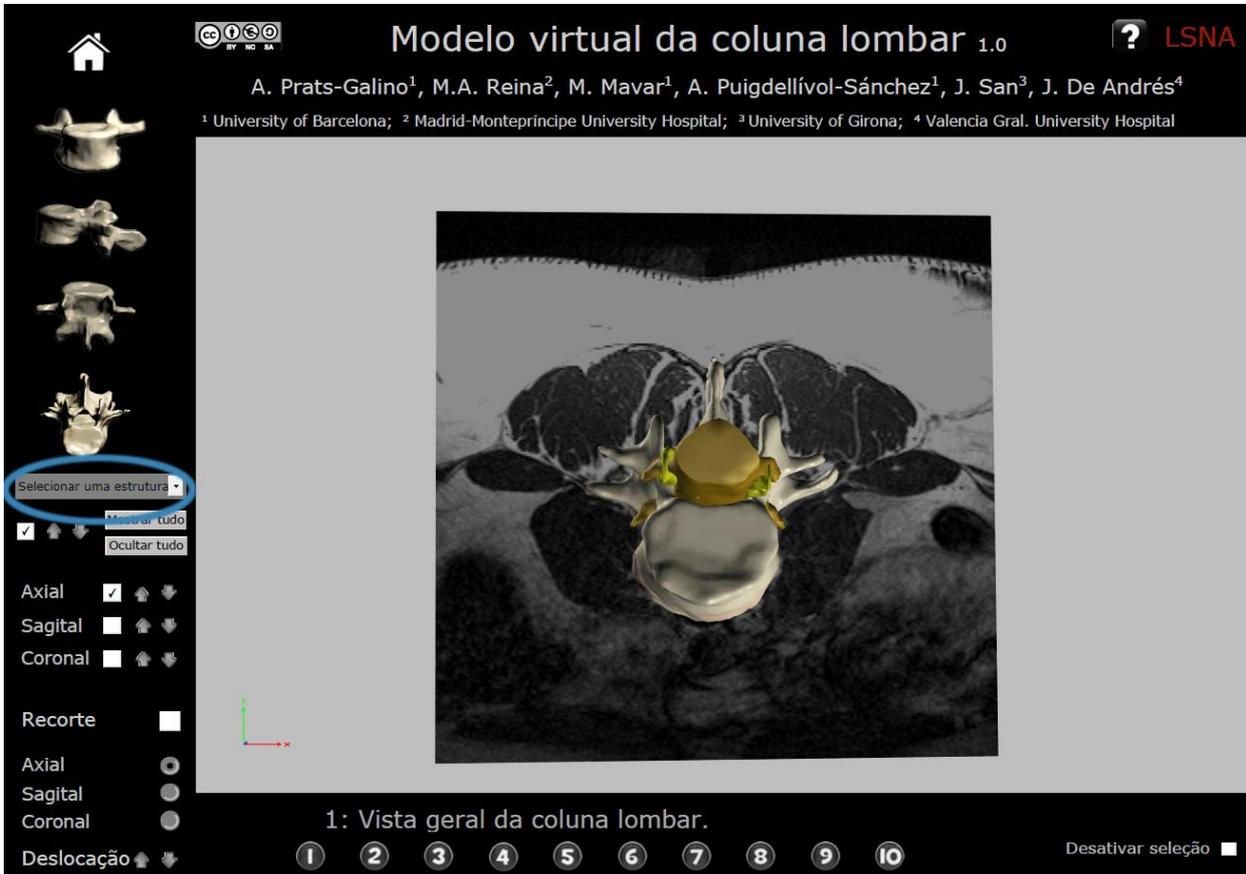


Figura 8 Função de seleção de estrutura

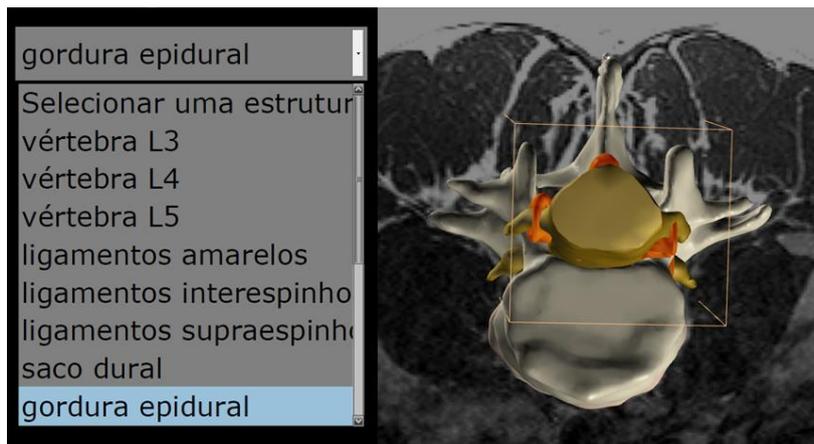


Figura 9 Exemplo de seleção de estrutura: gordura epidural selecionada (a vermelho)

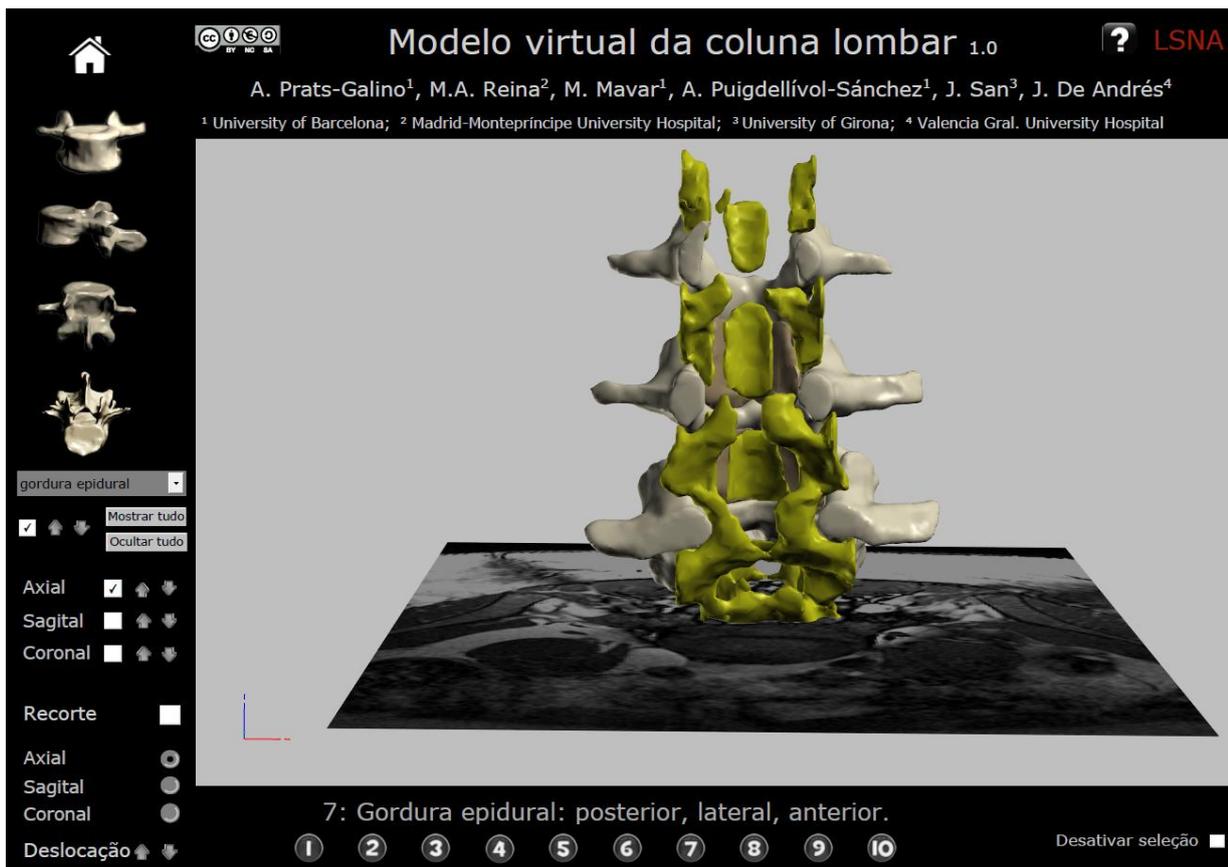


Figura 10 Exemplo de seleção de estrutura: gordura epidural selecionada

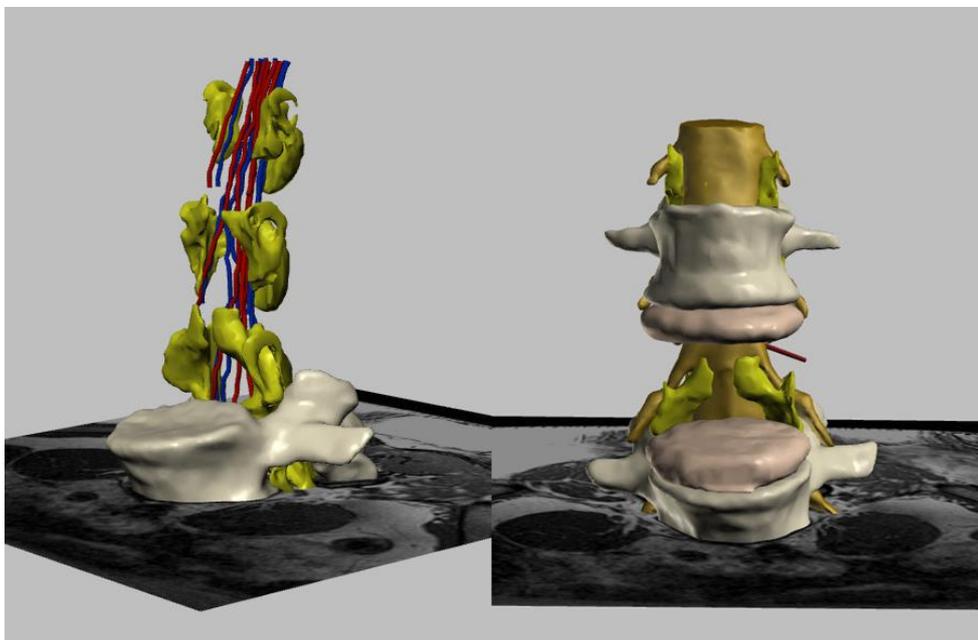


Figura 11 Exemplos de diversas estruturas exibidas/ocultas

## 2.4 Função de validação de estrutura

Botão de validação da estrutura: se ativado, a estrutura selecionada é adicionada ao modelo na área de trabalho; se não estiver ativado, a estrutura selecionada é ocultada no modelo.

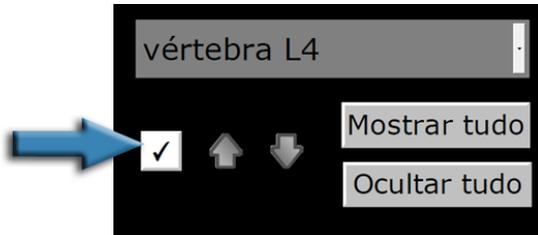


Figura 12 Validação de estrutura: mostrar/ocultar estrutura selecionada

## 2.5 Gradação da transparência

As setas modificam o grau de transparência, permitindo à estrutura selecionada no ecrã desaparecer progressivamente à medida que muda de cor.

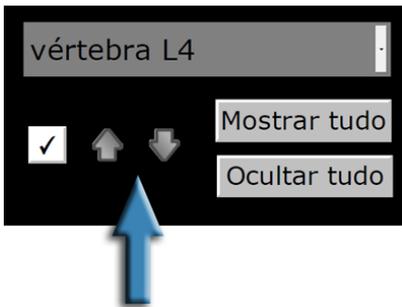


Figura 13 Alteração gradual da transparência da estrutura selecionada

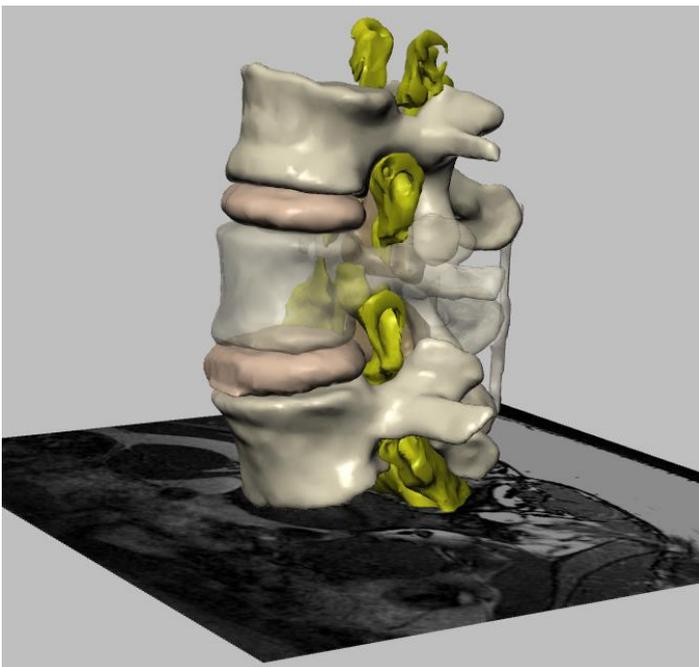


Figura 14 Exemplo de graduação da transparência: vértebra L4 semitransparente

## 2.6 Opção "Mostrar tudo"

Este botão mostra todas as estruturas do modelo em 3D no ecrã. Cada estrutura superficial pode ser selecionada e tornada transparente, permitindo que as estruturas internas apareçam no ecrã. Para remover estruturas do ecrã, selecionar cada estrutura clicando na mesma e premindo a *função de validação* (2.4).

Em alternativa, as estruturas podem ser retiradas do ecrã através da seleção do respetivo nome no *menu suspenso* (2.3) e clicando na função *validação de estrutura* (2.4).

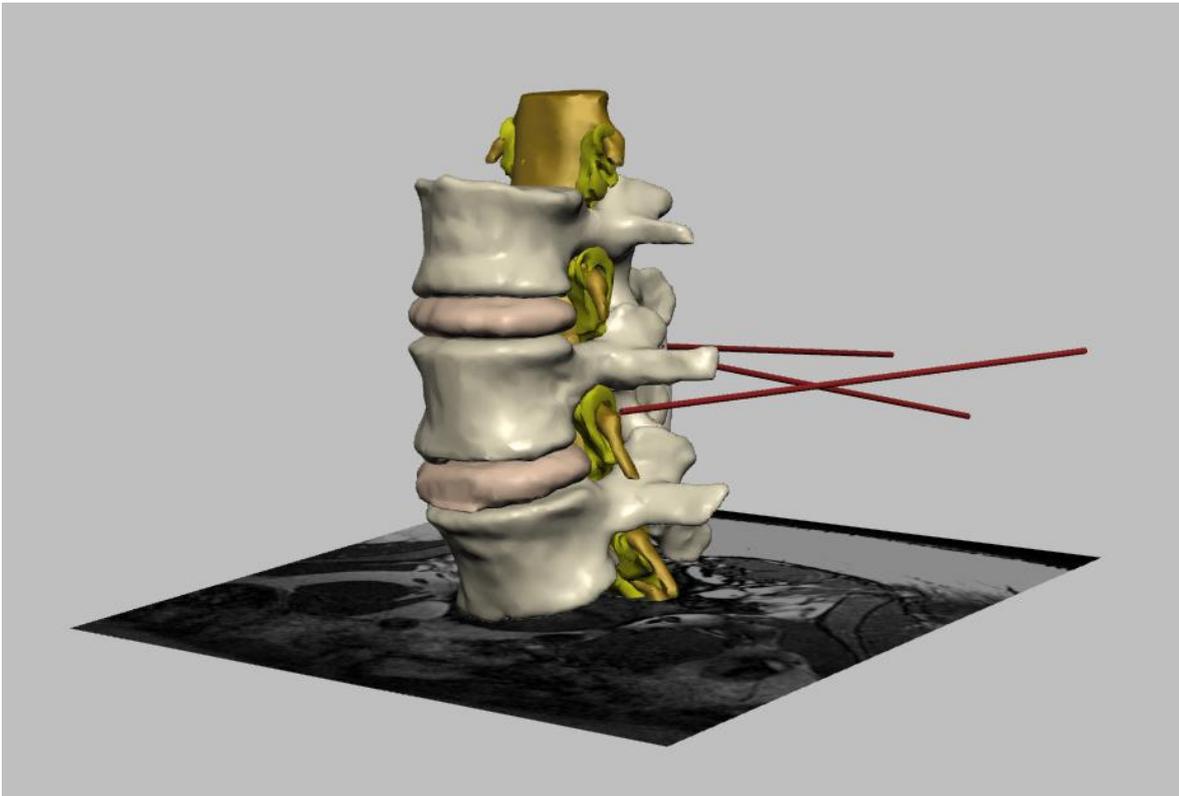


Figura 15 Mostrar tudo: todas as estruturas do modelo tornam-se visíveis

## 2.7 Opção "Ocultar tudo"

O botão "Ocultar tudo" elimina todas as estruturas exibidas na área de trabalho do ecrã.

## 2.8 Cortes de RMN

Esta função mostra ou oculta cortes de RMN da área de trabalho.

Podem ser seleccionadas as opções axial, sagital e coronal de forma independente ou em combinação.



Figura 16 Exibição de cortes de RMN na área de trabalho

## 2.9 Navegação pelos cortes de RMN

As setas permitem a navegação de um corte de RMN para o seguinte. Há setas agrupadas para cada uma das orientações: existem nove cortes axiais, sete sagitais e seis coronais.

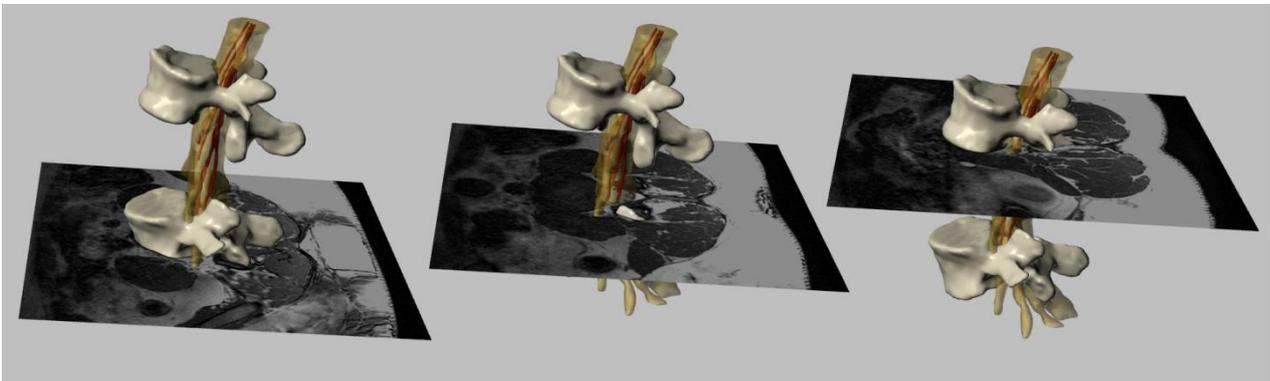
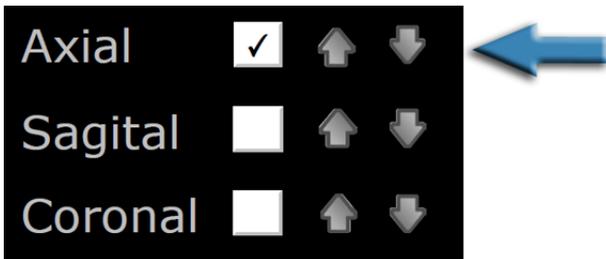


Figura 17 Cortes de RMN axiais

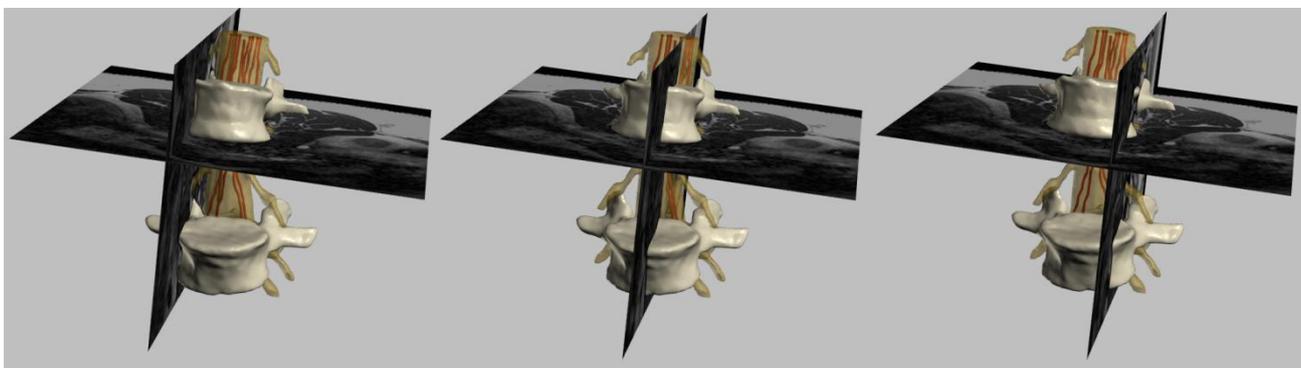


Figura 18 Cortes de RMN sagitais

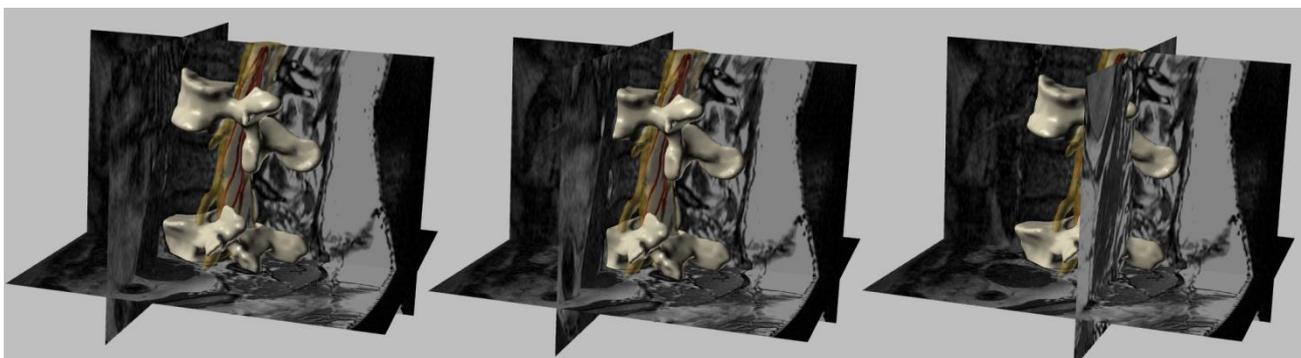


Figura 19 Cortes de RMN coronais

## 2.10 Função de recorte

Esta função mostra cortes do modelo original em 3D, incluindo os cortes de RMN selecionados pela função 11.



Figura 20 Recorte: corte do modelo por plano

## 2.11 Orientação do plano de recorte

Esta função seleciona diferentes orientações do plano de recorte: axial, sagital ou coronal.



Figura 21 Orientações dos planos de recorte

## 2.12 Deslocação do plano de recorte

Esta função permite navegar ao longo de cortes sucessivos do modelo (deslocando o plano de recorte).



Figura 22 Deslocação do plano de recorte: navegação do modelo

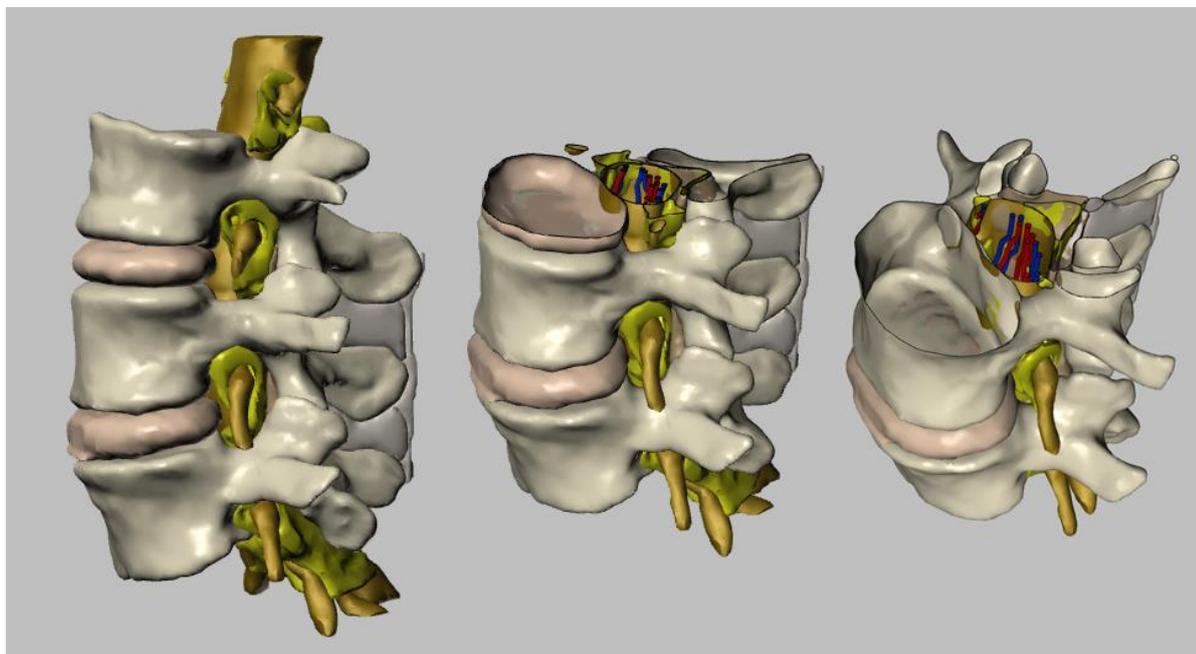


Figura 23 Exemplo de recorte: recorte axial

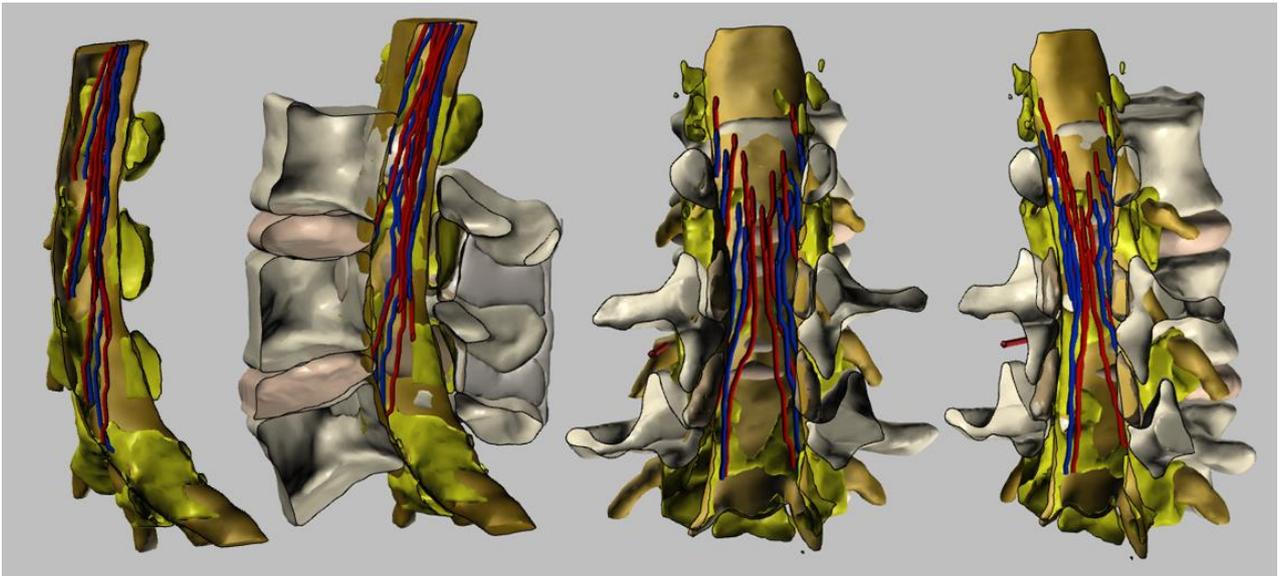


Figura 24 Exemplo de recorte: recorte sagital e coronal

### 2.13 Vistas personalizadas predeterminadas e breves explicações

Estão disponíveis diferentes vistas predeterminadas, juntamente com uma breve explicação da vista atual. As funções já mencionadas podem ser aplicadas a qualquer uma das vistas.

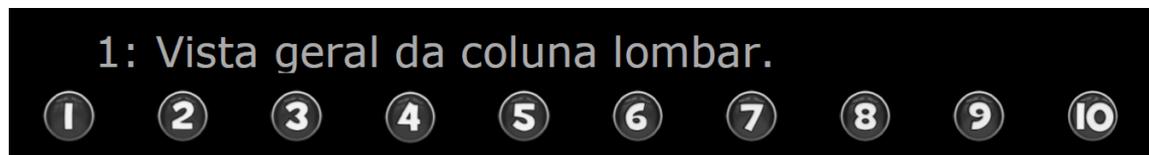


Figura 25 Vistas personalizadas e comentários

### 2.14 Opção "Desativar seleção"

Esta opção deixa de permitir ao utilizador selecionar estruturas clicando no rato.

Pode ser útil em várias situações: face a problemas relacionados com o desempenho da área do ecrã devido a problemas com propriedades gráficas de um computador ou outros problemas semelhantes, ou simplesmente se o utilizador desejar rodar o modelo sem salientar acidentalmente as estruturas, fazendo com que as mesmas apareçam a vermelho.

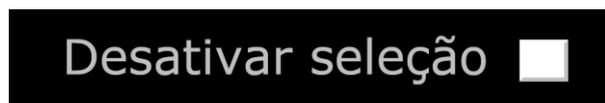


Figura 26 Desativar seleção do modelo

### 2.15 Acesso às Instruções

É possível aceder às instruções sobre a utilização do ficheiro PDF interativo com um clique no botão do ponto de interrogação no canto superior direito.

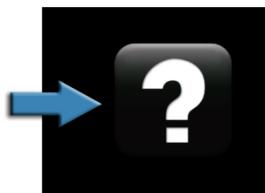


Figura 27 Acesso às instruções

### 3 Índice de figuras

Figura 1 Documento PDF interativo em 3D .....	3
Figura 2 Exemplo: acesso espinhal medial .....	4
Figura 3 Descrição das funções: clicar no botão numerado para saltar para o respetivo capítulo .....	5
Figura 4 Área de trabalho .....	6
Figura 5 Rotação de 360° do modelo .....	7
Figura 6 Exemplo de vista por defeito: vista superior .....	8
Figura 7 Exemplo de vista por defeito: vista lateral .....	9
Figura 8 Função de seleção de estrutura .....	10
Figura 9 Exemplo de seleção de estrutura: gordura epidural selecionada (a vermelho).....	10
Figura 10 Exemplo de seleção de estrutura: gordura epidural selecionada .....	11
Figura 11 Exemplos de diversas estruturas exibidas/ocultas .....	11
Figura 12 Validação de estrutura: mostrar/ocultar estrutura selecionada.....	12
Figura 13 Alteração gradual da transparência da estrutura selecionada.....	12
Figura 14 Exemplo de gradação da transparência: vértebra L4 semitransparente .....	12
Figura 15 Mostrar tudo: todas as estruturas do modelo tornam-se visíveis .....	13
Figura 16 Exibição de cortes de RMN na área de trabalho .....	14
Figura 17 Cortes de RMN axiais .....	14
Figura 18 Cortes de RMN sagitais .....	15
Figura 19 Cortes de RMN coronais .....	15
Figura 20 Recorte: corte do modelo por plano .....	16
Figura 21 Orientações dos planos de recorte.....	16
Figura 22 Deslocação do plano de recorte: navegação do modelo .....	17
Figura 23 Exemplo de recorte: recorte axial .....	17
Figura 24 Exemplo de recorte: recorte sagital e coronal .....	18
Figura 25 Vistas personalizadas e comentários.....	19
Figura 26 Desativar seleção do modelo .....	19
Figura 27 Acesso às instruções .....	19
	20

## 4 Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente apoiado pelas bolsas "Marató TV3 Project" [411/U/2011 - TITLE: Quantitative analysis and computer aided simulation of minimally invasive approaches for intracranial vascular lesions.] e "2012PID-UB/002 Project" [Grupo de Anatomía Virtual y de Simulación, Universitat de Barcelona].

Agradecemos também a Olga Fuentes<sup>1</sup> a assistência técnica prestada.

A tradução para o português foi possível graças ao contributo do Dr. Duarte Correia, Associação Portuguesa para o Estudo da Dor (APED), da Dra. Inês Pedro, Luxemburgo, e Dra. Ana Pedro, Hospital Professor Doutor Fernando Fonseca, EPE Amadora, Lisboa, Portugal.

## 5 Licença

O ficheiro PDF Interativo em 3D com o Modelo Virtual da Coluna é distribuído ao abrigo da licença CC BY-NC-SA 2.0<sup>2</sup>, a qual exige a citação dos autores, permitindo, contudo, trabalhos derivados sem uso comercial, desde que estes sejam partilhados ao abrigo da mesma licença que o documento original.

O código fonte JavaScript e a geometria do modelo da superfície original não são públicos, não podendo ser consultados nem modificados.

Em caso de utilização de qualquer parte do documento referido (por exemplo, captura de imagem do modelo anatómico) em conformidade com a licença CC BY-NC-SA 2.0, referir o presente trabalho com a seguinte citação:

- Prats-Galino A, Mavar M, Reina MA, Puigdemívol-Sánchez A, San-Molina J, De Andrés JA. Three-dimensional interactive model of lumbar spinal structures. *Anaesthesia* 2014; 69:521.

O documento original PDF em 3D, as instruções e o ficheiro de licença estão disponíveis livremente em:  
<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/44844?locale=en>.

---

<sup>1</sup> Laboratório de Neuroanatomia Cirúrgica, Unidade de Anatomia e Embriologia Humana, Faculdade de Medicina, Universidade de Barcelona, Barcelona, Espanha.

<sup>2</sup> <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>