

# NOVAS PESQUISAS NAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E DE INSPEÇÃO NOS SISTEMAS DE TRANSMISSÃO DA CHESF: A Utilização de Novas Ferramentas e Realidade Virtual



## A - DESCRIÇÃO DO PRODUTO

Elaborar nova metodologia na Manutenção e Inspeção nos Sistemas de Transmissão através da utilização de novas ferramentas, procedimentos e adequações.

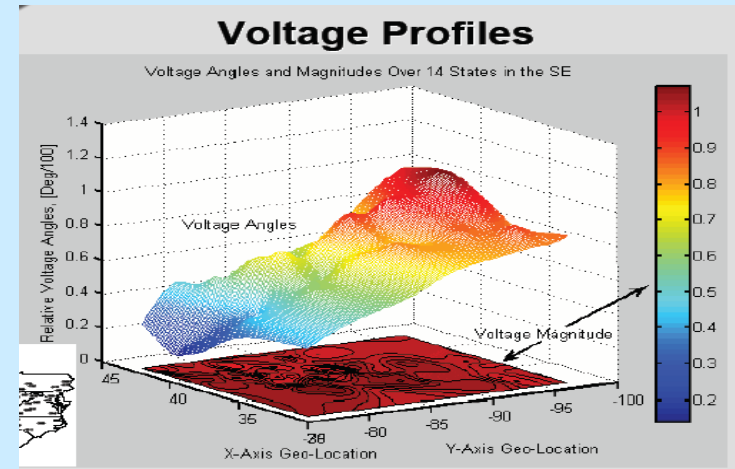
Ressalta-se a utilização do modelo de Realidade Virtual nos estudos.



## B - MOTIVAÇÃO

✓ Desenvolver novos procedimentos nas atividades de Manutenção e Inspeção nos Sistemas de Transmissão, que subsidiarão melhorias na execução dos serviços.

✓ Também está previsto a transferência de tecnologia para a implantação de um Simulador de Manutenção e Inspeção de Transmissão na CHESF.



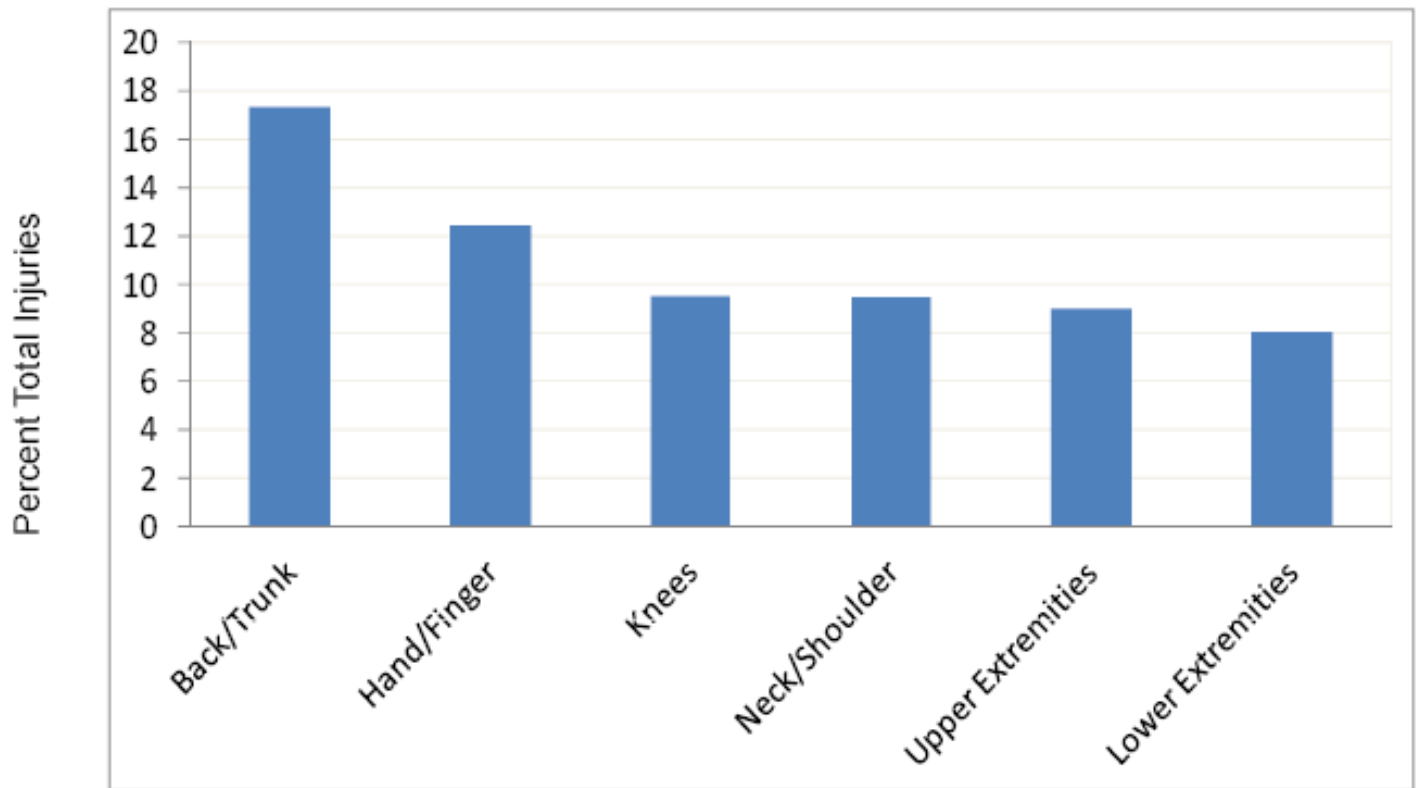
1. Pesquisas de Manutenção de Sistemas de transmissão;

2. Aplicação da Realidade Virtual (RV) nos Estudos e Pesquisas de Manutenção de Linhas e Subestações;

3. Modelos computacionais de esforços nos operadores HARSIM (Universidade de Lisboa).

# 1. PESQUISAS DE MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE TRANSMISSÃO;

## T & D Patterns of Injuries by Body Part



## 1.1 PESQUISAS SOBRE ADEQUAÇÕES E MELHORIAS DAS FERRAMENTAS DE MANUTENÇÃO

### Biomechanical Evaluation in the Industrial Ergonomics Laboratory: Conventional vs. Off-set Hand-Held Cutters Study



Antes

Depois

Antes



Depois

## 1.1 PESQUISAS SOBRE ADEQUAÇÕES E MELHORIAS DAS FERRAMENTAS DE MANUTENÇÃO



Antes



Depois

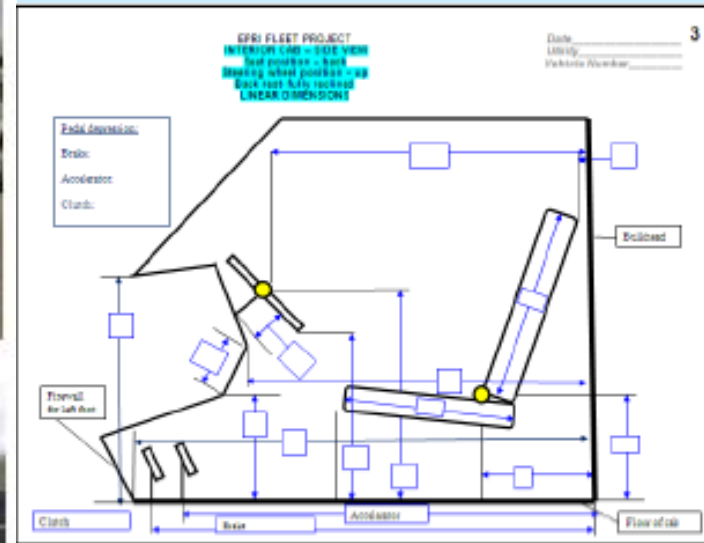
## 1.2 PESQUISAS SOBRE ADEQUAÇÕES DOS VEÍCULOS PARA MELHORIAS DA MANUTENÇÃO



Antes



Depois



## 1.2 PESQUISAS SOBRE ADEQUAÇÕES DOS VEÍCULOS PARA MELHORIAS DA MANUTENÇÃO



Antes



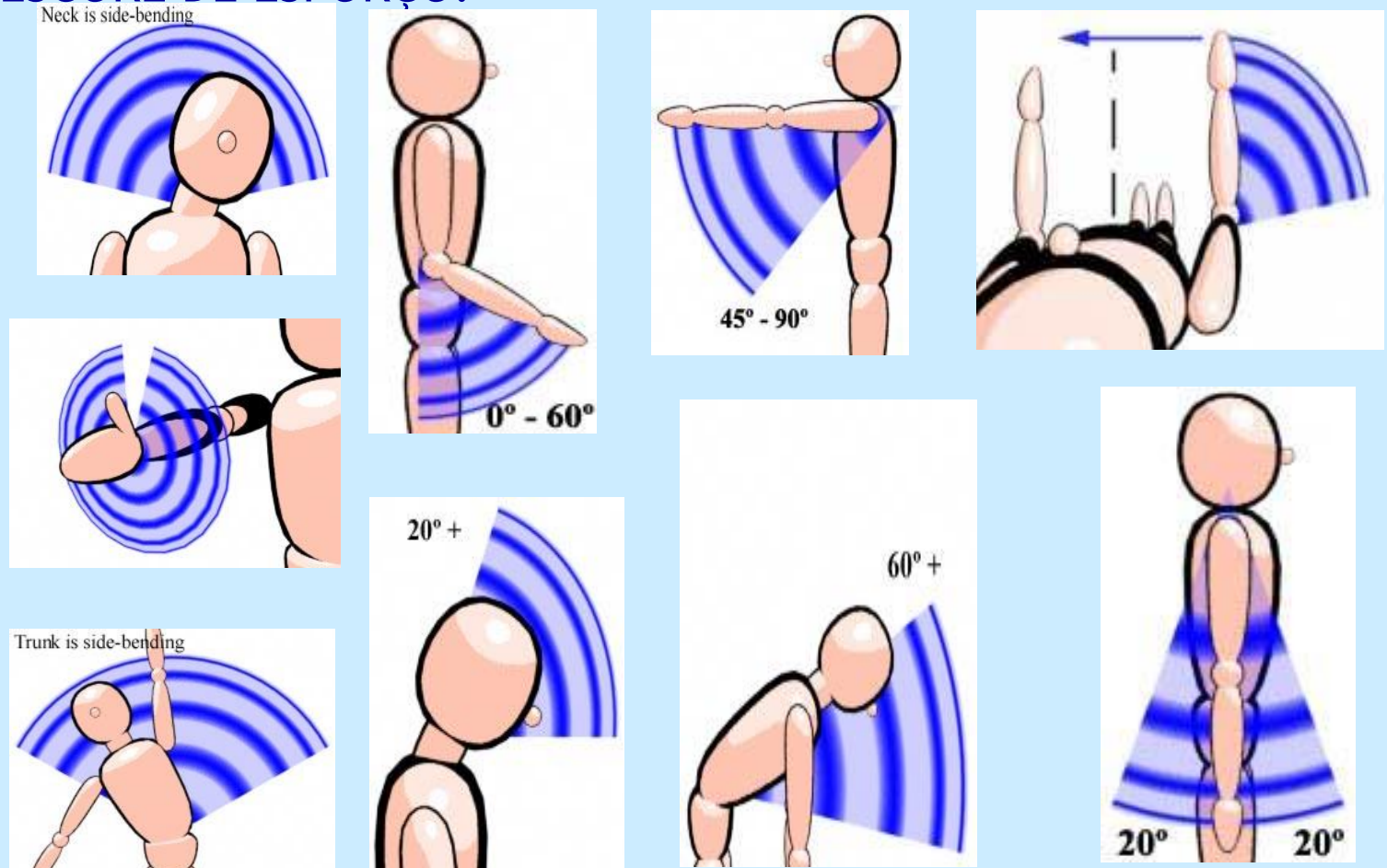
Depois



## 1.3 PESQUISAS SOBRE ADEQUAÇÃO DAS ROUPAS, VESTIMENTAS E EPI (TECIDO, CONFORTO AMBIENTAL) PARA MELHORAMENTO DA MANUTENÇÃO



## 1.4 PESQUISAS SOBRE ADEQUAÇÃO NOS PROCESSOS DE EXECUÇÃO DAS TAREFAS - MÉTODOS E MODELOS VIRTUAIS COMPUTACIONAIS COMO RULA, OWAS COM DEFINIÇÃO DE ESCORE DE ESFORÇO.



## 2. APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL (RV) NOS ESTUDOS E PESQUISAS DE MANUTENÇÃO DE LINHAS E SUBESTAÇÕES;

- ✓ A realidade virtual é o uso de modelagem e simulação computacional que permite uma pessoa interagir com um ambiente visual artificial tridimensional (3D).
- ✓ É uma maneira de transportar uma pessoa para uma realidade na qual eles não são fisicamente presentes, mas parece que estão lá.
- ✓ Totalmente imersiva (usando head-mounted display);
- ✓ Semi imersiva (telas de projeção grande, Avatar);
- ✓ Não imersiva (desktop baseado em RV).



## EXISTEM APLICAÇÕES NAS ÁREAS DE ENGENHARIA:

- ✓ GESTÃO DA MANUTENÇÃO
- ✓ ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO
- ✓ MANUFATURA
- ✓ CONFORTO TÉRMICO
- ✓ ENGENHARIA DE TRANSPORTES, URBANA, CIVIL E AMBIENTAL.



**LUVAS**  
**HEAD MOUNTED DISPLAY**  
**INTERSENSE INERTIACUBE**  
**(REGISTRO DOS MOVIMENTOS DA**  
**CABEÇA E MEMBRO SUPERIOR)**





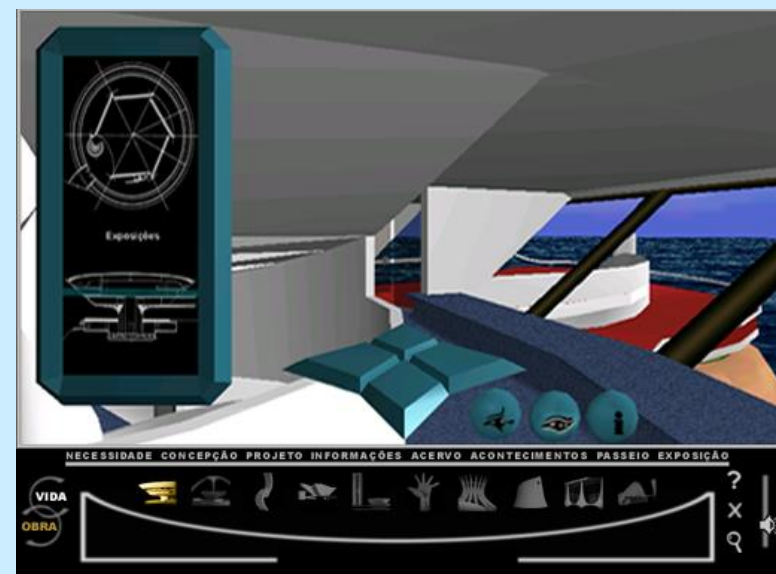
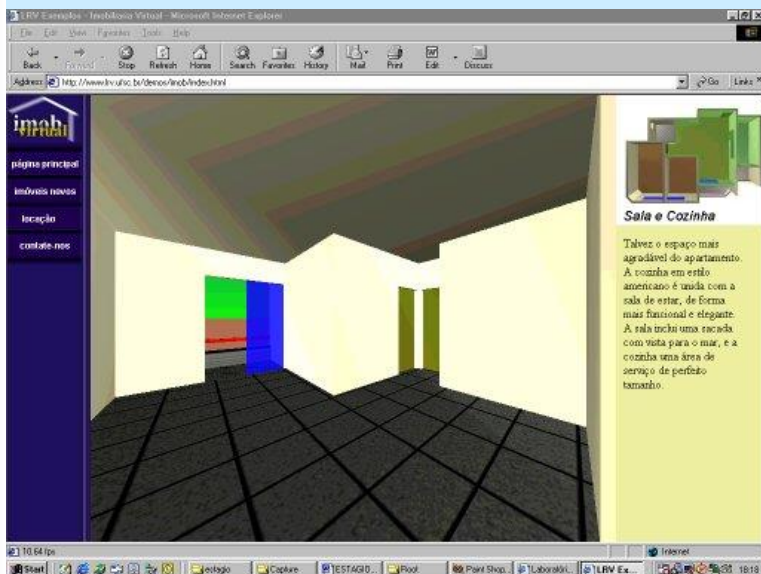
## EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO RV

- ✓ ROUPA COM SENSORES;
- ✓ HMZ-T1 HEAD MOUNTED DISPLAY;
- ✓ UM PROJECTOR 3D DA DEPTHQ® HDS3D-INTERSENSE INERTIACUBE 3 (VERSÃO WIRED);
- ✓ REGISTRO DOS MOVIMENTOS DA CABEÇA E MEMBRO SUPERIOR;
- ✓ MIND WAVE (MEDIDOR DE ATIVIDADE CEREBRAL);
- ✓ WORKSTATION.

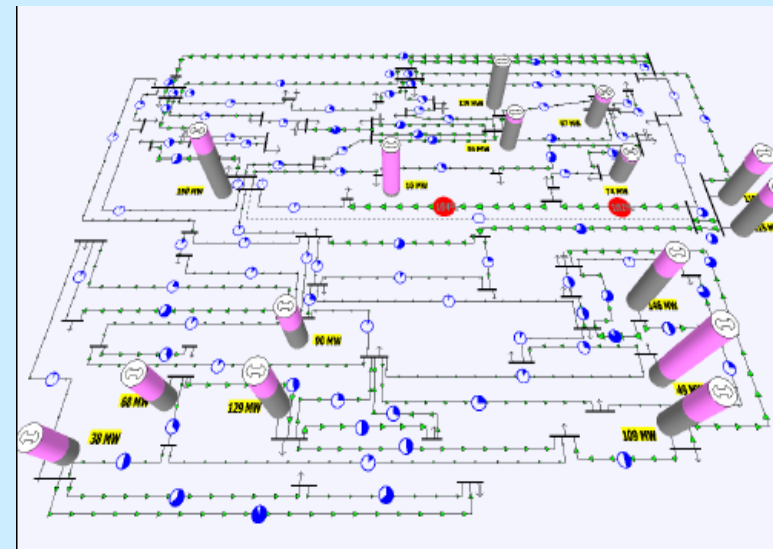
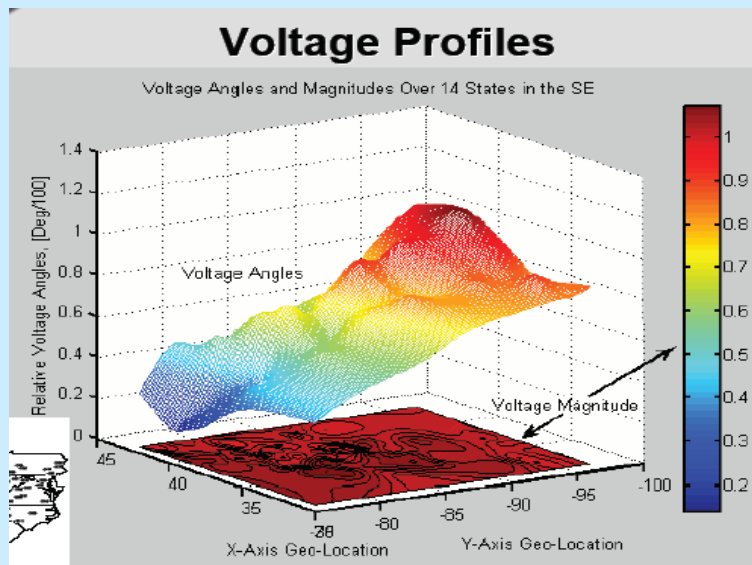
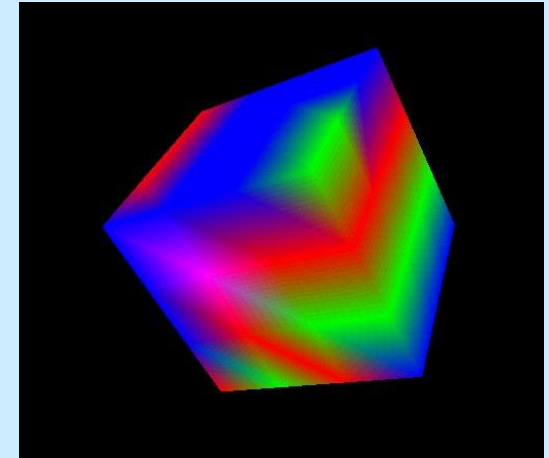
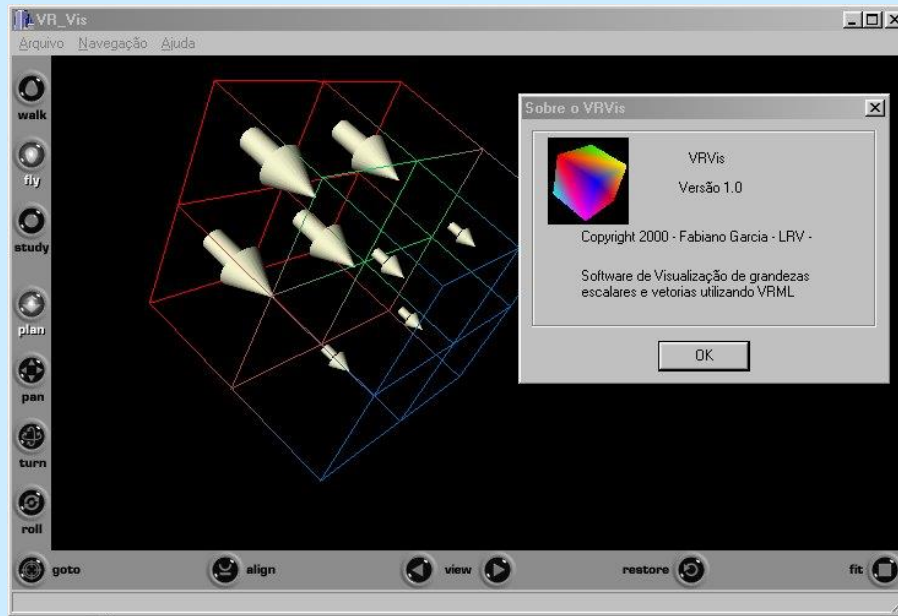


## SIMULAÇÃO EM 3D

## SIMULAÇÃO E INSTALAÇÕES



# GRÁFICOS 3D





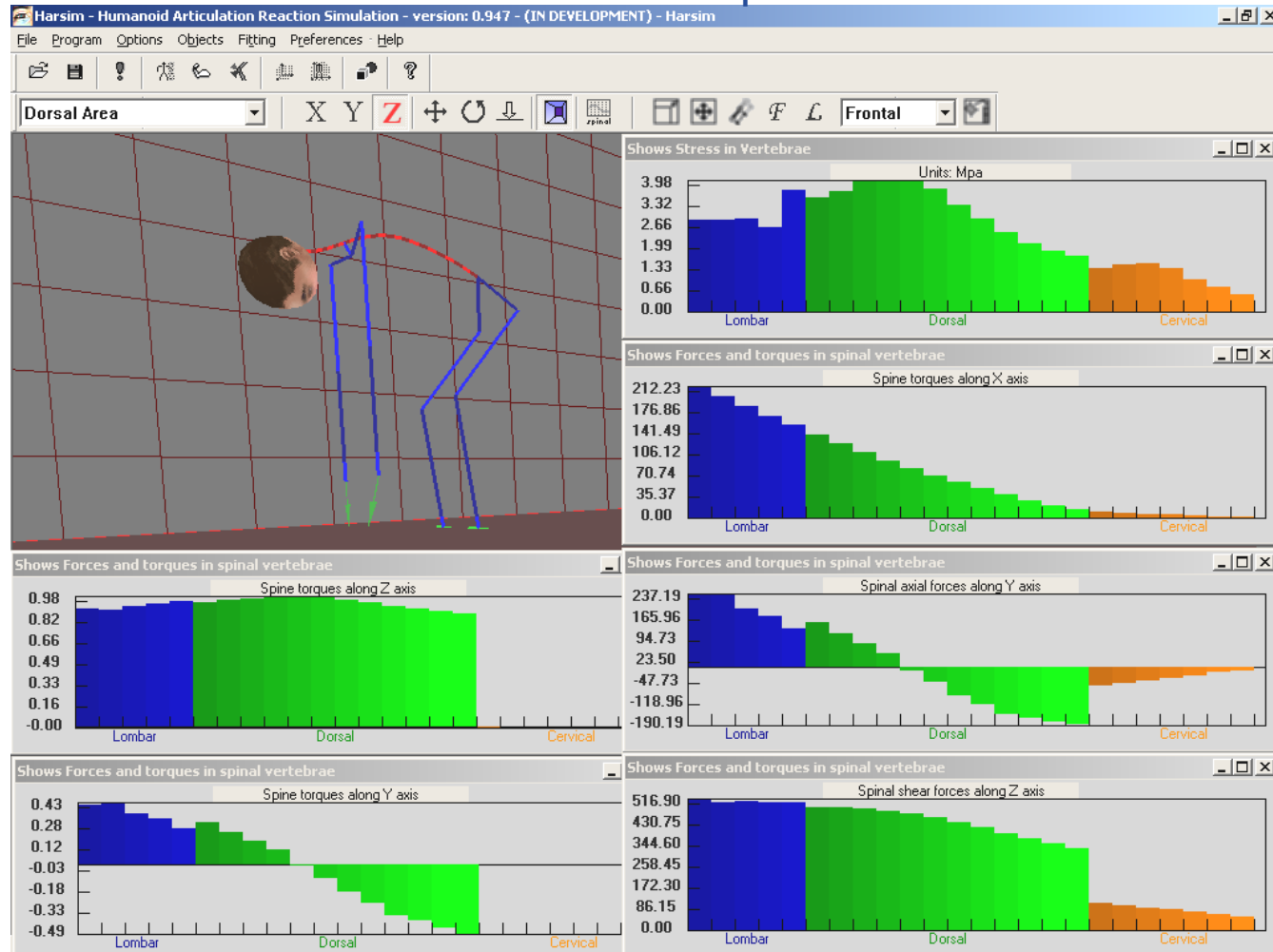


## SIMULAÇÃO EM 3D INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E MECÂNICAS



# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

## Cálculo do Stress postural

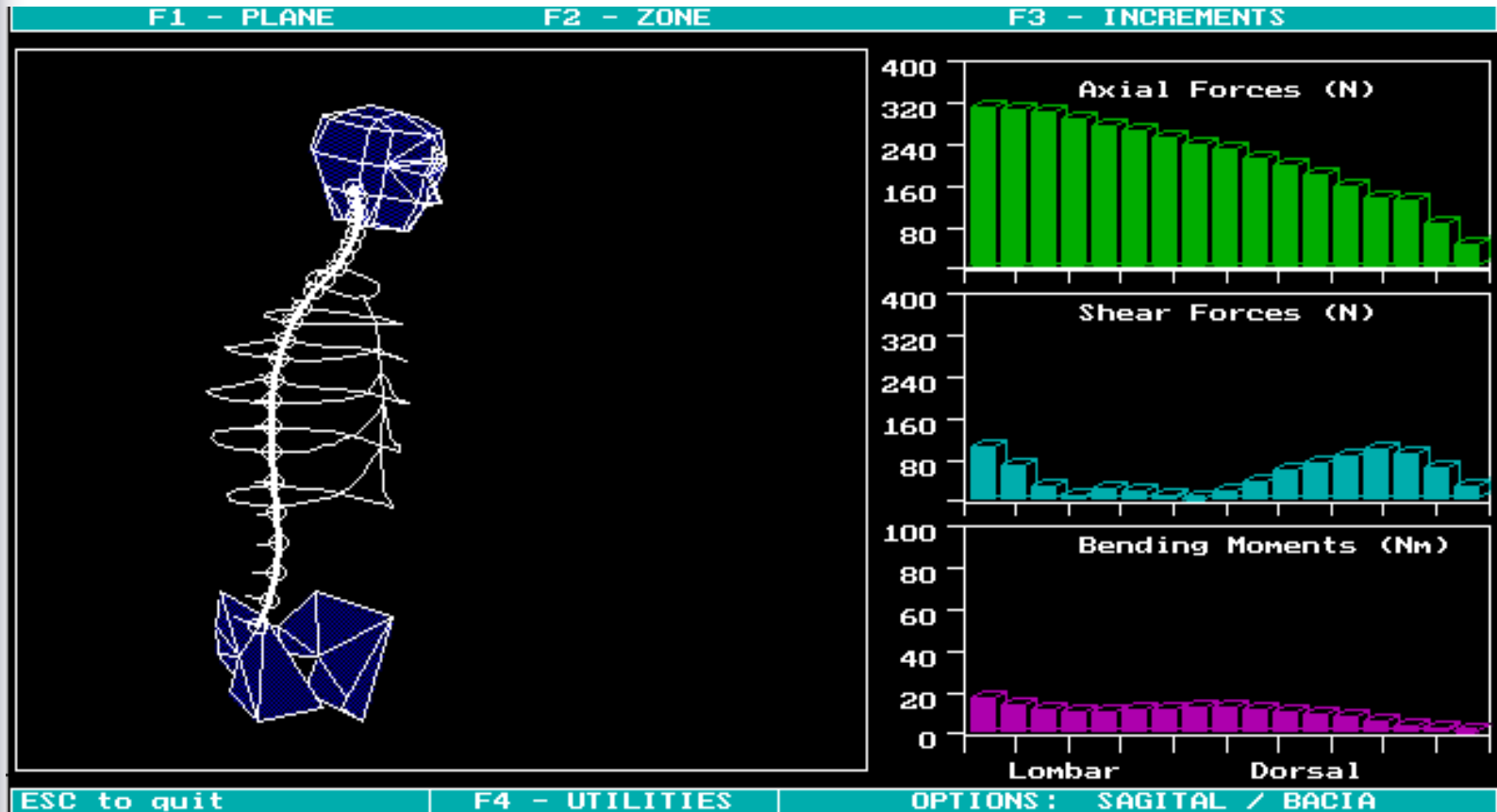


- ✓ 1 Força axial;
- ✓ 2 Forças de corte;

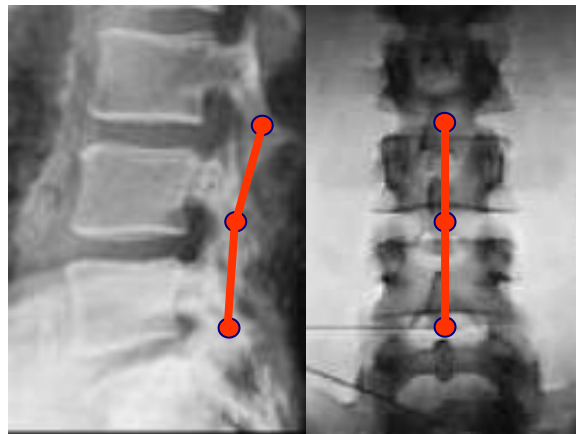
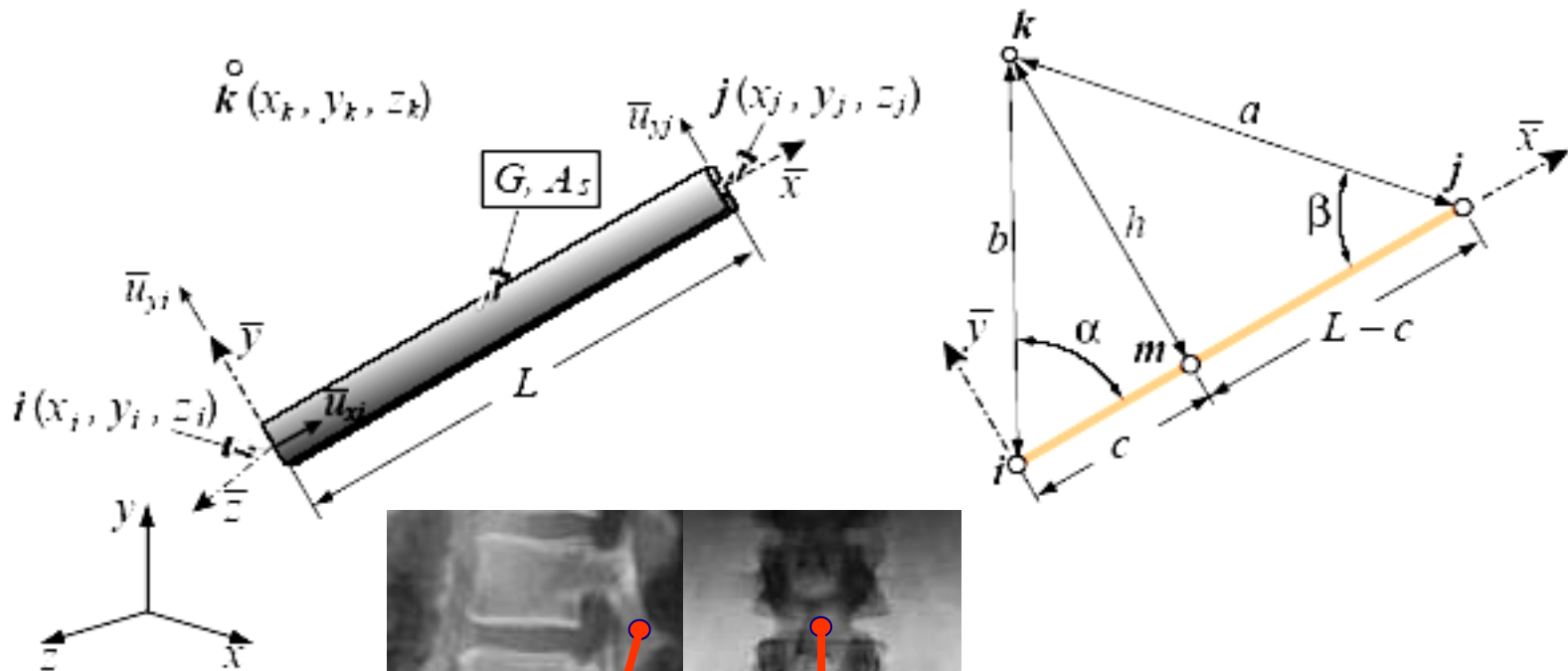
- ✓ 3 Momentos Flexores
- ✓ 4 Pressões intra-discais

# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

## CÁLCULO DO STRESS POSTURAL



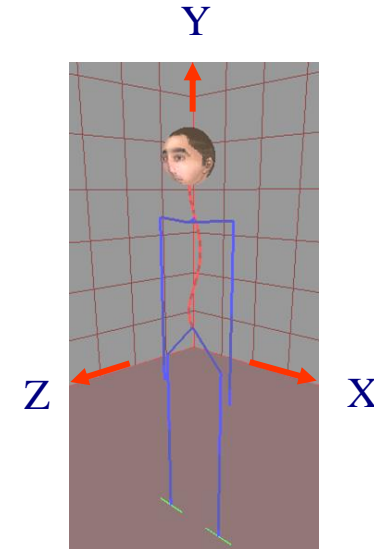
# FORMULAÇÃO DA MECÂNICA - ELEMENTOS FINITOS (SPACE FRAME)



# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

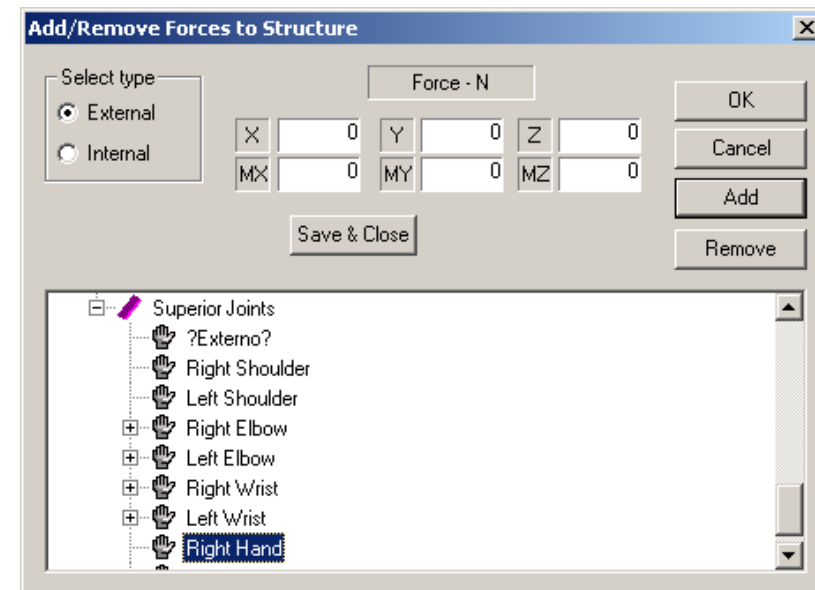
## REGIME DE CARGAS

Aplicação de forças em todos os  
segmentos corporais



## APLICAÇÃO DE FORÇAS:

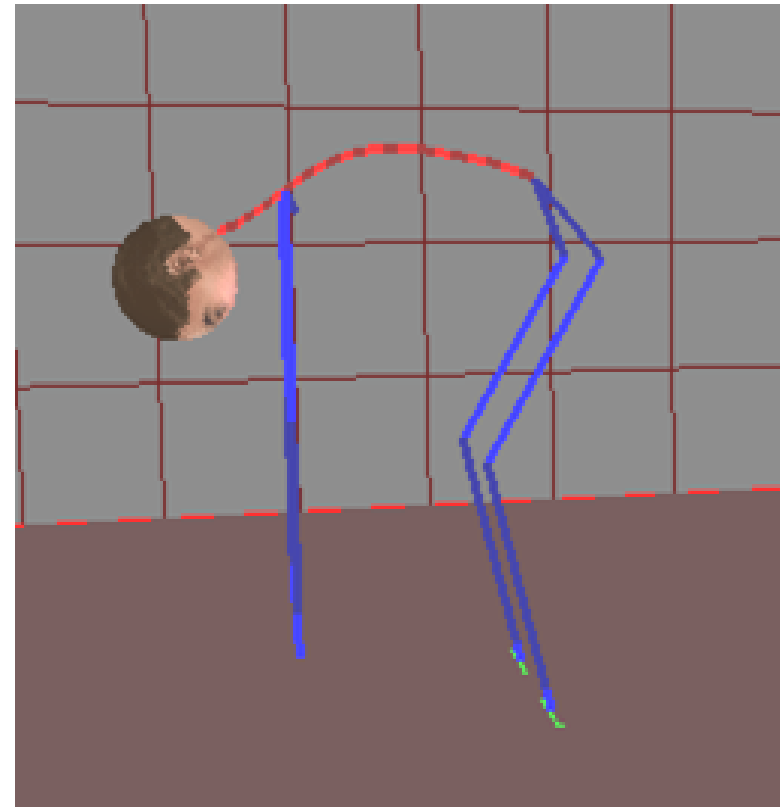
- ✓ 2 forças de corte
- ✓ 1 força axial
- ✓ 3 momentos flexores



# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

✓ CINEMÁTICA

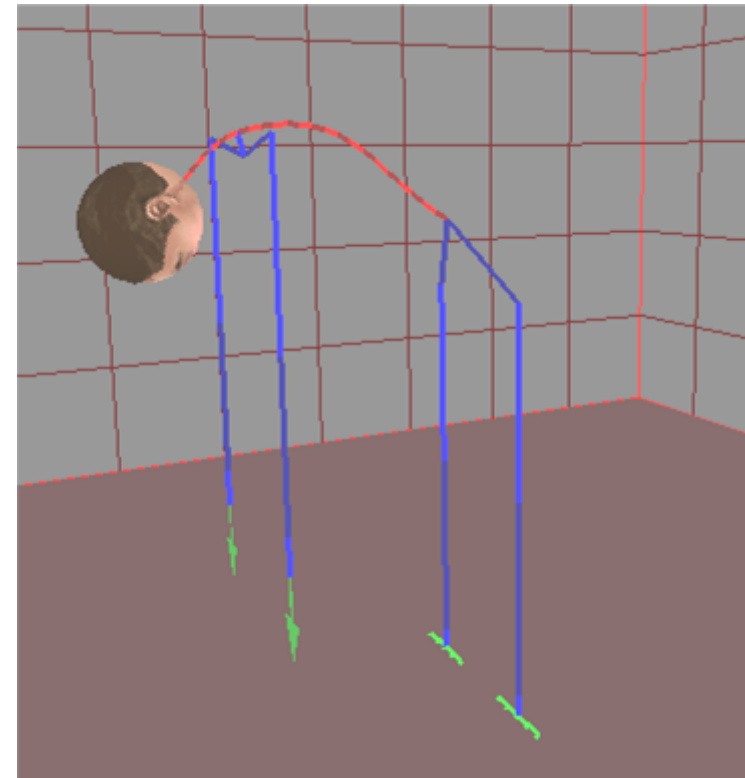
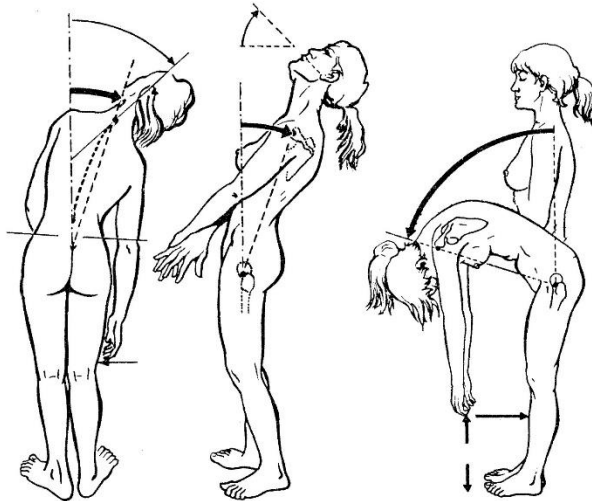
SIMULAÇÃO DE POSTURAS



# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

✓ CINEMÁTICA

✓ SIMULAÇÃO DE POSTURAS

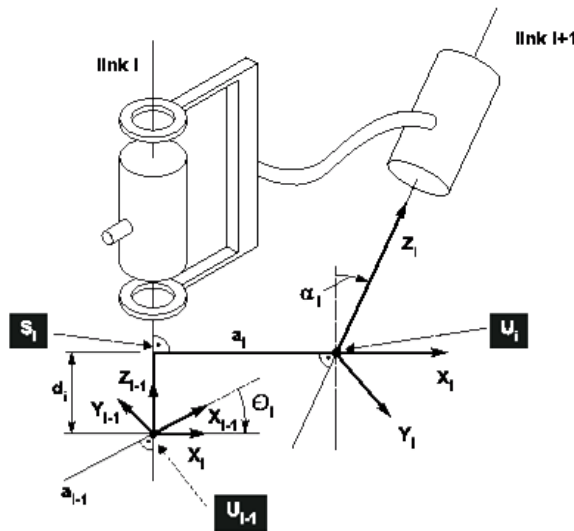


# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

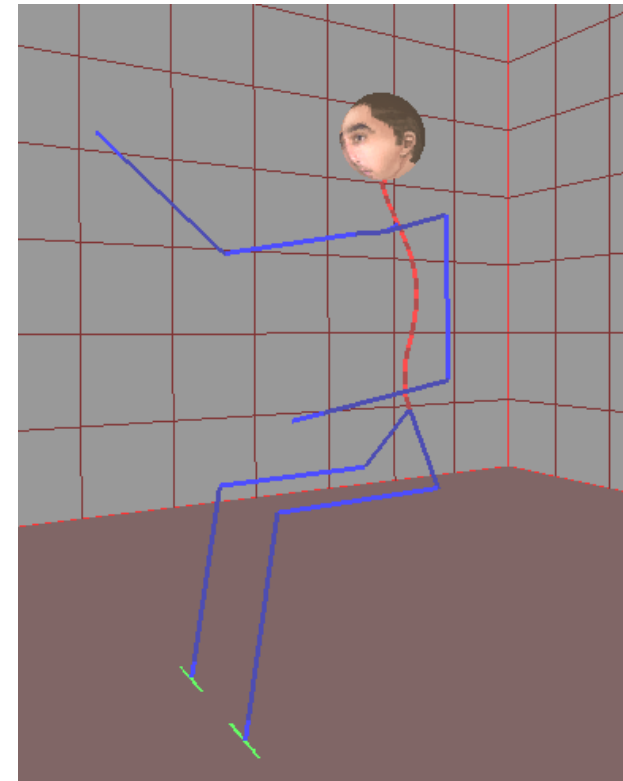
✓ CINEMÁTICA

SIMULAÇÃO DE POSTURAS

FORMULAÇÃO DENAVIT-HARTENBERG



$${}^{i-1}T_i = \begin{pmatrix} \cos \Theta_i & -\sin \Theta_i \cos \alpha_i & \sin \Theta_i \sin \alpha_i & a_i \cos \Theta_i \\ \sin \Theta_i & \cos \Theta_i \cos \alpha_i & -\cos \Theta_i \sin \alpha_i & a_i \sin \Theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$





# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

✓ ANTROPOMETRIA

DESENVOLVIMENTO DE PERFIS  
ANTROPOMÉTRICOS

**Skeleton Member Data**

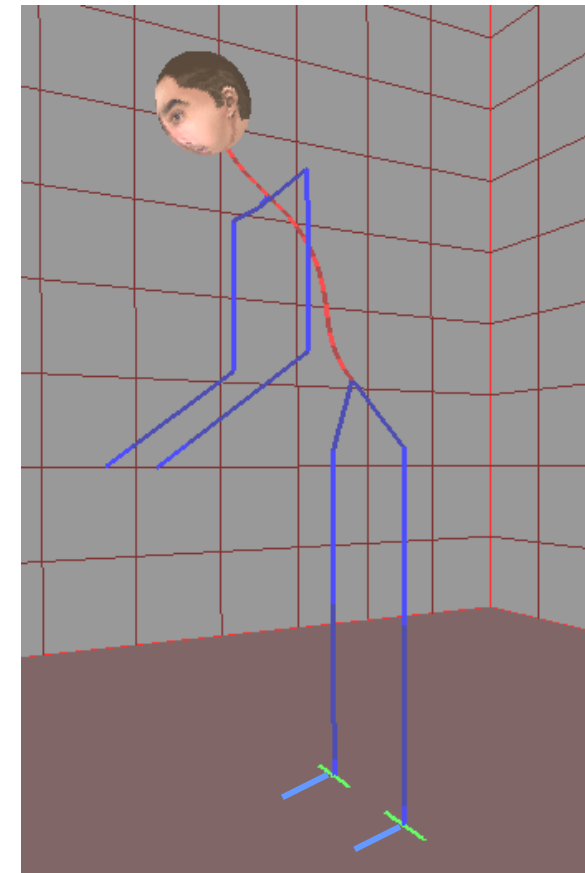
Inf. Members Spine Sup. Members Rotation Limits

Lumbar		Dorsal				Cervical	
L5	42	T12	30,3	T6	30,3	C7	18
L4	42	T11	30,3	T5	30,3	C6	18
L3	42	T10	30,3	T4	30,3	C5	18
L2	42	T9	30,3	T3	30,3	C4	18
L1	42	T8	30,3	T2	30,3	C3	18
		T7	30,3	T1	30,3	C2	18
						C1	18

Lenght Area

Inertia X Inertia Y Inertia Z All lengths: mm

OK Cancel Apply Help



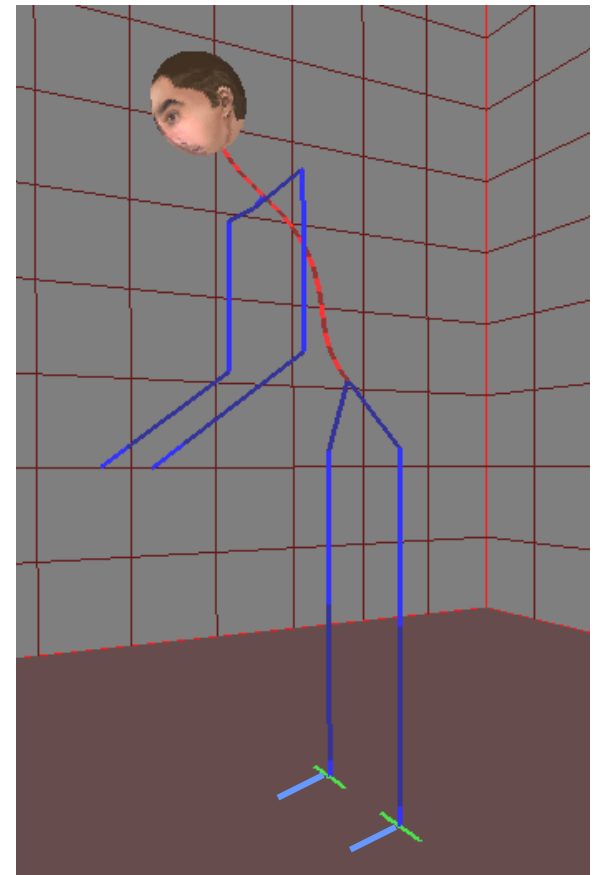
# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

## 38 SEGMENTOS:

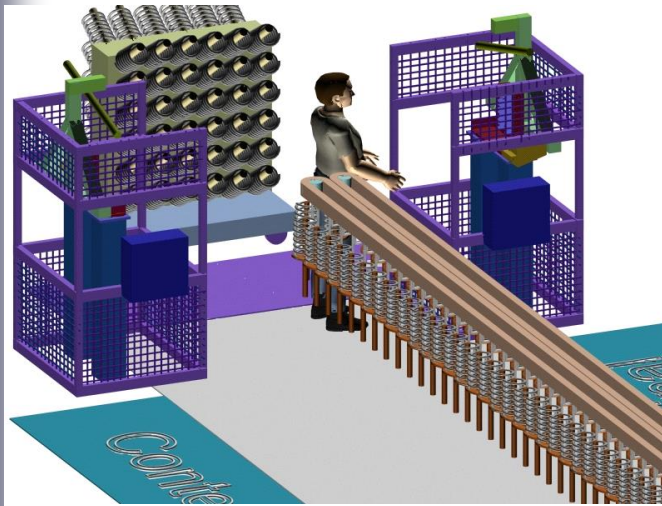
- 24 - Coluna Vertebral
- 8 - Membros Superiores
- 6 - Membros Inferiores

## 108 GRAUS DE LIBERDADE:

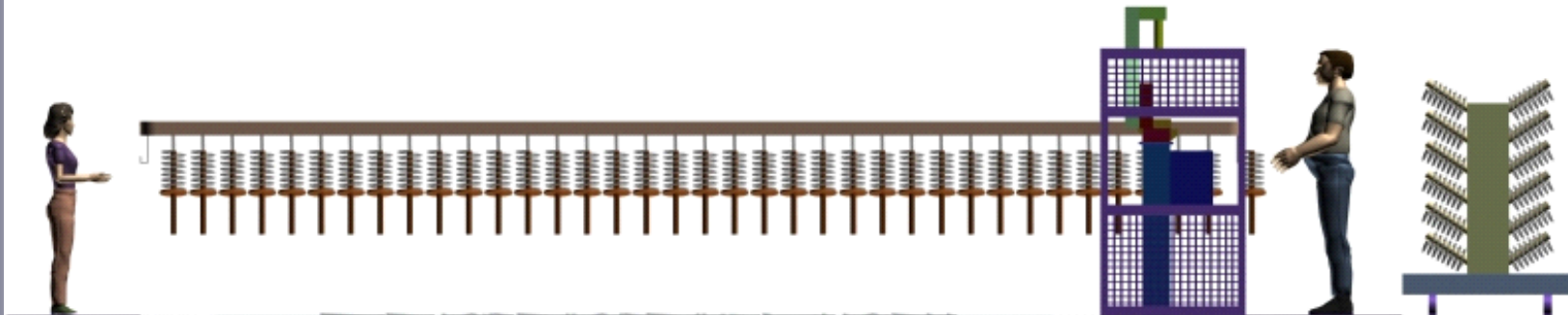
- 72 - Coluna Vertebral
- 22 - Membros Superiores
- 14 - Membros Inferiores



# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

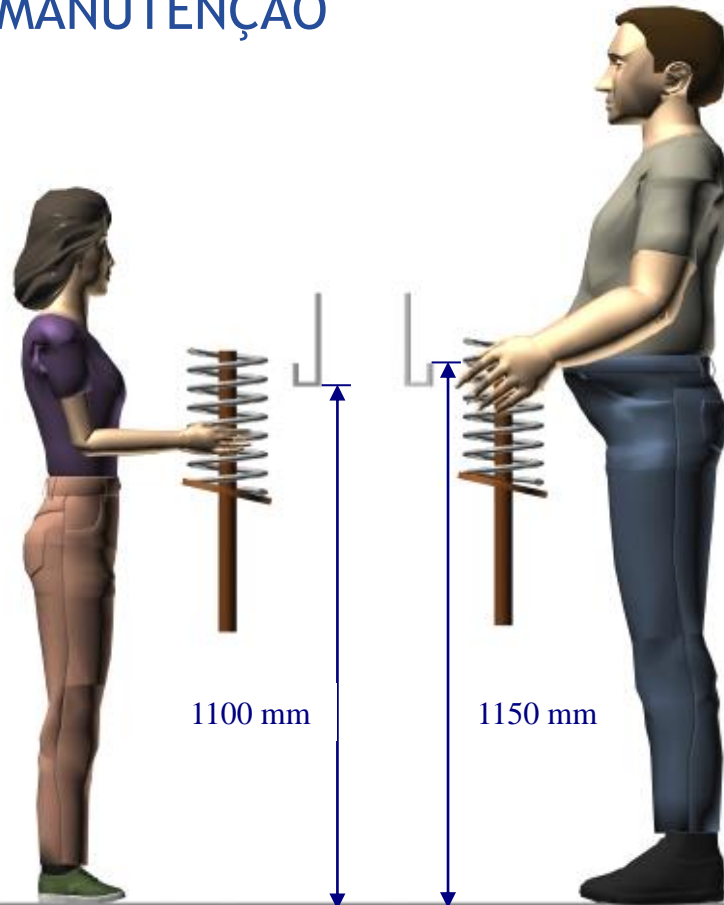


LINHA DE  
MONTAGEM INDUSTRIAL



# MODELOS COMPUTACIONAIS DE ESFORÇOS NOS OPERADORES HARSIM (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

## LINHA DE MONTAGEM E MANUTENÇÃO



## C - ORIGINALIDADE

- ✓ As atividades de Manutenção dos Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica e barramentos de Subestações permanecem à margem dos estudos e pesquisas de adequação ao trabalho que melhoram sua eficiência e qualidade operacionais.
- ✓ Também inexistente uma metodologia padrão para certificação de operadores de rede.
- ✓ A utilização da Realidade Virtual associada à medidores ergonômicos de carga de trabalho tem caráter original e inovador nas pesquisas.
- ✓ Não há no Brasil uma metodologia padronizada para avaliação das condições ergonômicas dos operadores de rede.
- ✓ Montagem de um Simulador de Manutenção e Inspeção de Transmissão na CHESF. com características inovadoras e tecnológico para treinamento e certificação de colaboradores de manutenção de dos sistemas de transmissão

## D - APLICABILIDADE

- ✓ Esta pesquisa tem como objetivo identificar os principais fatores para melhorias nas atividades de Manutenção de Linhas de Transmissão e barramentos de subestações nas áreas da CHESF. Serão realizadas pesquisas com o objetivo da melhoria dos métodos e padrões de trabalho existentes no seu sistema de transmissão e.
- ✓ Também serão analisadas as sub-atividades relacionados aos aspectos biomecânicos, cognitivos, concentração dos eletricitistas no ambiente de trabalho.
- ✓ Ressalta-se também A transferência de Tecnologia da Universidade de Lisboa–Portugal para a implantação de um Simulador de Manutenção e Inspeção de Transmissão na CHESF. com Realidade Virtual que será utilizado nos aprimoramento das ferramentas e seus processos operativos.

- ✓ Redução de erros humanos na operação da rede;
  - ✓ Melhoria dos indicadores de qualidade de energia da distribuidora;
  - ✓ Redução de penalidades regulatórias;
  - ✓ Redução de perdas financeiras;
  - ✓ Melhoria do serviço prestado e da imagem institucional;
  - ✓ Montagem de um Simulador de Manutenção e Inspeção de Transmissão na CHESF
- 
- ✓ **Impactos Científicos, Tecnológicos e Socioambientais**
  - ✓ Proteção à saúde dos trabalhadores e qualidade de vida;
  - ✓ Depósito de 01 pedido de patente;
  - ✓ 01 tese de doutorado;
  - ✓ 01 dissertação de mestrado;
  - ✓ Publicações científicas;
  - ✓ Participação de congressos (Citenel, SNPTEE, ERIAC, IEEE)
  - ✓ Melhoria de infraestrutura laboratorial.

## F- RAZOABILIDADE DOS CUSTOS

- ✓ Estima-se uma redução nos custos da manutenção com a melhoria da adequação do Homem-atividade
- ✓ Otimização dos processos;
- ✓ Melhoria de produtividade;
- ✓ Diminuição do absenteísmo;
- ✓ Redução dos esforços biomecânicos contribuindo para longevidade dos trabalhadores de manutenção.
- ✓ Haverá um retorno de investimento para a Empresa ressaltando-se a implantação de um Simulador de Manutenção e Inspeção de Transmissão na própria CHESF incluindo todos os equipamentos de Realidade Virtual que serão adquiridos.
- ✓ Este Simulador estará a disposição de todas as áreas de gestão da manutenção e inspeção dos sistemas de transmissão da CHESF.

**G-DURAÇÃO: 24 meses**





**Equipe**  
**Prof Dr. Miguel Melo (UFPB)**  
**Prof Dr. Luiz Bueno (UFPB)**  
**Prof Dr. Francisco Rebelo (Univ.LISBOA)**