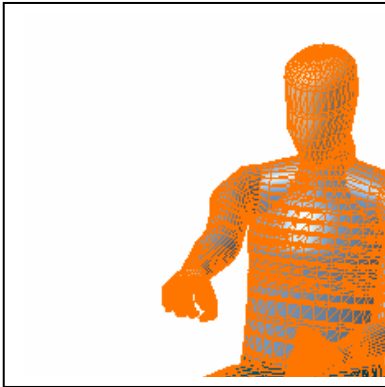




Universidade Federal do Paraná

Grupo de Pesquisa em Ergonomia da UFPR

Relatório de pesquisa 01 Análise ergonômica de Postura de motorista



**Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Ergonomia:
Prof. Maria Lucia Okimoto**

**Equipe :
Paulo Roberto Lopes
Henrique José Serbena
Diego de Azevedo**

**ALUNOS DO CONVENIO BRASIL / FRANÇA
GUILLAUME CAMBOURNAC
SILVÉRIO BATISTA**

JULHO DE 2004

SUMARIO

INTRODUÇÃO	3
1 DEFINIÇÃO DO ESTUDO	3
2 ESTUDE DE CASO	6
2.1 POSTURA DE UM MOTORISTA AUTOMÓVEL TEÓRICO	6
2.1.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo	6
2.1.2 Simulação da postura	6
2.1.3 Análise Rula	7
2.2 POSTURA DE « PAULO »	8
2.2.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo	9
2.2.2 Modelo 3D da postura	9
2.2.3 Análise Rula	10
2.3 POSTURA DO « SILVÉRIO »	11
2.3.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo	11
2.3.2 Modelo 3D da postura	12
2.3.3 Análise RULA	12
2.4 POSTURA DE « GUILLAUME »	13
2.4.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo	13
2.4.2 Modelo 3D da postura	14
2.4.3 Análise RULA	14
2.5 POSTURA TIPO « AVÓ »	15
2.5.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo	15
2.5.2 Modelo 3D da postura	16
2.5.3 Análise RULA	16
2.6 POSTURA MOTORISTA DE UM TRATOR	17
2.6.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo	17
2.6.2 Modelo 3D da postura	17
2.6.3 Análise RULA	18
2.7 POSTURA DE UM PILOTO DE KART	18
2.7.1 Modelo 3D da postura	19
2.7.2 Análise RULA	19
3 EXPLORAÇÃO DOS RESULTADOS	20
CONCLUSÃO	21

Introdução

Este relatório refere-se aos estudos realizados pelo Grupo de Pesquisa em Ergonomia coordenado pelo prof. Maria Lucia Ribeiro Okimoto. Durante o 1º semestre de 2004, o grupo procurou desenvolver métodos de trabalho para efetuar um estudo ergonômico para analisar situações reais da ergonomia veicular. O grupo de pesquisa teve a participação de dois alunos do intercâmbio cultural Brasil-França que desenvolveram seu trabalho de graduação conjuntamente dentro desta linha de pesquisa. A proposta deste estudo foi a de utilizar o software de CATIA (VR5 versão 11) nas aplicações ergonômicas.

1 Definição do estudo

O objetivo do presente projeto de pesquisa foi o de desenvolver um estudo de posturas de motoristas com o software CATIA, para extrair uma análise ergonômica através do método do RULA.

O método do RULA (Rapid Upper Limb Assment) permite uma avaliação rápida e simples dos riscos físicos devidos às situações de trabalho.

- Seis zonas corporais são consideradas : ombro, cotovelo, punho, nuca, tronco, perna.
- Um escore de posição é dado para cada articulação a partir de tabelas e do esquema abaixo.
- Uma tabela permite juntar esses escores em 2 grupos.
- Um escore de contração dos músculos e um escore das forças usadas incluem os parâmetros de repetição dos movimentos para cada um dos grupos.
- Eles são juntos de novo com os escores de posição
- Uma tabela final permite obter um resultado final global e único.

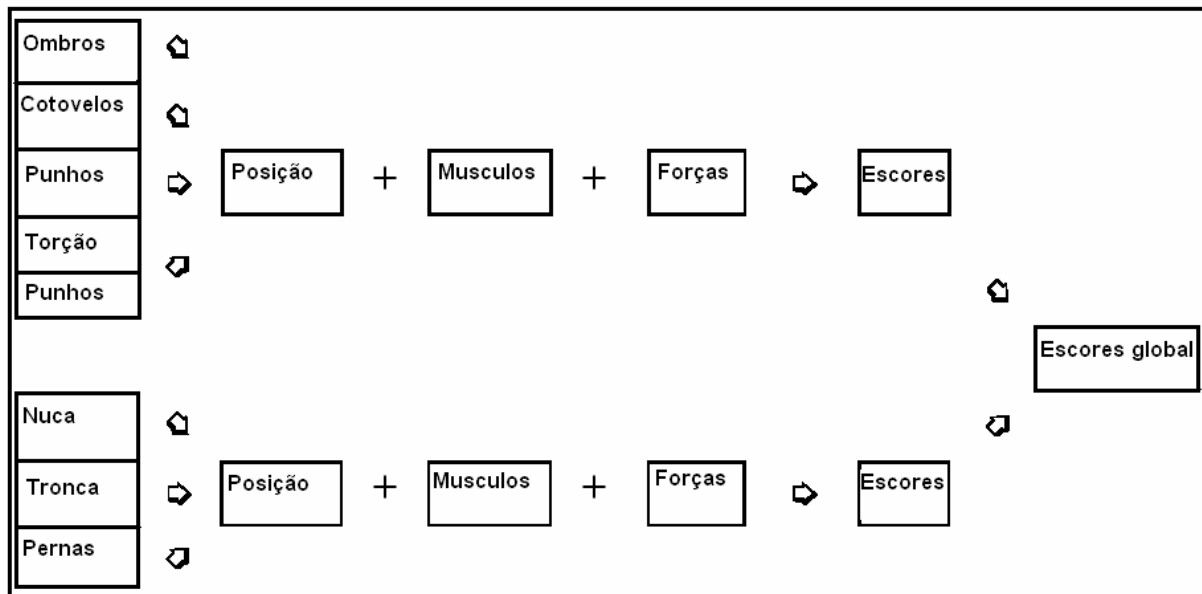


Fig 1 : Esquema de cálculos do RULA

Quatro níveis de riscos são predefinidos a partir de esse escore final:

- Escore 1 e 2 : Nível 1, o risco é fraco e considerado como aceitável se o esforço não for mantido ou repetido por um período muito longo.
- Escore 3 e 4 : Nível 2, um estudo mais avançado é necessária e modificações podem ser requeridas.
- Escore 5 e 6 : Nível 3, um estudo avançado e modificações são necessárias sem ser num futuro imediato.
- Escore 7 e 8 : Nível 4, um estudo avançado e modificações são necessárias imediatamente.

Essa avaliação pode ser feita manualmente com a planilha RULA como mostrado na foto abaixo, mas CATIA tem as equações definidas para poder fazer essas operações automaticamente.



Cornell University, 1996 Planilha RULA de Acompanhamento do funcionário

Complete esta planilha seguindo o procedimento abaixo passo a passo. Mantenha uma cópia no arquivo pessoal do funcionário para pesquisa futura.

Análise dos Braços e Punhos

Passo 1: Levantar Posição do Braço

Passo 2: Ajustar...

Passo 3: Localizar Posição do Punho

Passo 3a: Ajustar...

Passo 4: Giro do Punho

Passo 5: Encontrar Escore da Postura na Tabela A

Passo 6: Adicionar Escore do uso dos Músculos

Passo 7: Adicionar Escore da Força/Carga

Passo 8: Encontrar linha na Tabela C

ESCORES

Tabela A

Postura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tabela B

Postura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tabela C

Postura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B. Análise de pescoço, tronco e pernas

Passo 9: Posição do Pescoço

Passo 10: Posição do Tronco

Passo 11: Pernas

Passo 12: Encontrar Escore da Postura na Tabela B

Passo 13: Adicionar Escore do Uso dos Músculos

Passo 14: Adicionar Escore da Força/Carga

Passo 15: Encontrar Coluna na Tabela C

Escore Final

5

Operador: _____

Sector: posto 2 - linha 1 (linha nova)

Data: _____

Avaliador: _____

Escore final: 1 ou 2 = aceitável; 3 ou 4 = investigar; 5 ou 6 = investigar e mudar logo; 7 = investigar e mudar imediatamente

Fig 2 : planilha RULA

Nota: Essa planilha aqui mostrada é um exemplo de uma análise fictícia. Ela é reproduzida em anexo, em melhor qualidade.

2 Estudo de Caso

2.1 Postura de um motorista automóvel teórico

Para iniciar o nosso estudo, consideramos uma postura clássica de um motorista de um automóvel comercial comum. Conseguimos uma foto de a simulação da postura teórica boa no sítio da INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité – França, www.inrs.fr).



Fig 3 : Posição teórica

2.1.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo

Calculamos a inclinação de cada membro do corpo do motorista com o software IpWin. Esse software permite conhecer os ângulos a partir de uma foto ou a partir de qualquer imagem (jpeg, bmp, gif etc.). Com essa tabela de valores é então possível reproduzir e construir um modelo 3D com uma precisão maior.

2.1.2 Simulação da postura

O trabalho feito depois era então de construir o manequim 3D com o módulo Ergonomics Design and Analysis do CATIA. Esse módulo permite construir e analisar o manequim com, por exemplo, a análise do RULA.

Os dados do manequim são: **Homem americano, 50% perc.**

Catia tem já pré-gravado todos os dados que se referem a essa população (altura, peso etc.)

Nota: A análise no CATIA com os manequins de 5% perc. e 95% perc. dão os mesmos resultados na tabela do RULA.

Fig 4 : Modelo 3D da postura teórica



Aqui está apresentado o menu que permite (entre outros...) configurar a postura do manequim no software CATIA. Vários parâmetros são ajustados, mas o mais importante é aquele que define que o manequim está na posição “sentada” (“sit”). Desse jeito não faz falta simular, por exemplo, elementos externos como o banco do automóvel, por exemplo.

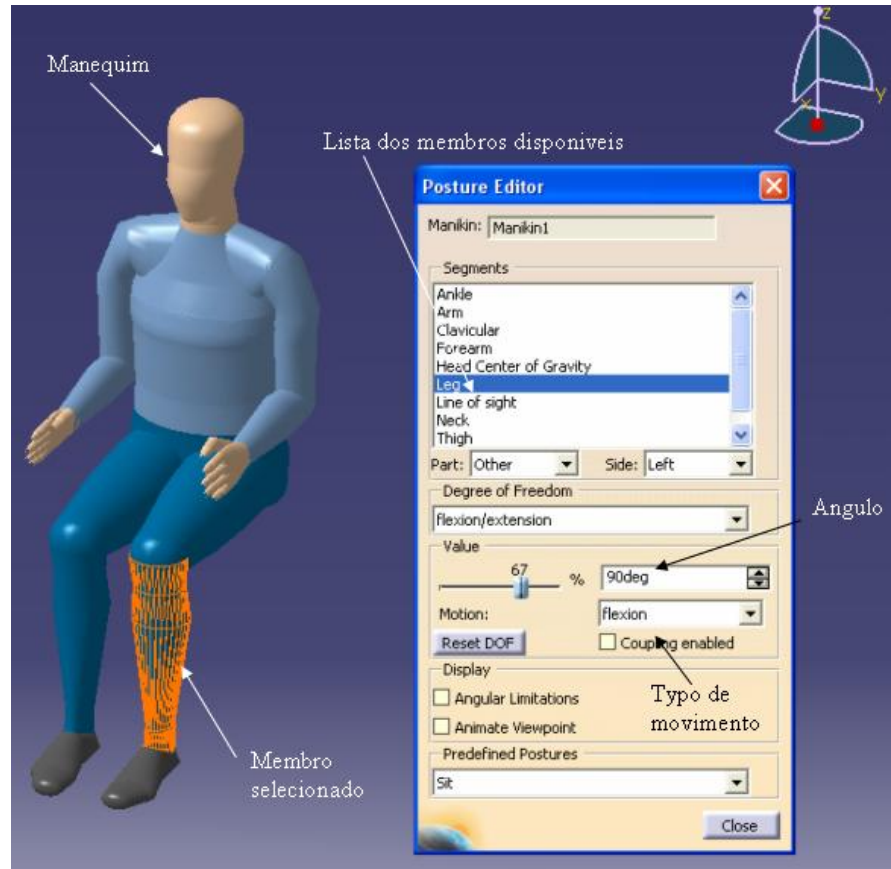


Fig 5 : ilustração do software CATIA

2.1.3 Análise Rula

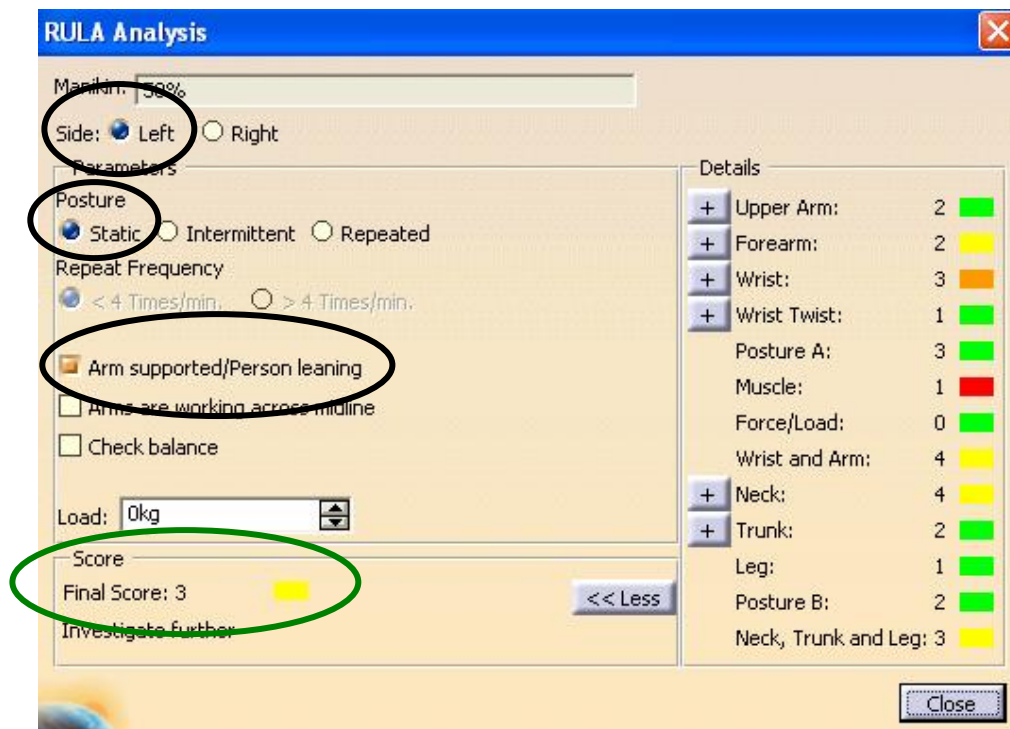


Fig 6 : Score da análise RULA

A primeira análise leva a um resultado de 3. Se esperava melhor para uma posição teórica que pretende ser a melhor. O fato de ter colocado o parâmetro “Static” piora esse score já que o motorista não está realmente estático o tempo todo. Porém, a análise levada com os parâmetros “Intermitent” e “>4times/min” leva exatamente ao mesmo resultado. No tema do pescoço, o score não é muito bom devido ao fato que para reproduzir ao idêntico o manequim da foto, tivemos que aumentar um pouco os limites angulares no manequim do CATIA. Último pormenor, a análise RULA foi levada com o parâmetro “left” ativado devido ao fato que na posição de condução (à esquerda) o braço que está mais tempo na posição “volante” é o braço esquerdo. Os resultados são aceitáveis, e nos permite ter uma referência para os resultados posteriores.

2.2 Postura de « Paulo »



Fig 7 : Foto postura Paulo

2.2.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo



Fig 8 : Determinação dos ângulos Paulo

2.2.2 Modelo 3D da postura

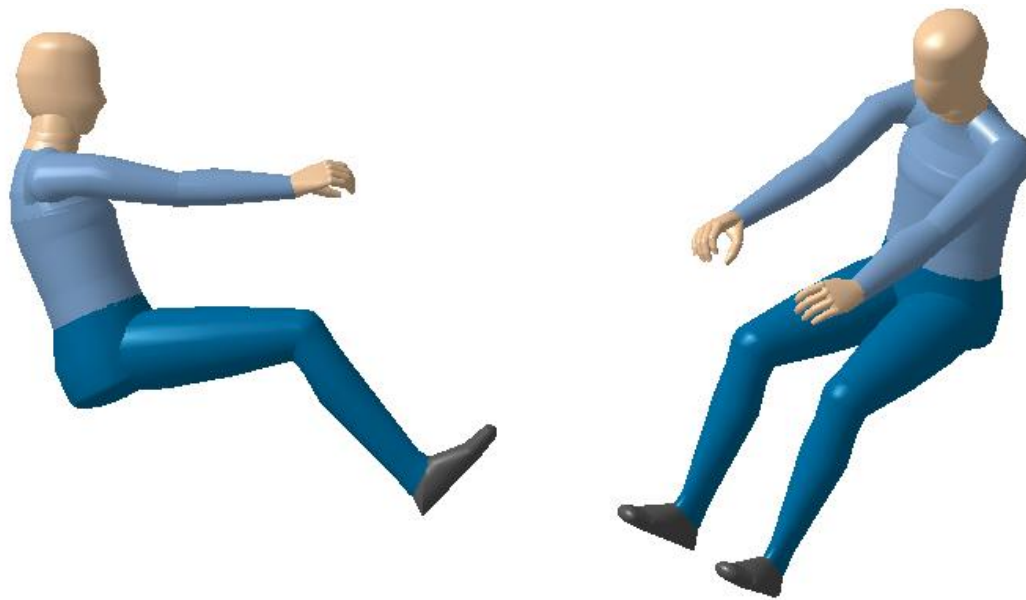


Fig 9 : Simulação 3D Paulo

2.2.3 Análise Rula

The screenshot shows the 'RULA Analysis' software window. It includes a 'Parameters' section with settings for Manikin (50%), Side (Left), Posture (Static), Repeat Frequency (< 4 Times/min), and various checkboxes. A 'Load' field is set to 0kg. The 'Score' section shows a 'Final Score: 4' with a yellow indicator and a button to 'Investigate further'. The 'Details' section lists scores for different body parts: Upper Arm (2, green), Forearm (2, yellow), Wrist (3, orange), Wrist Twist (1, green), Posture A (3, green), Muscle (1, red), Force/Load (0, green), Wrist and Arm (4, yellow), Neck (4, yellow), Trunk (3, yellow), Leg (1, green), Posture B (3, green), and Neck, Trunk and Leg (4, yellow). A 'Close' button is at the bottom right.

Body Part	Score	Color
Upper Arm	2	Green
Forearm	2	Yellow
Wrist	3	Orange
Wrist Twist	1	Green
Posture A	3	Green
Muscle	1	Red
Force/Load	0	Green
Wrist and Arm	4	Yellow
Neck	4	Yellow
Trunk	3	Yellow
Leg	1	Green
Posture B	3	Green
Neck, Trunk and Leg	4	Yellow

Fig 10 : Resultados RULA Paulo

A postura é simétrica, o tronco bastante inclinado para traz e os braços bem esticados. Por isso os piores escores são obtidos no pescoço (“neck”) e tronco (“trunk”). Como se pode ver na fotografia, os ombros não estão em contato com o apoio do banco, coisas que não é favorável também para a coluna vertebral.

Escore final: 4

2.3 Postura do « Silvério »



Fig 11 : Foto postura Silvério

2.3.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo

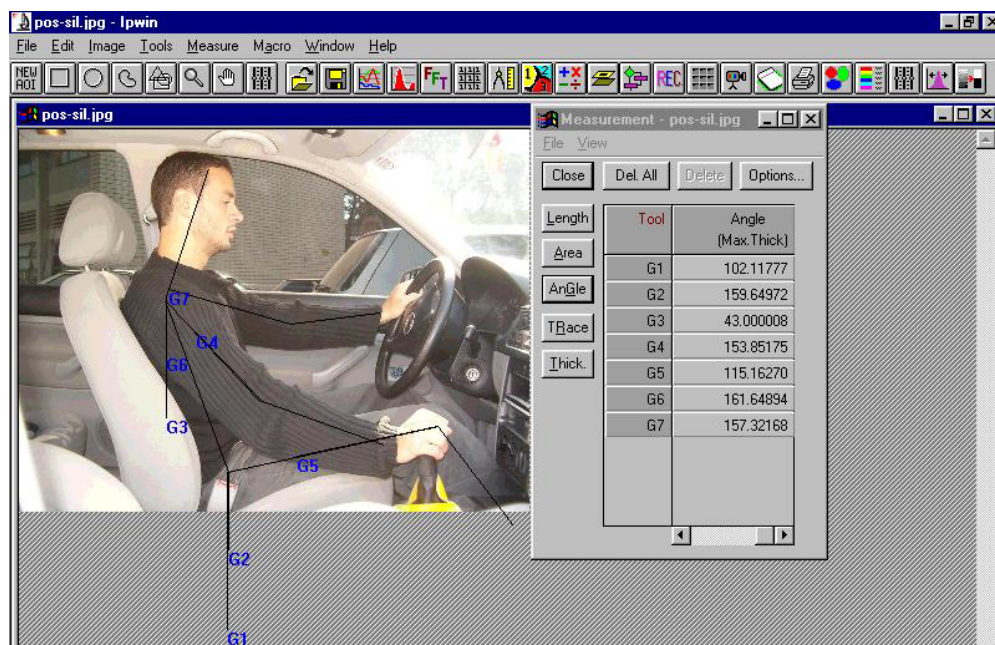


Fig 12 : Determinação dos ângulos Silvério

2.3.2 Modelo 3D da postura

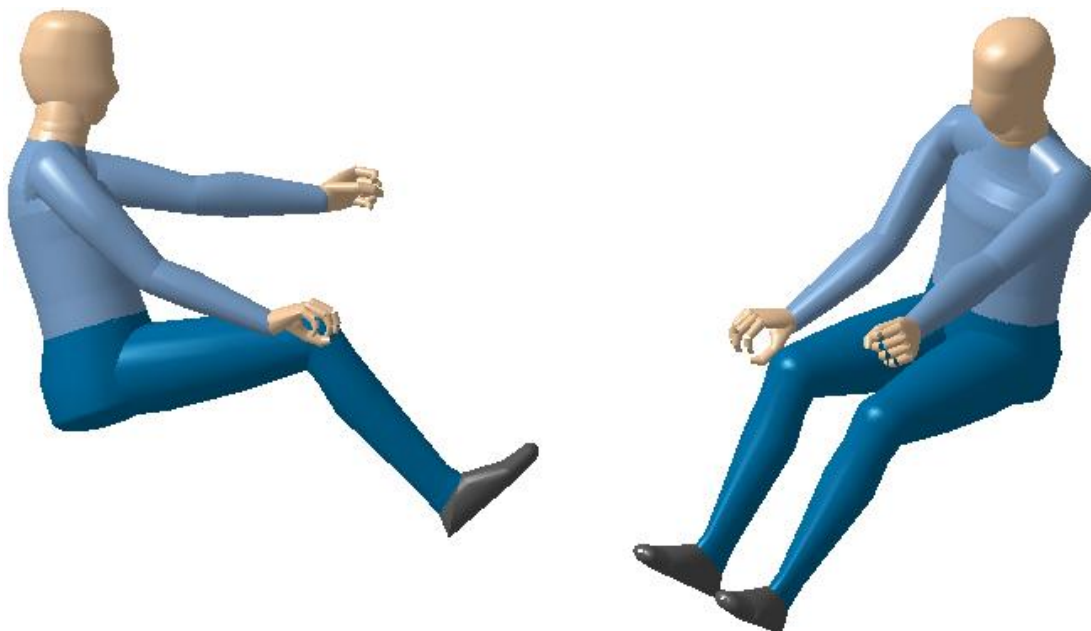


Fig 13 : Simulação 3D Silvério

2.3.3 Análise RULA

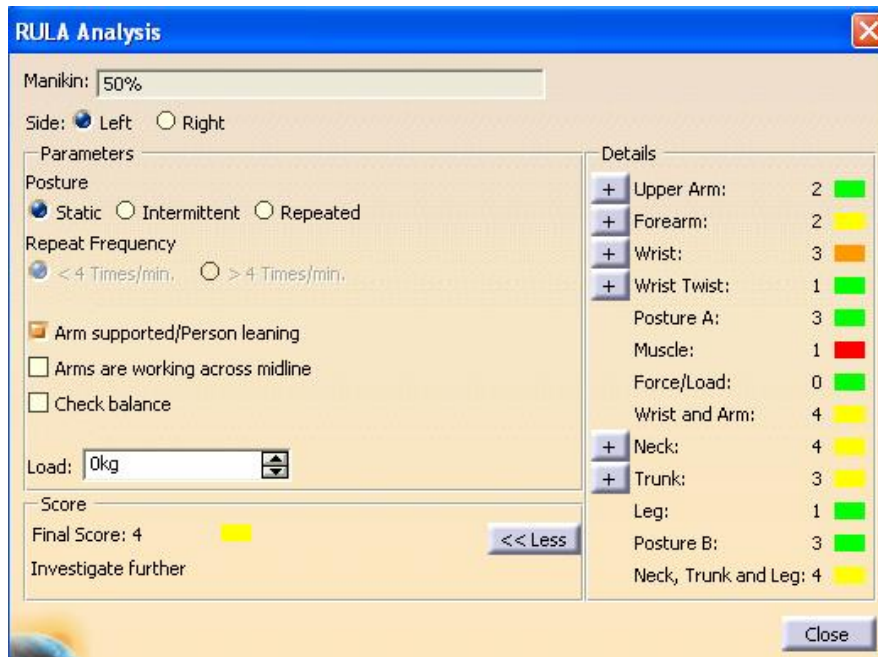


Fig 14 : Análise RULA Silvério

A postura não é simétrica e a posição do pescoço um pouco avançada. Os braços estão bastante esticados.

Escore final: 4

2.4 Postura de « Guillaume »



Fig 15 : Foto postura Guillaume

2.4.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo

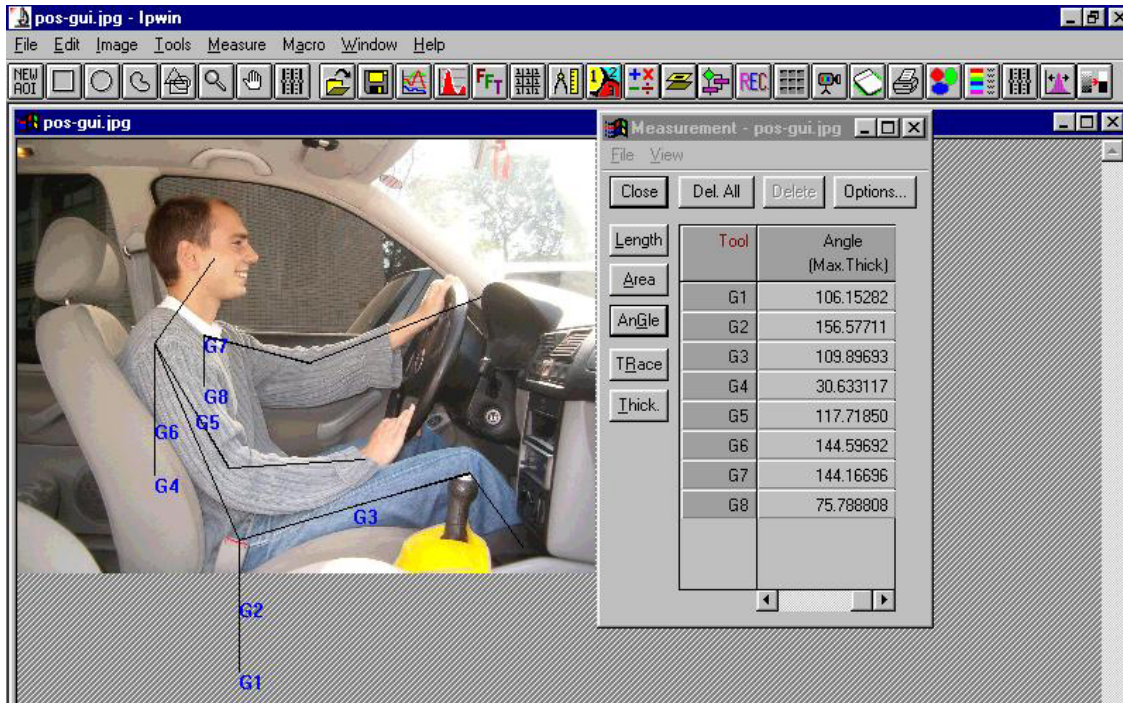


Fig 16 : Determinação dos ângulos Guillaume

2.4.2 Modelo 3D da postura



Fig 17 : simulação 3D Guillaume

2.4.3 Análise RULA

RULA Analysis

Manikin: 50%

Side: Left Right

Parameters

Posture
 Static Intermittent Repeated

Repeat Frequency
 < 4 Times/min. > 4 Times/min.

Arm supported/Person leaning
 Arms are working across midline
 Check balance

Load: 0kg

Score
Final Score: 4
Investigate further

Details

+ Upper Arm:	2	Green
+ Forearm:	2	Yellow
+ Wrist:	3	Orange
+ Wrist Twist:	2	Red
Posture A:	4	Yellow
Muscle:	1	Red
Force/Load:	0	Green
Wrist and Arm:	5	Orange
+ Neck:	1	Green
+ Trunk:	1	Green
Leg:	1	Green
Posture B:	1	Green
Neck, Trunk and Leg:	2	Green

Close

Fig 18 : Análise RULA Guillaume

A posição é menos inclinada e mais próxima do volante que os dois casos antes. Os braços e as mãos não têm uma posição convencional mais o tronco e o pescoço estão bem posicionados. O escore é igual aos 2 casos precedentes mais se olharmos mais em pormenor, se pode notar que a postura é mais favorável.

Escore final: 4

2.5 Postura tipo « avó »



Fig 19 : Foto postura tipo avó

2.5.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo

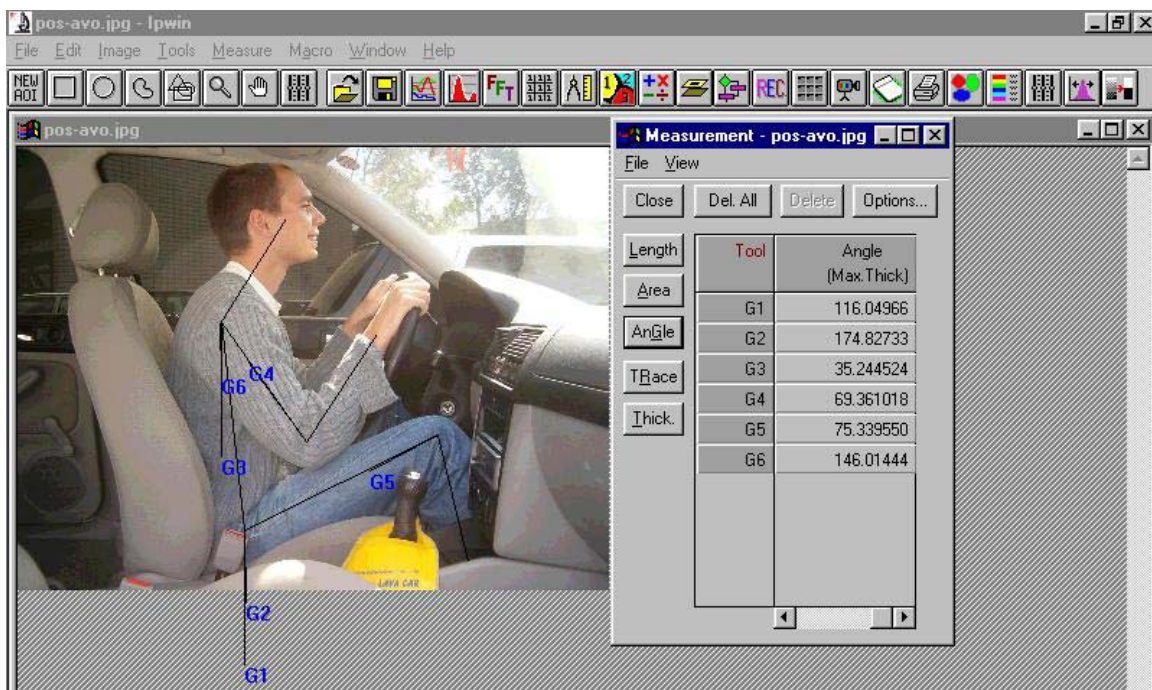


Fig 20 : Determinação dos ângulos Avó

2.5.2 Modelo 3D da postura



Fig 21 : Simulação 3D Avó

2.5.3 Análise RULA

Body Part	Score	Indicator
Upper Arm	2	Green
Forearm	2	Yellow
Wrist	1	Green
Wrist Twist	1	Green
Posture A	3	Green
Muscle	1	Red
Force/Load	0	Green
Wrist and Arm	4	Yellow
Neck	4	Yellow
Trunk	3	Yellow
Leg	1	Green
Posture B	3	Green
Neck, Trunk and Leg	4	Yellow

Fig 22 : Análise RULA Avó

Essa postura que parece ser um pouco exagerada (bem perto do volante) é, no entanto, satisfatória. O antebraço está completamente apoiado no volante o que minimiza muito o cansaço da parte superior do corpo. A posição do tronco (bastante avançada) é o fator que piora o escore final.

Escore final: 4

2.6 Postura motorista de um trator

Achamos interessante comparar as posturas clássicas que se aproximam de aquelas levadas por milhões de pessoas, com aquelas extremas que são as do motorista de trator (que pode levar o dia inteiro dirigindo) e as do piloto de kart que leva uma postura particular para um tempo mais curto, mas muito cansativo fisicamente.

2.6.1 Determinação dos ângulos dos membros do corpo

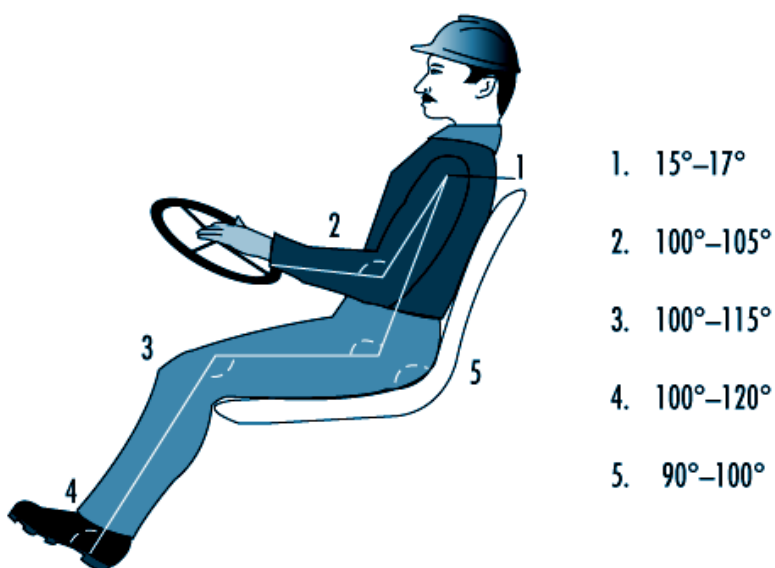


Fig 23 : Ângulos da postura Trator

2.6.2 Modelo 3D da postura

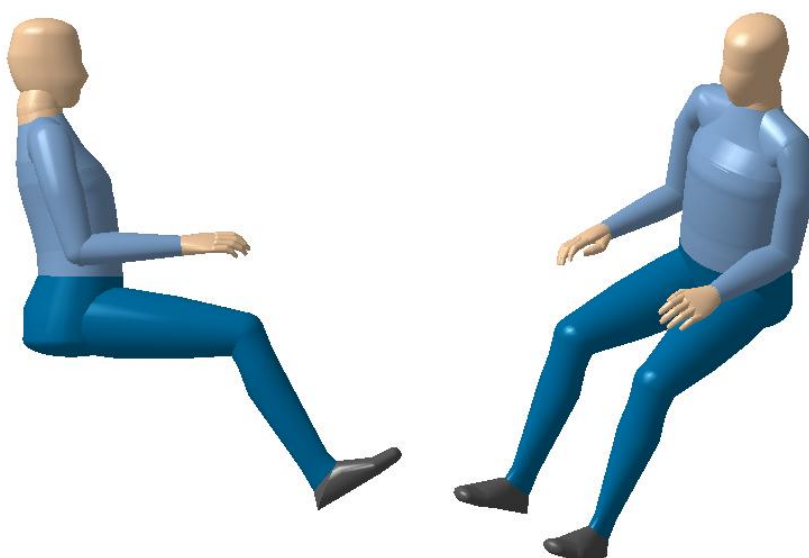


Fig 24 : Simulação 3D postura Trator

2.6.3 Análise RULA

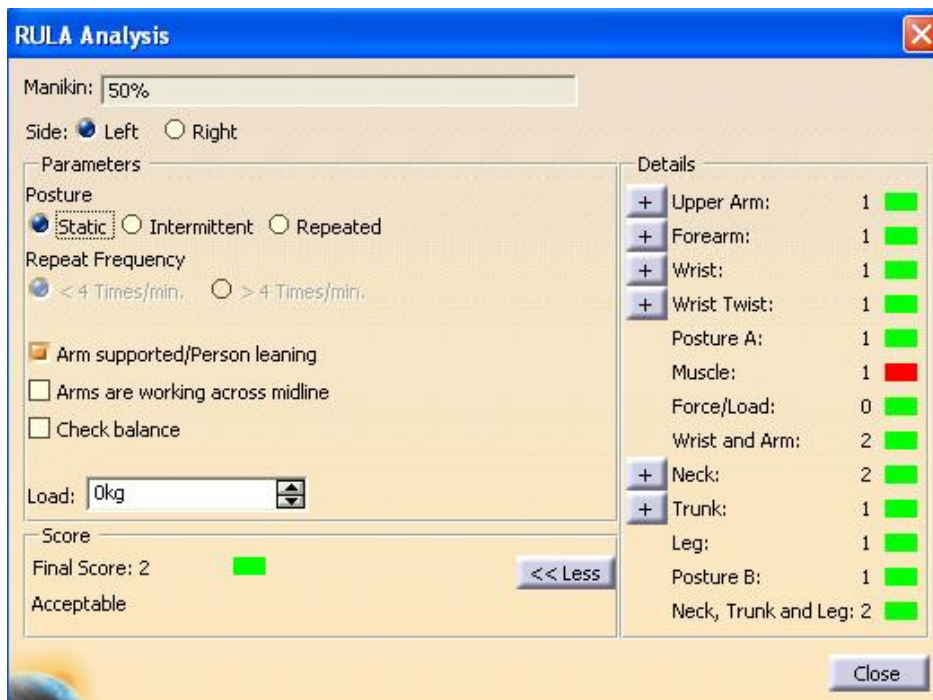


Fig 25 : Análise RULA Trator

Essa postura obtém um bom escore devido a uma posição bem ereta do tronco e ao fato que os braços esta alinhados com o corpo. Essa analise foi feita com um modelo teórico, que tende a “melhorar” um pouco as coisas.

Escore final: 2

2.7 Postura de um piloto de kart

Para comparar os resultados obtidos com as posturas “clássicas”, decidimos efetuar um estudo com uma pessoa o dirigindo um kart de competição. O interessante era de comparar e de ver as variações nessa posição extrema agüentada nesse esporte de competição.



Fig 26 : Foto postura Kart

2.7.1 Modelo 3D da postura

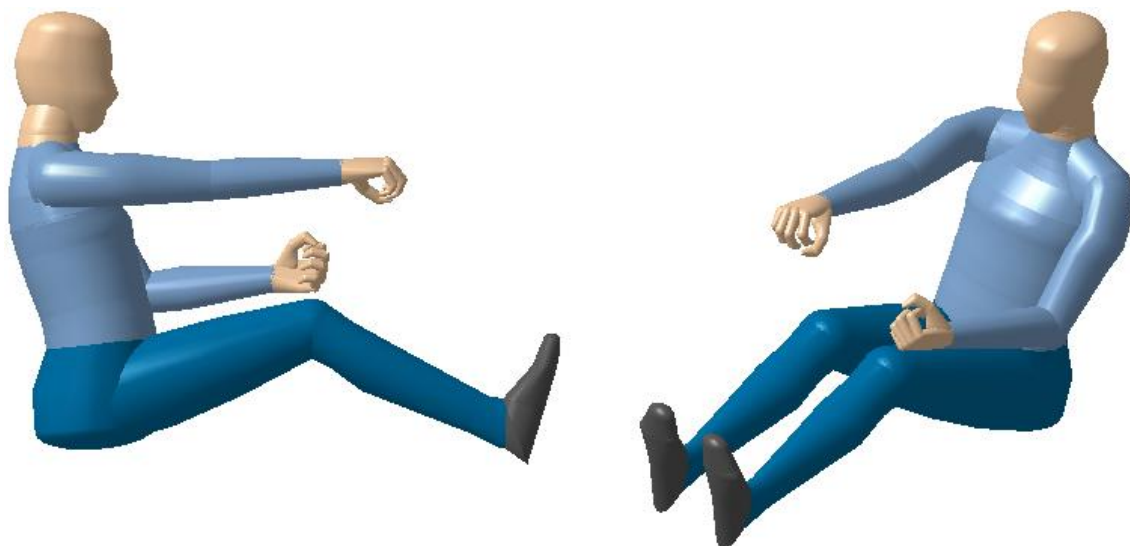


Fig 27 : Simulação 3D Kart

2.7.2 Análise RULA

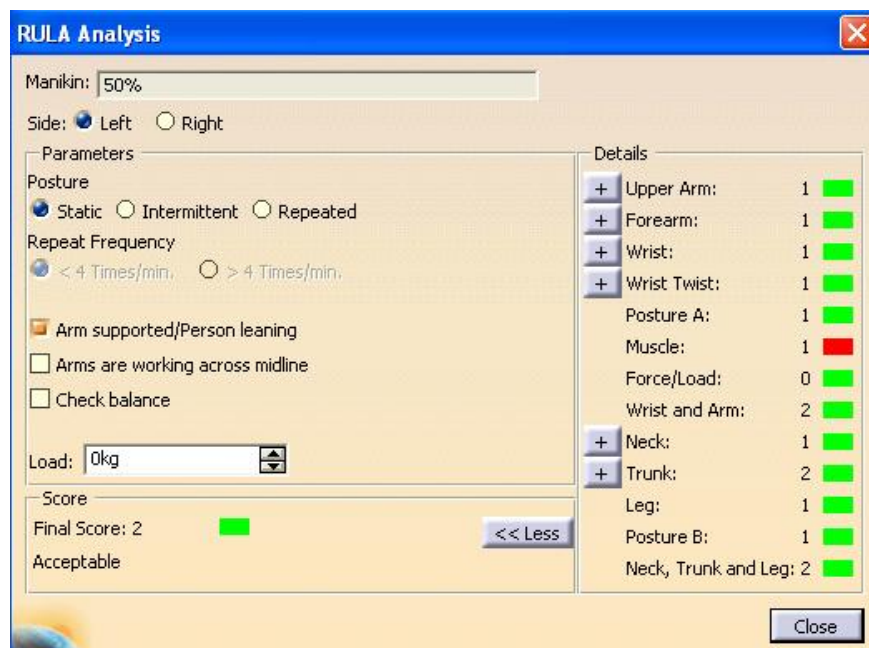


Fig 28 : Análise RULA de Kart

Essa postura com as pernas quase na horizontal deixa o manequim com o tronco bem direito. Essa postura tem que ser bem confortável para o piloto agüentar, o tempo da competição, uma situação de stress de esforço físico extremo.

Escore final : 2

3 Exploração dos resultados

	Teórico	Paulo	Silvério	Guillaume	Avó	Trator	Kart
Upper Arm (braço)	2	2	2	2	2	1	1
Forearm (antebraço)	2	2	2	2	2	1	1
Wrist (punho)	3	3	3	3	1	1	1
Wrist Twist (torção)	1	1	1	2	1	1	1
Postura A	3	3	3	4	3	1	1
Muscle	1	1	1	1	1	1	1
Force/Load	0	0	0	0	0	0	0
Wrist and Arm (punho e braço)	4	4	4	5	4	2	2
Neck (pescoço)	4	4	4	1	4	2	1
Trunk (tronco)	2	3	3	1	3	1	2
Leg (perna)	1	1	1	1	1	1	1
Postura B	2	3	3	1	3	1	1
Neck, Trunk, and leg	3	4	4	2	4	2	2
Final Score	3	4	4	4	4	2	2

Fig 29 : Tabela de resultado RULA

Com essa tabela comparativa podemos ver que para a posição teórica, para a do Paulo, para a do Guillaume e a do Silvério os escores são comparáveis. Porém diferenças podem ser destacadas se olharmos nos pormenores a tabela:

- Punho: a inclinação do antebraço e a inclinação do punho causam cansaço, devido á posição quase vertical do volante. Esse problema é bem destacado na foto da posição do Guillaume que obtém um escore de 2 (vermelho) no que é da torção do punho.
- Nuca: está bem curvada na postura do Paulo e Silvério (escore de 4).

Na postura tipo “avó” se destaca um escore não muito bom para as costas e o tronco. Ela obtém um escore favorável para o braço e o antebraço que faz com que a avaliação do RULA é melhor em comparação ao Paulo Silvério e Guillaume. Porém, a fadiga causada nos braços é muito menos traumatizante que na coluna, elemento muito sensível do corpo humano.

Depois, podemos ver que as duas posições as mais adaptadas para dirigir são as do trator e a do kart. Não é grande surpresa ver que o trator tem bom resultado, já que o motorista usa essa ferramenta de trabalho quase o dia todo. Esse escore pode ser justificado

:

- Posição dos braços alinhados co o corpo
- Punhos relaxados e posados no volante (volante quase horizontal)
- Tronco direito

Para o kart os escores são próximos daqueles do trator apesar do fato que a posição é bem diferente. As principais características de essa postura são:

- A inclinação ente o tronco e as pernas, quase horizontal.
- A posição do volante, que permite ter os braços alinhados com o corpo (sobretudo nas linhas retas).
- Os punhos estão alinhados com o antebraço.

Conclusão

O Software CATIA mostrou-se uma ferramenta eficiente e rápida para efetuar uma análise ergonômica de posturas. Conseguimos destacar uns aspetos interessantes entre as diferentes posturas graças á tabela de resultado do RULA. Nos casos estudados dá para se aperceber da maioria dos riscos possíveis visualmente; mas o conhecimento do software agora adquirido nos permitirá proceder á uma análise mais complexa no futuro.

Podemos ver com este estudo que finalmente a posturas que temos nos automóveis particulares não é assim tão boa! A maioria das pessoas sofre um dia de problemas de costas, e o uso democratizado dos automóveis não vai favorecer uma melhora da situação.

Achamos que os construtores automóveis podem ainda melhorar os bancos mesmo se fica difícil conseguir um produto adaptado para todos. Porém, modelos como a Renault Scenic, já começaram a mudar um pouco a configuração do banco virando numa posição que é mais do lado do trator (posição mais alta). O grande sucesso desse modelo na Europa é sem dúvida devido também pela essa nova posição adotada.

Seria interessante analisar o escore RULA das mesmas pessoas citadas nesse documento, mas sentadas no modelo da Renault.

O objetivo do presente projeto de pesquisa foi o de desenvolver um estudo de posturas de motoristas com o software CATIA, para extrair uma análise ergonômica a través do método do RULA.

O método do RULA (Rapid Upper Limb Assment) permite uma avaliação rápida e simples dos riscos físicos devidos às situações de trabalho. Para iniciar o nosso estudo, consideramos uma postura clássica de um motorista de um automóvel comercial comum. Calculamos a inclinação de cada membro do corpo do motorista com o software IpWin. O trabalho feito depois era então de construir o manequim 3D com o módulo Ergonomics Design and Analysis do CATIA. O Software CATIA mostrou-se uma ferramenta eficiente e rápida para efetuar uma análise ergonômica de posturas.