



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102018006844-0 A2



(22) Data do Depósito: 04/04/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 22/10/2019

(54) **Título:** MÉTODO DE SIMULAÇÃO ERGONÔMICA E SIMULADOR ELETRÔNICO DE ERGONOMIA

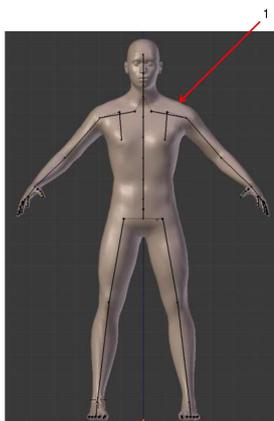
(51) **Int. Cl.:** G06F 17/50; G06T 19/00.

(52) **CPC:** G06F 17/5009; G06T 19/00.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

(72) **Inventor(es):** CLARIANA FISCHER BRENDLER; FÁBIO GONÇALVES TEIXEIRA; GABRIELA ZUBARAN DE AZEVEDO PIZZATO; GUILHERME SILVA DE MELLO.

(57) **Resumo:** A presente invenção descreve um método de simulação ergonômica para e um simulador eletrônico de ergonomia para análise de elementos que permitem ao usuário analisar parâmetros antropométricos da interação do indivíduo com o elemento em análise ou desenvolvimento. Especificamente, a presente invenção compreende um modelo (1) parametrizável, interação do modelo (1) com o elemento, indicadores de desempenho (3) nas regiões do modelo (1) solicitadas pela interação com o elemento. A presente invenção se situa nos campos da análise, pesquisa e desenvolvimento na área da saúde, biomecânica e simulação eletrônica.



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

MÉTODO DE SIMULAÇÃO ERGONÔMICA E SIMULADOR ELETRÔNICO DE ERGONOMIA

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um método de simulação ergonômica e um simulador eletrônico de ergonomia que permitem a análise de parâmetros antropométricos na interação de um modelo com um elemento, por meio de indicadores de desempenho. A presente invenção se situa nos campos da análise, pesquisa e desenvolvimento na área da saúde, biomecânica e simulação eletrônica.

Antecedentes da Invenção

[0002] Os parâmetros antropométricos estáticos e dinâmicos são fundamentais para o desenvolvimento e análise de objetos e ambientes, pois a aplicação destes parâmetros permite proporcionar conforto, segurança e eficácia para quem fará uso destes objetos ou ambientes. Os parâmetros antropométricos estáticos podem ser obtidos por métodos diretos, indiretos e por meio de busca em literatura. Porém, os dados sobre os parâmetros antropométricos dinâmicos são escassos e o levantamento destes parâmetros requer métodos complexos, como a necessidade de usuários reais e protótipos em escala real. O mercado carece de um meio mais rápido e fácil para se obter estes parâmetros. Carece ainda de ferramentas que possibilitem a obtenção dos parâmetros antropométricos durante as análises ergonômicas.

[0003] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0004] O documento Development of a digital human model generation method for ergonomic design in virtual environment. K. Jung et al. (2009) revela um método de geração de modelos humanos, implementado em um sistema

baseado na rede mundial de computadores, para analisar o interior de projetos de automóveis. Entretanto, o modelo humano digital (MHD) do artigo citado não auxilia na determinação de posturas adequadas ao uso do produto, pois não possui sinalização de conforto articular. Além disso, as possibilidades de parametrização das variáveis antropométricas do MHD e seus movimentos são limitadas.

[0005] O documento A new digital human environment and assessment of vehicle interior design. J. Yang et al. (2007) revela um MHD para ambiente virtual, denominado de Santos®, para avaliar as questões de postura, alcances e conforto no interior de veículos utilizados em obras e mineração da empresa Caterpillar®. O MHD denominado de Santos® é representado apenas pelo sexo masculino e nos percentis 5%, 50% e 95% de estatura. Portanto é restrito na possibilidade de parametrização dos membros do corpo do MHD e não possui sinalização de conforto nos pontos anatômicos e nos movimentos de simulação do MHD. Ainda, não possui a possibilidade de obtenção dos parâmetros antropométricos durante as análises ergonômicas, além de ter um ambiente limitado, pois só se aplica ao interior de veículos específicos.

[0006] O documento Research on virtual human in ergonomic simulation. H. Honglun et al. (2007) revela um MHD baseado em estudos biomecânicos e fisiológicos para auxiliar na análise ergonômica de produtos utilizando a realidade virtual. O estudo é realizado em um ambiente virtual de escritório, em que a simulação é realizada em tempo real por meio de sistemas de câmeras de infravermelho que capturam o movimento. Assim, a realização da análise só é possível através de sistemas estruturados com câmeras de vídeo para captura de movimento do usuário em um protótipo em escala real.

[0007] O documento Jack Human Modelling Tool: A Review. Blanchonette (2010) revela um relatório sobre o MHD Jack (versão 5.1), em que realizam a avaliação do uso do modelo e suas características relevantes em avaliações de estações de trabalho na postura sentado. O MHD Jack não é paramétrico, ou seja, não permite modificar os membros do corpo do MHD e

possui apenas a possibilidade de alterar a estatura.

[0008] O documento Computer-aided ergonomics: a case study of incorporating ergonomics analyses into workplace design. Feyen et al. (2000) revela o desenvolvimento de um software AutoCAD®, denominado de 3DSSPP, que possui um MHD utilizado para quantificar os riscos biomecânicos de um operador em uma estação de trabalho. O MHD 3DSSPP não possibilita variada parametrização, pois possui apenas modelos nos percentis 5%, 50% e 95% de estatura, os movimentos são limitados e não possui sinalização de identificação do conforto postural nas articulações.

[0009] O documento Digital Human Model Based Participatory Design Method to Improve Work Tasks and Workplaces. Helin et al. (2012) revela o desenvolvimento de um MHD, denominado de Osku, para auxiliar em análises ergonômicas de projeto. O software é utilizado em ambiente virtual, e contém um banco de dados com modelos nos percentis 5%, 50% e 95% feminino e masculino. O MHD Osku não possibilita a parametrização e seus movimentos são limitados, além deste não possuir sinalização de identificação do conforto postural nas articulações.

[0010] O documento An online ergonomic evaluator for 3D product design. International Journal of Industrial Ergonomics. Kuo e Chu (2005) revela análises ergonômicas utilizando MHD desenvolvido com sistemas baseado na rede mundial de computadores. Este MHD desenvolvido contempla os parâmetros antropométricos das estaturas de adultos femininos e masculinos da população de Taiwan. Estes MHDs são limitados na questão de parametrização das variáveis antropométricas, uma vez que os dados são fixos e não possibilitam qualquer alteração fora do determinado no banco de dados.

[0011] O documento CN1783145A revela um método para uma simulação de protótipo virtual, utilizando um produto tridimensional e métodos de simulação por computador. Caracteriza-se por um método de protótipo virtual de simulação em que inclui as seguintes etapas: instalar o software Solid Works ou Inventor no computador; executando o produto 3D nas peças que

constituem o protótipo virtual, classificando em peças padrão, peças compradas e peças compradas especiais, incluindo uma biblioteca de peças, biblioteca de peças adquiridas, montagem e sistema de montagem de protótipo; montagem e desmontagem para criar imagens estéreo explodidas para realizar a simulação dinâmica do protótipo virtual. O documento CN1783145A combina a tecnologia 3D CAD com a síntese, a análise, a capacidade de pensamento criativo do usuário da interface e pode encurtar o período de desenvolvimento do produto, aumentar o desempenho e a qualidade e reduzir o custo de fabricação. A invenção analisada é um desenvolvimento de produto tridimensional usando o sistema CAD / CAM, para alterar o desenho manual sobre as malhas 3D com gerenciamento de desenho técnico de todo o processo de produção. As ideias de projeto expressas pelos desenhos bidimensionais podem ser transformadas em um modelo virtual tridimensional de exibição de produtos da peça (prototipagem virtual) em uma simulação computacional. O documento CN1783145A não remete a um MHD que possibilita a parametrização de medidas do corpo humano, articulado e que realiza análise ergonômica da postura do MHD enquanto uso do produto, e sim auxilia na questão dos protótipos físicos bidimensionais em tridimensionais para análises ergonômicas e gerenciamento do projeto de produto.

[0012] O documento US2014/0303937A1 revela o controle de ambientes e posicionamento de manequins ergonômicos inseridos nestes ambientes e, em particular, a um sistema e método para posicionar modelos estruturais e controlar seus ambientes de design através do uso de dispositivos sensores de movimento, algoritmos que convertem dados de coordenadas espaciais para ângulo de dados e sistemas de design assistidos por computador que criam modelos baseados em movimentos ao utilizar o produto. O método descrito no documento US2014/0303937A1 abrange um computador que recebe um conjunto de coordenadas espaciais a partir de um dispositivo de entrada sensível ao movimento, as coordenadas espaciais que descrevem uma posição de pelo menos uma articulação de um membro de um modelo humano. Este

documento não trata da descrição de um método de análise ergonômica e sim um dispositivo contendo um sensor de captura de movimento para simular um MHD em ambiente virtual ao utilizar um produto. Além deste há também a ausência da parametrização das medidas do corpo humano, da sinalização das posturas de conforto e obtenção dos parâmetros antropométricos dinâmicos.

[0013] O documento US20100030532A1 revela um algoritmo baseado em otimização que prevê e realiza a simulação de várias tarefas humanas de forma natural, fornecendo um conjunto infinito de movimentos para qualquer tamanho de modelo humano. A simulação inclui qualquer ação ou parte de uma ação que realize um trabalho, problema ou tarefa, por exemplo, andar em diversas direções, correr, levantar e transportar objetos, e muitos outros movimentos ou tarefas. O algoritmo prevê movimento baseado em física e movimento naturalista de vários segmentos do corpo. O corpo humano é modelado como um sistema cinemático representado por uma série de segmentos conectados por articulações. As ferramentas de otimização são usadas para determinar a rotação em cada grau de liberdade de cada articulação que minimiza uma medida de desempenho, por exemplo, desconforto. Gera modelos humanos digitais, incluindo anatomia, biomecânica e fisiologia. O humano digital é modelado como um sistema mecânico que inclui comprimentos de ligação, momentos de inércia de massa, torques de junção e forças externas. Entretanto, não apresenta um método para realização de análises ergonômicas e não resolve as questões de parametrização dos membros do corpo humano, não menciona a questão da identificação das posturas de conforto e tão pouco na obtenção de parâmetros antropométricos dinâmicos.

[0014] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0015] Torna-se evidente na literatura pesquisada a ausência de

ferramentas que permitam a parametrização das características do MHD, em especial os parâmetros antropométricos dinâmicos devido ao elemento com o qual o modelo interage. Ainda, é rara a possibilidade de obtenção dos parâmetros antropométricos durante as análises ergonômicas.

Sumário da Invenção

[0016] Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de um método de simulação e um simulador eletrônico de ergonomia para análise de elementos que compreende a ação de um modelo humano digital (1), parametrização do modelo (1), indicação de uma escala de desempenho em regiões solicitadas pré-definidas do modelo (1).

[0017] Em primeiro objeto, a presente invenção apresenta um método de simulação ergonômica para análise de elementos que compreende as etapas:

- a. definição de ao menos um elemento;
- b. definição de ao menos uma ação para ao menos um modelo (1) inserido no elemento;
 - i. definição de ao menos uma região do modelo (1) solicitada na ação definida;
- c. parametrização do modelo (1);
- d. simulação do modelo (1) parametrizado com base nas ações definidas;
- e. indicação de desempenho em regiões solicitadas na ação definida.

[0018] Em um segundo objeto, a presente invenção traz um simulador eletrônico de ergonomia para análise de elementos que compreende:

- a. ferramenta de importação de ao menos um elemento virtual tridimensional;
- b. ao menos um modelo (1) compreendendo meio de parametrização;
- c. ferramenta de definição de ação do modelo (1);
- d. ferramenta de definição de regiões solicitadas do modelo (1);

e. indicador de desempenho (3) em regiões solicitadas.

[0019] Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados faz uso de simulação eletrônica de ao menos um modelo (1) em interação com ao menos um elemento, que permite parametrização do modelo (1) e indicação de desempenho em regiões do modelo (1) solicitadas na ação.

[0020] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0021] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, as seguintes figuras são apresentadas:

[0022] A figura 1 mostra um modelo humano digital (MHD) (1).

[0023] A figura 2 mostra a estrutura óssea (2) do modelo (1).

[0024] A figura 3A mostra um movimento da estrutura óssea (2) do modelo (1) e o eixo de rotação, a figura 3B e 3C mostram movimentos do modelo (1), e a figura 3D mostra os eixos de rotação das articulações do modelo (1).

[0025] A figura 4 mostra os indicadores de desempenho (3) inseridos em regiões que serão solicitadas pelo movimento do modelo (1).

[0026] A figura 5 mostra a indicação de desempenho (3) do movimento do modelo (1), onde escalas de cores indicam medida de desempenho.

[0027] A figura 6 mostra a indicação de desempenho do movimento do modelo (1), onde escalas de cores indicam medida de desempenho.

[0028] A figura 7 mostra a indicação dos ângulos em relação a um movimento do modelo (1).

[0029] A figura 8 mostra os indicadores de desempenho (3) demonstrando a solicitação das articulações para um movimento do modelo

(1).

[0030] A figura 9 mostra dimensões do movimento do modelo (1) e indicadores de desempenho (3) demonstrando a solicitação das articulações.

[0031] A figura 10 mostra a indicação dos ângulos em relação a outro movimento do modelo (1).

[0032] A figura 11 mostra dimensões de outro movimento do modelo (1) e indicadores de desempenho (3) demonstrando a solicitação das articulações.

[0033] A figura 12 mostra uma concretização de uma tela de parametrização do modelo (1).

[0034] A figura 13 mostra uma concretização do modelo (1) parametrizado com restrições e limites. A figura 13A mostra uma vista frontal do movimento de olhar para cima, a figura 13B mostra uma vista frontal do movimento de inclinar a cabeça para a esquerda, e a figura 13C mostra uma vista lateral do movimento de olhar para cima.

[0035] A figura 14 mostra uma concretização de parametrização e os eixos de rotação das articulações do modelo (1).

[0036] A figura 15 mostra uma concretização de parametrização e os eixos de rotação de outras articulações do modelo (1).

[0037] A figura 16 mostra uma concretização de parametrização de um membro do modelo (1). As figuras 16A, 16B e 16C mostram o antebraço direito do modelo (1) com comprimentos diferentes.

[0038] A figura 17 mostra uma concretização de remoção de membro do modelo (1), sem que haja deformação ou desalinhamento nas outras partes do modelo (1).

[0039] A figura 18 mostra uma concretização de movimentos do modelo (1). Na figura 18A, o modelo (1) realiza o movimento de inclinação lateral, enquanto na figura 18B realiza o movimento de hiperextensão da coluna vertebral.

[0040] A figura 19 mostra outra concretização de movimentos do modelo (1). Nas figuras 19A e 19B, o modelo (1) realiza um movimento do quadril com

o joelho semiflexionado.

[0041] A figura 20 mostra uma concretização de análise ergonômica virtual. As figuras 20A, 20B e 20C mostram ações diferentes do modelo (1).

[0042] A figura 21 mostra outra concretização de análise ergonômica virtual. As figuras 21A, 21B e 21D mostram ações diferentes do modelo (1), e a figura 21C mostra a ação da figura 21B vista por outro ângulo.

[0043] A figura 22 mostra outra concretização de análise ergonômica virtual. As figuras 22A e 22B mostram ações do modelo (1) e elementos diferentes.

Descrição Detalhada da Invenção

[0044] As descrições que se seguem são apresentadas a título de exemplo e não limitativas ao escopo da invenção e farão compreender de forma mais clara o objeto do presente pedido de patente.

[0045] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um método de simulação ergonômica para análise de elementos, que compreende as etapas: definição de ao menos um elemento; definição de ao menos uma ação para ao menos um modelo (1) inserido no elemento; parametrização do modelo (1); simulação do modelo (1) parametrizado com base nas ações definidas; indicação de desempenho (3) em regiões solicitadas na ação definida.

[0046] A definição de elementos compreende quaisquer objetos ou ambientes que se deseja uma análise ergonômica por meio de simulação virtual, descartando a necessidade de um protótipo em escala ou usuários reais visando o conforto, saúde e segurança destes usuários. Para fins da presente invenção, por ambientes ou objetos pode ser interpretado qualquer tipo de situação a qual um usuário/fabricante/produtor/desenvolvedor deseja simular sua tecnologia. Para fins de exemplificação, sem limitações ao escopo da invenção, a simulação pode ser feita para elementos como: cadeiras, poltronas, mesas, bancos, ambientes de trabalho, ambientes de estudo, ambientes ao ar

livre, entre outros.

[0047] O modelo (1) é uma representação do indivíduo que interage com o elemento. O modelo (1) possui estrutura óssea (2) que permite a animação e movimentação do modelo (1), e a limitação e tipo de movimento de cada articulação. O modelo (1) é parametrizável pelo usuário do método de simulação proposto pela presente invenção.

[0048] A definição de ação do modelo (1) permite a obtenção dos parâmetros antropométricos dinâmicos por meio da análise ergonômica do elemento em estudo, pois a ação do modelo (1) simula a interação de um indivíduo com o elemento. Em uma concretização, a ação do modelo (1) é qualquer movimento que o indivíduo que esteja fazendo uso do objeto ou ambiente faz durante a interação com tal objeto ou ambiente. Para fins de exemplificação, sem limitações ao escopo da invenção, durante a análise de uma mesa de escritório, a ação do modelo (1) abrange os movimentos de inclinar-se para alcançar objetos, escrever ou digitar no teclado, entre outros.

[0049] Ademais, a etapa de definição de ações do modelo (1) compreende adicionalmente a subetapa de definição de ao menos uma região do modelo (1) solicitada na ação definida, sendo região solicitada do modelo (1) entendida como qualquer parte do modelo (1) que desempenhe qualquer função durante a ação, como, por exemplo, articulações ou musculatura.

[0050] A etapa de parametrização do modelo (1) possibilita ao usuário do método aqui proposto a variação das características físicas do modelo (1) conforme sua vontade ou necessidade. Parametrização é entendida como a variação das características ou dados do modelo (1). Em uma concretização, tal modelo (1) possui parametrização padrão sugerida pelo método com base em literatura científica.

[0051] As características variáveis na etapa de parametrização do modelo (1) compreendem a possibilidade de limitação de seus movimentos, permitindo torná-los mais semelhantes aos movimentos do corpo humano. Em uma concretização, tais limitações podem variar para considerar a maior

mobilidade de atletas e a menor mobilidade de pessoas com deficiência ou idosos, por exemplo.

[0052] Ainda, as características variáveis na parametrização do modelo (1) compreendem a possibilidade de ajustar suas dimensões. Em uma concretização, a altura e largura do modelo (1) podem ser ajustadas para formar o modelo (1) de crianças, pessoas obesas, deficientes físicos, entre outros.

[0053] Ainda, as características variáveis na parametrização do modelo (1) compreendem a possibilidade de alterar o gênero do modelo (1), sendo que as características físicas de homens e mulheres diferem e influenciam na análise ergonômica dos elementos.

[0054] Ainda, as características variáveis na parametrização do modelo (1) compreendem a possibilidade de ajustar os membros do modelo (1), por meio de alteração na estrutura óssea (2) do modelo (1) sem que haja deformação ou desalinhamento de outras partes do modelo (1), permitindo, inclusive, que o modelo (1) apresente alguma deficiência física como, por exemplo, um membro amputado ou um membro maior que o outro, permitindo o uso do método de simulação revelado na presente invenção no desenvolvimento de tecnologia assistiva.

[0055] A etapa de simulação do modelo (1) parametrizado com base nas ações definidas compreende a interação do modelo (1) com o elemento por meio das ações definidas pelo usuário do método descrito nesta invenção, viabilizando a análise ergonômica do elemento por meio da obtenção de parâmetros antropométricos estáticos e dinâmicos.

[0056] A etapa de indicação de desempenho (3) em regiões solicitadas na ação definida pode compreender uma escala de desempenho (3) pré-definida que facilite a análise dos resultados da simulação, sendo possível a parametrização dessa escala pelo usuário do método descrito nesta invenção. A escala de desempenho (3) pode ser pré-definida pelo método da invenção ou pelo próprio usuário da presente invenção. Em uma concretização, sem que

haja limitação do escopo da presente invenção, esta escala de desempenho é indicada por meio de semiesferas nas regiões solicitadas do modelo (1) sinalizadas por meio de cores, onde a cor verde representa conforto e a semiesfera muda de cor de verde para vermelho conforme o modelo (1) se movimenta, representando o nível de desconforto.

[0057] Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um simulador eletrônico de ergonomia para análise de elementos, que compreende: ferramenta de importação de ao menos um elemento virtual tridimensional; ao menos um modelo (1) compreendendo meios de parametrização; ferramenta de definição de ação do modelo (1); ferramenta de definição de ao menos uma região solicitada do modelo (1); indicador de desempenho (3) em regiões solicitadas.

[0058] A ferramenta de importação de elementos confere ao usuário do simulador da presente invenção a possibilidade de importar qualquer elemento que se deseja uma análise ergonômica por meio de simulação virtual. A definição de elementos compreende quaisquer objetos ou ambientes que se deseja uma análise ergonômica por meio de simulação virtual, descartando a necessidade de um protótipo em escala ou usuários reais visando o conforto, saúde e segurança destes usuários. Para fins do simulador da presente invenção, por ambientes ou objetos pode ser interpretado qualquer tipo de situação a qual um usuário/fabricante/produtor/desenvolvedor deseja simular sua tecnologia. Para fins de exemplificação, sem limitações ao escopo da invenção, a simulação pode ser feita para elementos como: cadeiras, poltronas, mesas, bancos, ambientes de trabalho, ambientes de estudo, ambientes ao ar livre, entre outros.

[0059] O modelo (1) é uma representação do indivíduo que interage com o elemento. O modelo (1) possui estrutura óssea (2) que permite a animação e movimentação do modelo (1), e a limitação e tipo de movimento de cada articulação. O modelo (1) é parametrizável pelo usuário do simulador da presente invenção.

[0060] A ferramenta de parametrização do modelo (1) confere ao usuário do simulador da presente invenção a possibilidade de variação das características físicas do modelo (1) conforme sua vontade ou necessidade. Parametrização é entendida como a variação das características ou dados do modelo (1). Em uma concretização, tal modelo (1) pode possuir parametrização padrão sugerida pelo simulador com base em literatura científica.

[0061] A ferramenta de parametrização do modelo (1) confere ao usuário da presente invenção a possibilidade de limitação de seus movimentos, permitindo torná-los mais semelhantes aos movimentos do corpo humano. Em uma concretização, tais limitações podem variar para considerar a maior mobilidade de atletas e a menor mobilidade de pessoas com deficiência ou idosos, por exemplo.

[0062] A ferramenta de parametrização do modelo (1) confere ao usuário do simulador da presente invenção a possibilidade de ajustar suas dimensões. Em uma concretização, a altura e largura do modelo (1) podem ser ajustadas para formar o modelo (1) de crianças, pessoas obesas, deficientes físicos, entre outros.

[0063] A ferramenta de parametrização do modelo (1) confere ao usuário a possibilidade de alterar o gênero do modelo (1), sendo que as características físicas de homens e mulheres diferem e influenciam na análise ergonômica dos elementos.

[0064] A ferramenta de parametrização do modelo (1) confere ao usuário a possibilidade de ajuste dos membros do modelo (1), por meio de alteração na estrutura óssea (2) do modelo (1) sem que haja deformação ou desalinhamento de outras partes do modelo (1), permitindo, inclusive, que o modelo (1) apresente alguma deficiência física como, por exemplo, um membro amputado ou um membro maior que o outro, permitindo o uso do simulador da presente invenção no desenvolvimento de tecnologia assistiva.

[0065] A ferramenta de definição de ação do modelo (1) confere ao usuário a possibilidade de obtenção dos parâmetros antropométricos dinâmicos

por meio da análise ergonômica do elemento em estudo, pois a ação do modelo (1) simula a interação de um indivíduo com o elemento. Por meio desta ferramenta, o usuário define a ação que o modelo (1) realiza. Em uma concretização, a ação do modelo (1) é qualquer movimento que o indivíduo que esteja fazendo uso do objeto ou ambiente faz durante a interação com tal objeto ou ambiente. Para fins de exemplificação, sem limitações ao escopo da invenção, durante a análise de uma mesa de escritório, a ação do modelo (1) abrange os movimentos de inclinar-se para alcançar objetos, escrever ou digitar no teclado, entre outros.

[0066] A ferramenta de definição das regiões do modelo (1) solicitadas pela ação definida confere ao usuário a opção de indicar ao menos uma região do modelo (1) solicitada na ação definida, sendo região solicitada do modelo (1) entendida como qualquer parte do modelo (1) que desempenhe qualquer função durante a ação, como, por exemplo, articulações ou musculatura.

[0067] O indicador de desempenho (3) em regiões solicitadas pode compreender uma escala de desempenho pré-definida que facilite a análise dos resultados da simulação, sendo possível a parametrização dessa escala pelo usuário do método descrito nesta invenção. A escala de desempenho pode ser pré-definida pela presente invenção ou pelo usuário da presente invenção. Em uma concretização, sem que haja limitação do escopo da presente invenção, esta escala de desempenho é indicada por meio de semiesferas nas regiões solicitadas do modelo (1) sinalizadas por meio de cores, onde a cor verde representa conforto e a semiesfera muda de cor de verde para vermelho conforme o modelo (1) se movimenta, representando o nível de desconforto.

[0068] Em uma concretização, o simulador eletrônico de ergonomia para análise de elementos é utilizado em associação com o método de simulação ergonômica para análise de elementos, ambos constituintes da presente invenção.

Exemplos – Concretizações

[0069] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

Exemplo I

[0070] O método de simulação e o simulador eletrônico de ergonomia para análise de elementos são utilizados para analisar uma estação de trabalho, constituída por uma mesa, uma cadeira, um mouse, um teclado e um monitor para computador, onde o conforto de um indivíduo foi analisado a partir de sua interação com os elementos. Foram observadas as posturas em relação à tarefa exercida e buscou-se o dimensionamento da estação de trabalho a fim de garantir que forneça conforto, segurança e eficácia ao usuário.

[0071] Após definido o elemento, a ferramenta de importação garantiu a inserção da estação de trabalho no simulador.

[0072] O modelo (1) foi parametrizado para representar uma mulher de estatura média, sem deficiências, foram inseridas as restrições de movimentos para evitar que o modelo (1) realize movimentos que não são realizados pelo corpo humano, e os ângulos de conforto das articulações foram parametrizados conforme apresentado por Tilley e Dreyfuss(2005) na literatura.

[0073] As ações do modelo (1) foram definidas como sentar na cadeira, ajustar a altura do assento da cadeira, digitar no teclado, ligar e desligar o computador, observar a tela do monitor e realizar movimentos de alcance nas extremidades do tampo da mesa de trabalho.

[0074] As regiões solicitadas pelas ações foram indicadas como sendo as articulações do tornozelo, do joelho, da lombar, do cotovelo, do punho, do ombro e da cervical.

[0075] Foi realizada a simulação das ações do modelo (1), colocando o modelo (1) na estação de trabalho na posição sentado na cadeira, com a lombar apoiada no encosto da cadeira e os pés apoiados no chão, como pode ser visto na Figura 20A. Em seguida, observou-se a realização do movimento

de alcance nas extremidades do tampo da mesa, como pode ser visto nas Figuras 20B e 20C. Ao analisar os indicadores de desempenho (3) das articulações, foi possível concluir que devido à mesa de trabalho não ter ajuste de altura, o tampo da mesa tornou-se muito elevado em relação à altura do assento da cadeira e, desta forma, os membros superiores do usuário estavam em uma posição de desconforto, o que pode ser observado na Figura 20 pelas cores em vermelho nos indicadores de desempenho (3) semiesféricos nas articulações do cotovelo e do punho.

[0076] Ao buscar uma solução, foi modificada a altura da cadeira para que se consiga ajustar os membros superiores para uma posição de conforto (Figura 21).

[0077] Entretanto, como pode ser visto na Figura 21, os pés ficaram sem apoio, o que além de causar estrangulamento dos vasos capilares da região posterior da perna e, conseqüentemente, fadiga da musculatura, gerou desconforto na articulação do tornozelo, podendo ser observada pela cor vermelha dos indicadores de desempenho (3) semiesféricos. A torção na região lombar realizada pelo movimento para alcançar a extremidade do tampo da mesa (Figuras 21B a 21D) indicada pelos indicadores de desempenho (3) semiesféricos metade verde e metade vermelho mostra que a postura estava no limite entre o conforto e o desconforto.

[0078] Por fim, para solucionar o desconforto nos membros superiores e inferiores do usuário, foi acrescentado um elemento de apoio para os pés e/ou um sistema de ajuste na altura do tampo da mesa de trabalho, como pode ser visto na Figura 22.

[0079] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Método de simulação ergonômica para análise de elementos **caracterizado** por compreender as etapas:
 - a. definição de ao menos um elemento;
 - b. definição de ao menos uma ação para ao menos um modelo (1) inserido no elemento;
 - i. definição de ao menos uma região do modelo (1) solicitada na ação definida;
 - c. parametrização do modelo (1);
 - d. simulação do modelo (1) parametrizado com base nas ações definidas;
 - e. indicação de desempenho em regiões solicitadas na ação definida.
2. Método de simulação ergonômica, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a etapa de indicação de desempenho compreender indicação a partir de uma escala de desempenho pré-definida.
3. Método de simulação ergonômica, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a etapa de parametrização do modelo (1) compreender definição de limitações de movimento do modelo (1).
4. Método de simulação ergonômica, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a etapa de parametrização do modelo (1) compreender ao menos um entre: ajuste de dimensão do modelo (1), ajuste de gênero do modelo (1), ajuste de membro do modelo (1), ajuste de movimento do modelo (1), ajuste da estrutura óssea (2) do modelo (1), ajuste de possível deficiência física do modelo (1).
5. Simulador eletrônico de ergonomia para análise de elementos **caracterizado** por compreender:
 - a. ferramenta de importação de ao menos um elemento virtual tridimensional;

- b. ao menos um modelo (1) compreendendo meio de parametrização;
- c. ferramenta de definição de ação do modelo (1);
- d. ferramenta de definição de ao menos uma região solicitada do modelo (1);
- e. indicador de desempenho (3) em regiões solicitadas.

6. Simulador eletrônico de ergonomia, de acordo de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de a ferramenta de definição de ação do modelo (1) compreender meio de interação do modelo (1) com o elemento virtual tridimensional.

7. Simulador eletrônico de ergonomia, de acordo de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato do indicador de desempenho (3) compreender ao menos uma escala de desempenho pré-definida.

FIGURAS

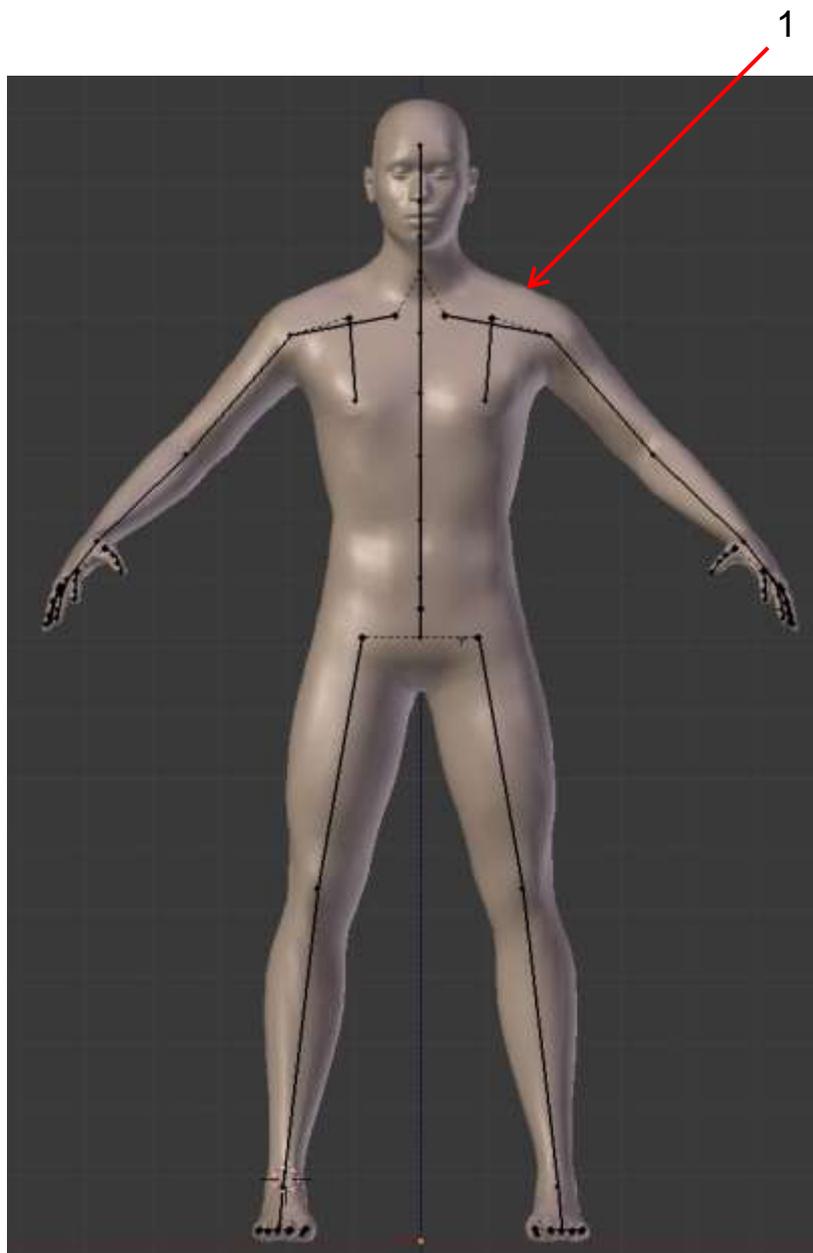


Figura 1

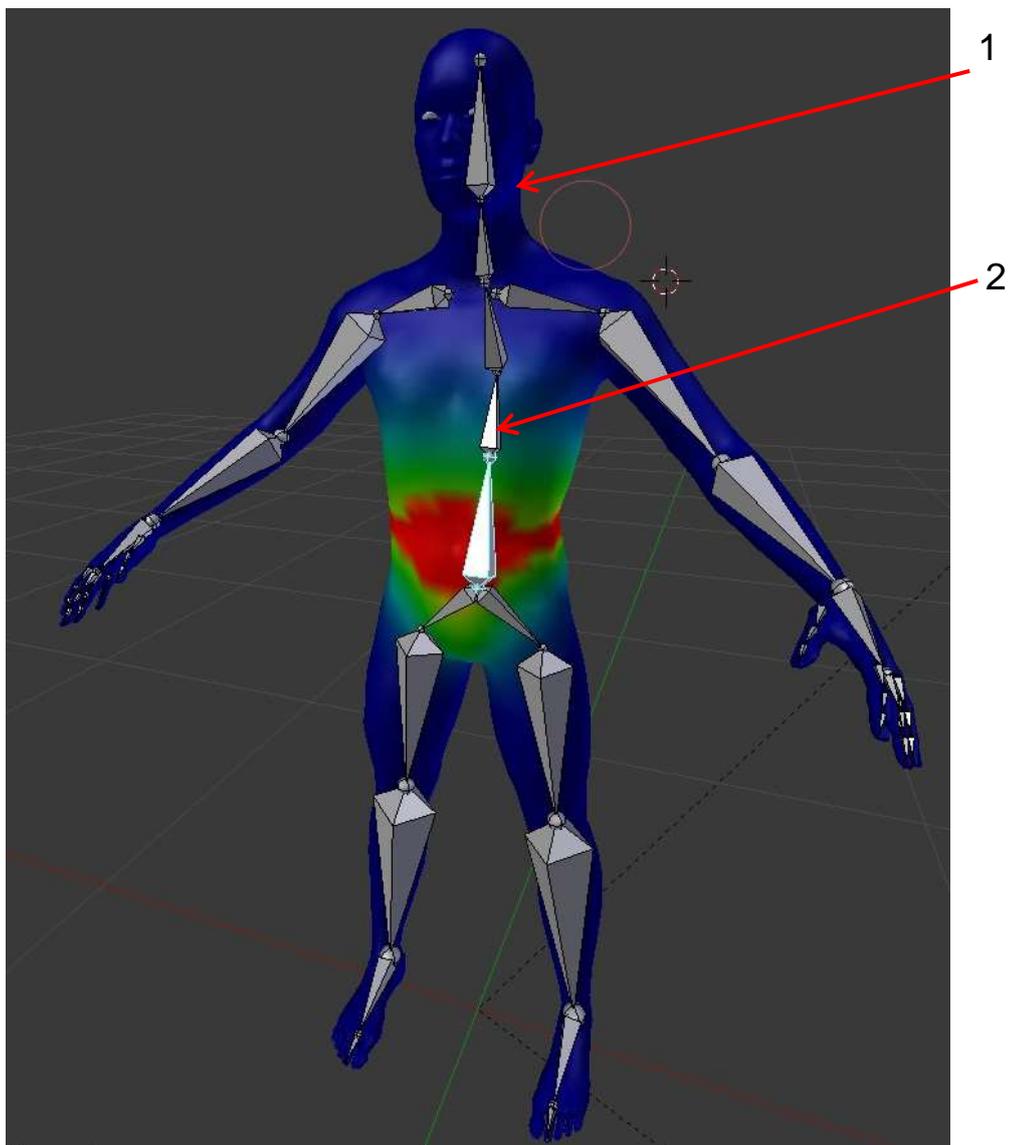


Figura 2

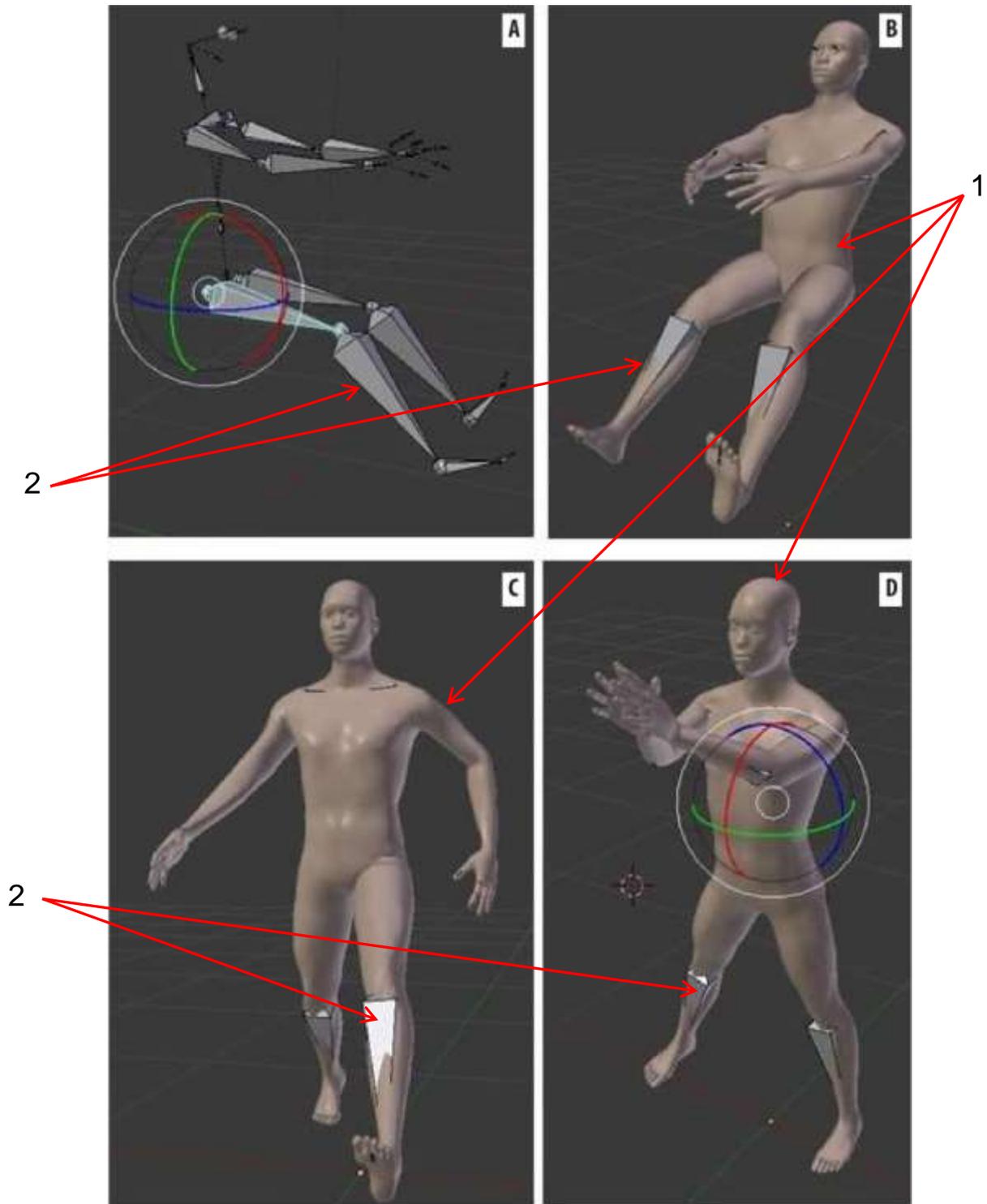


Figura 3

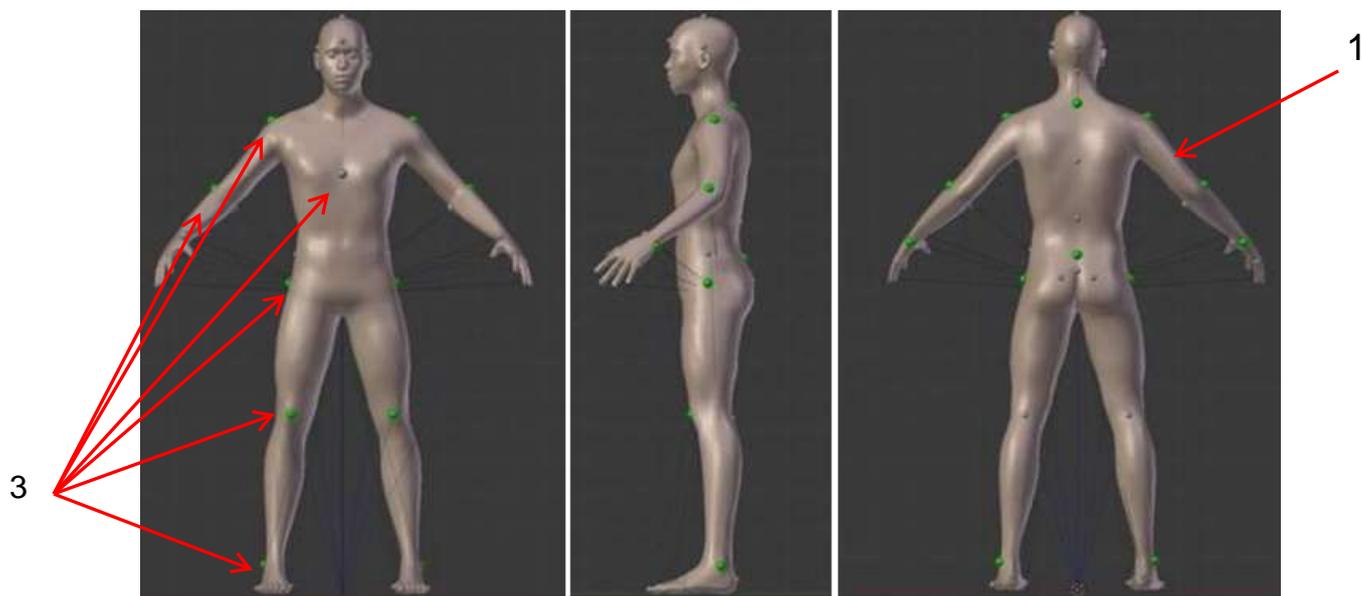


Figura 4

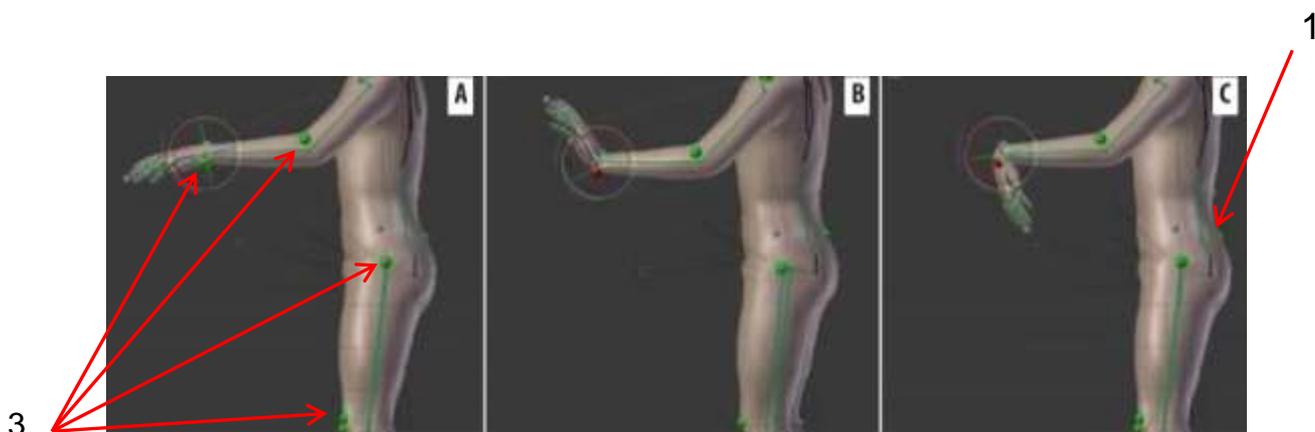


Figura 5



Figura 6

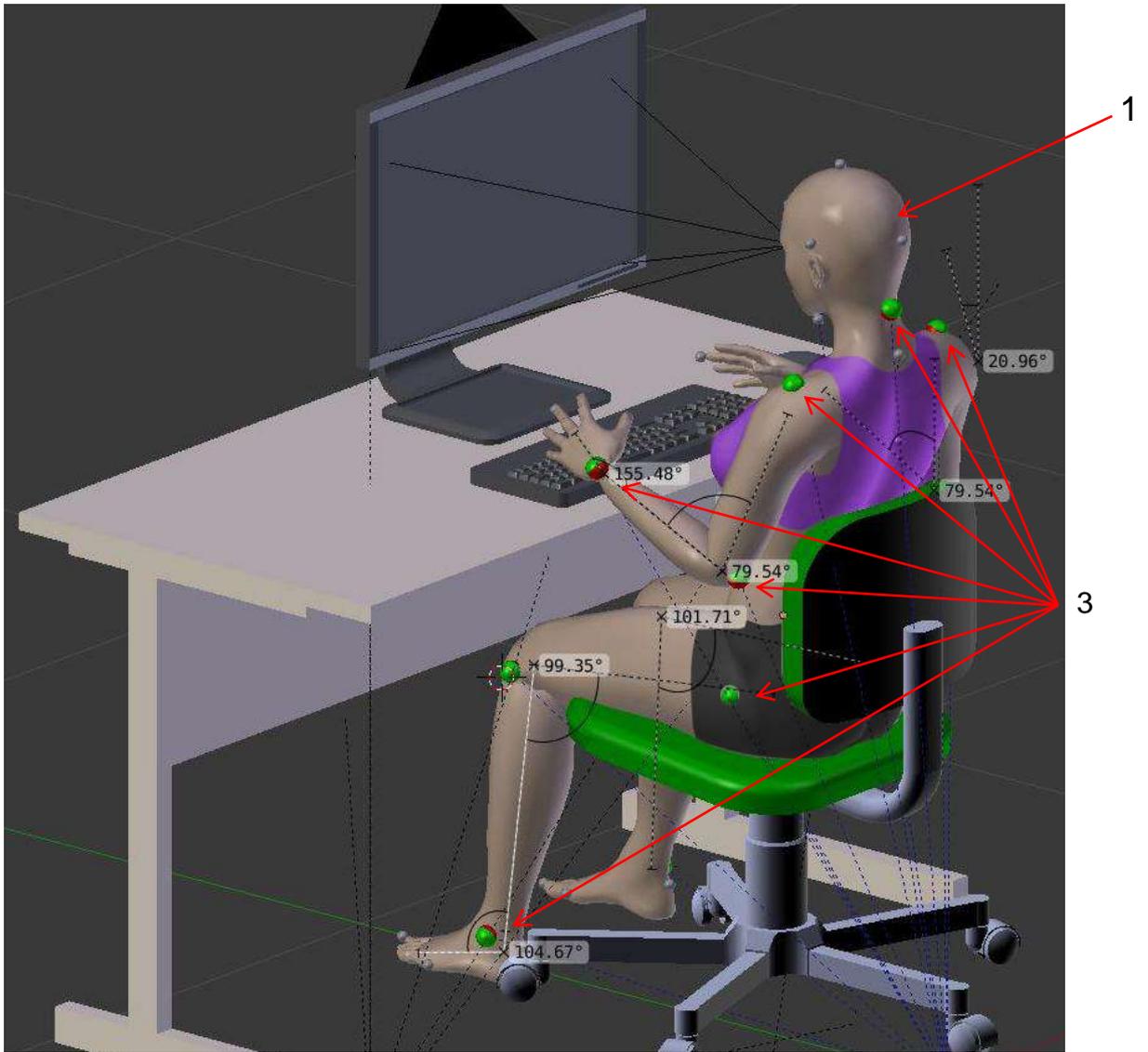


Figura 7

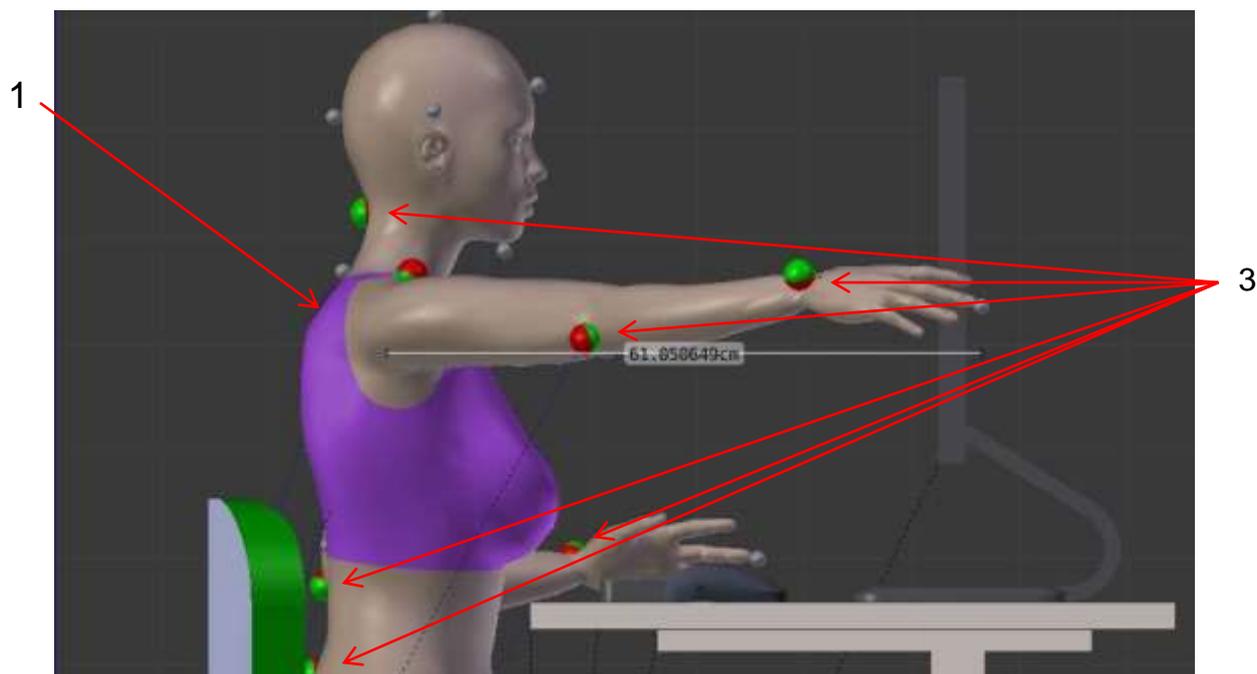


Figura 8

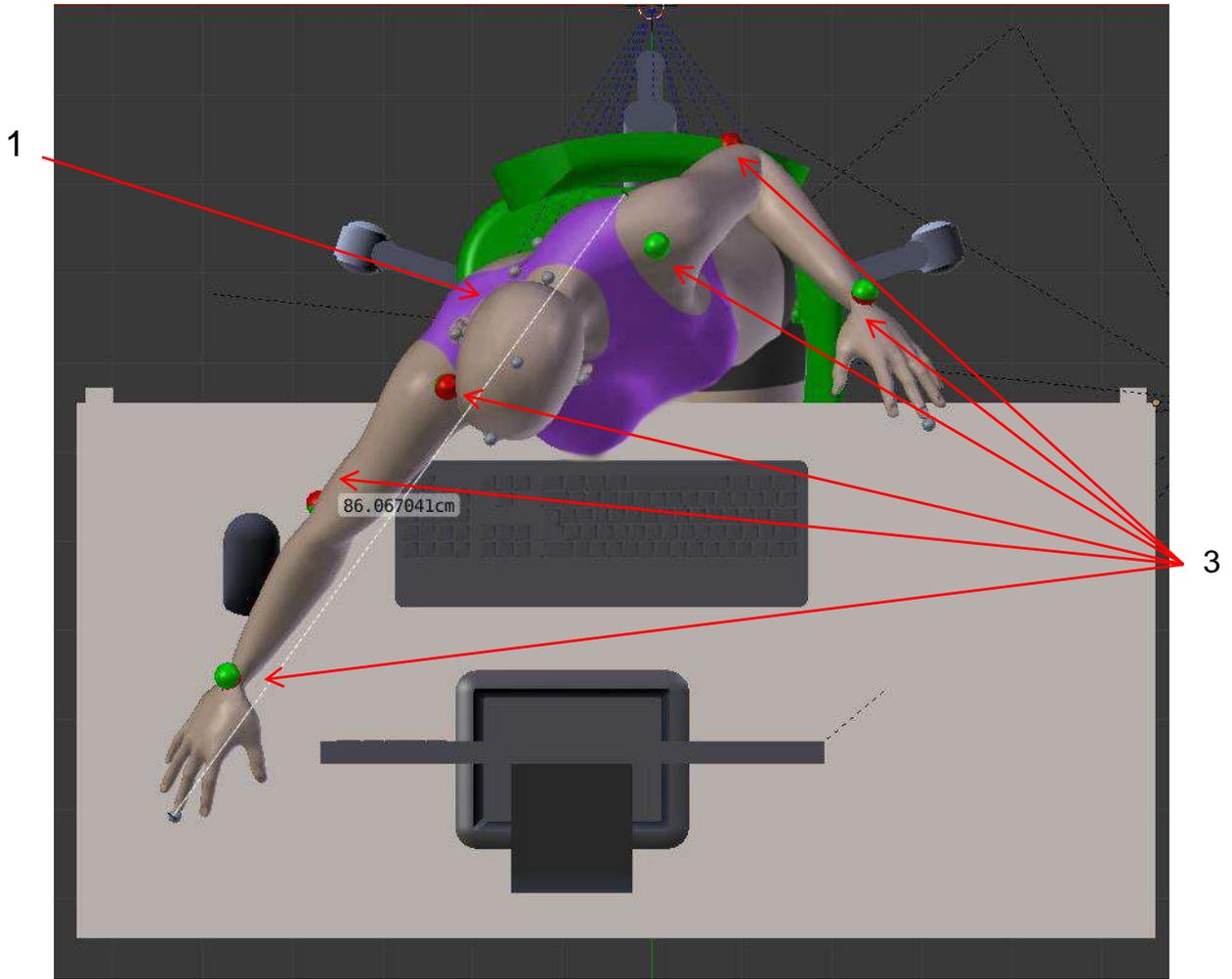


Figura 9

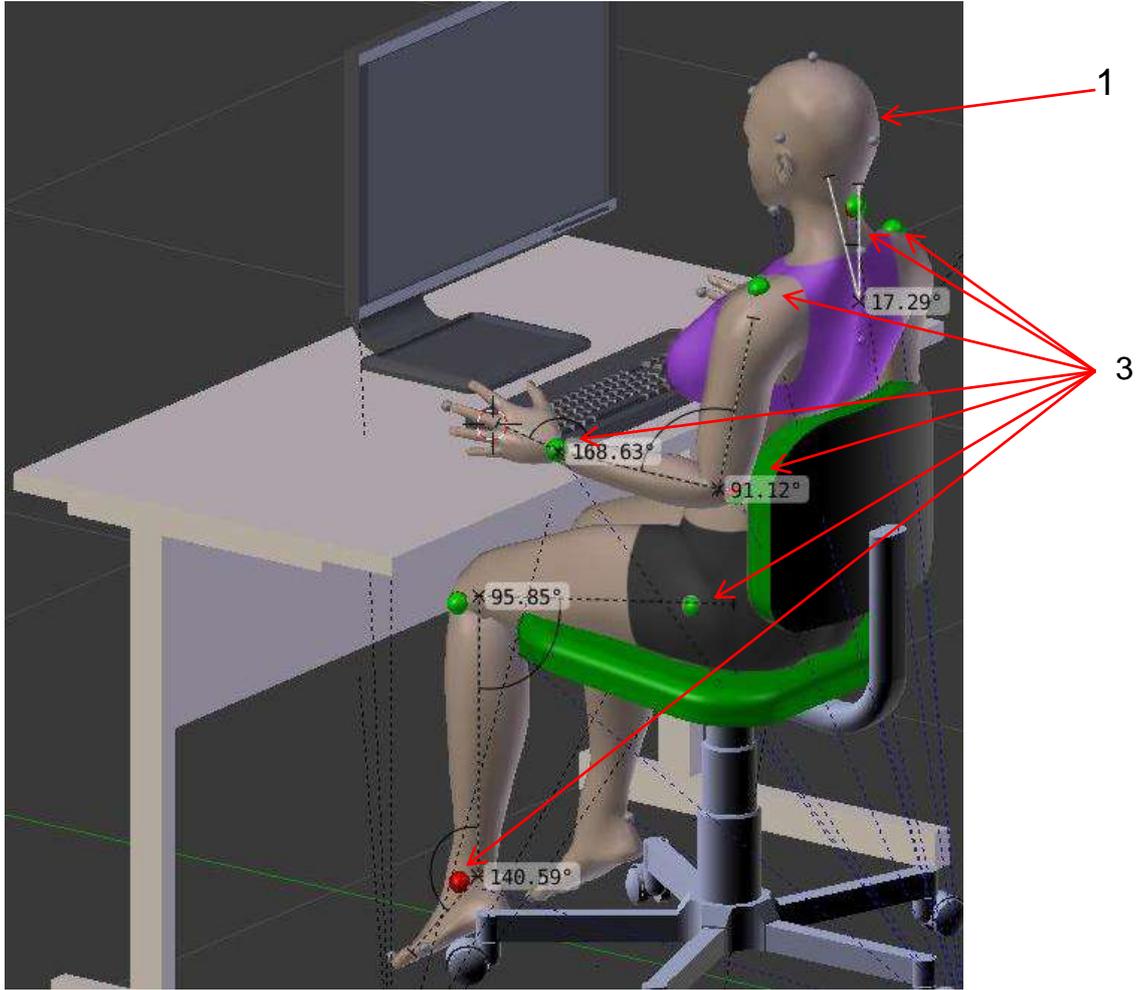


Figura 10

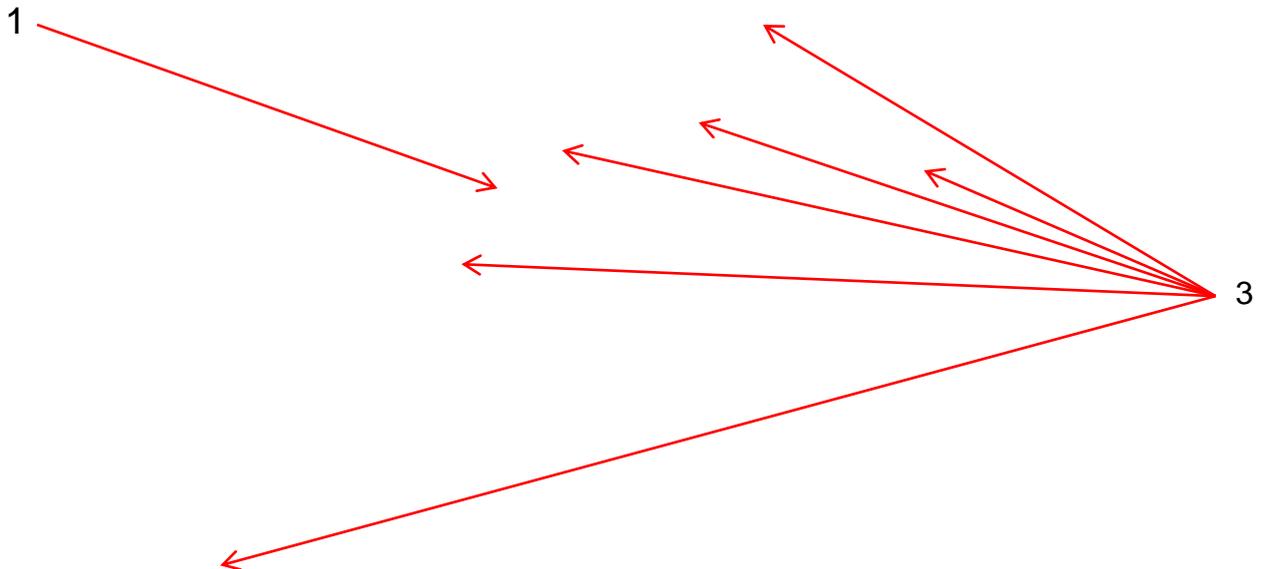




Figura 11

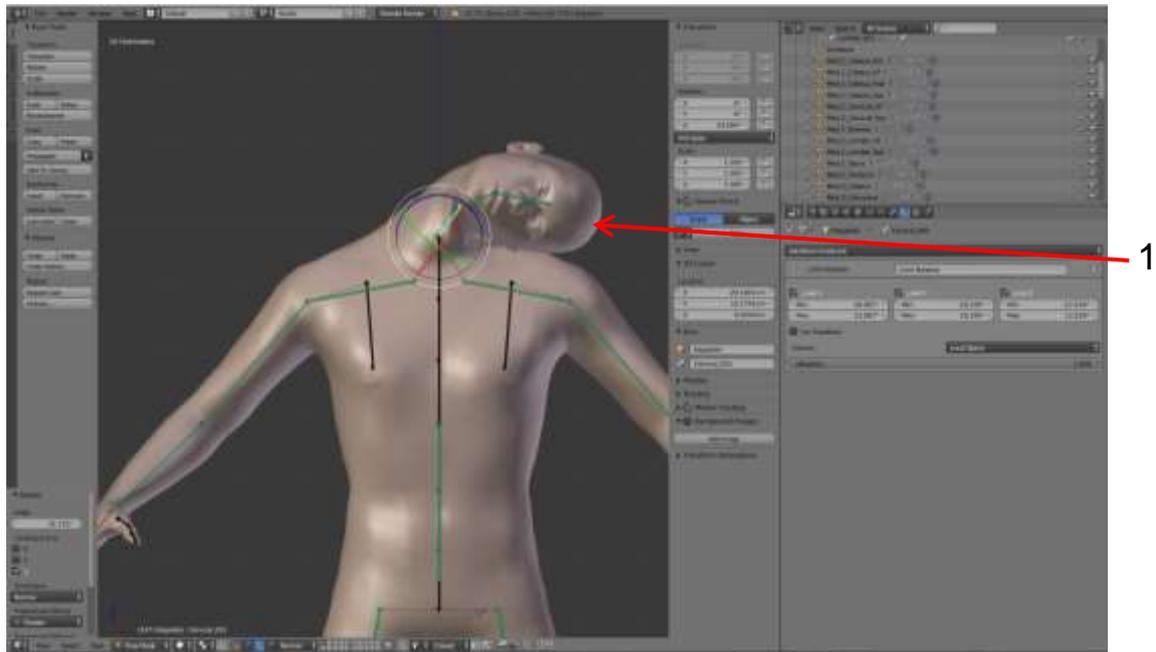


Figura 12

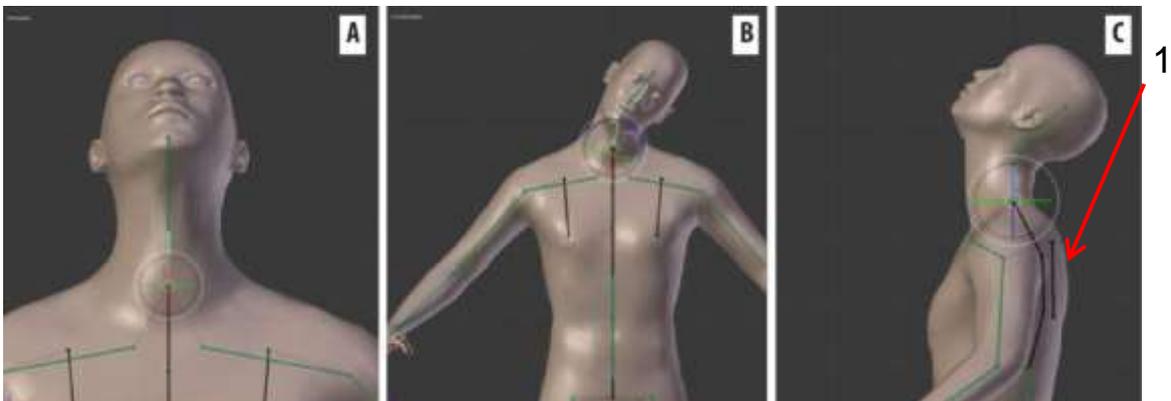


Figura 13

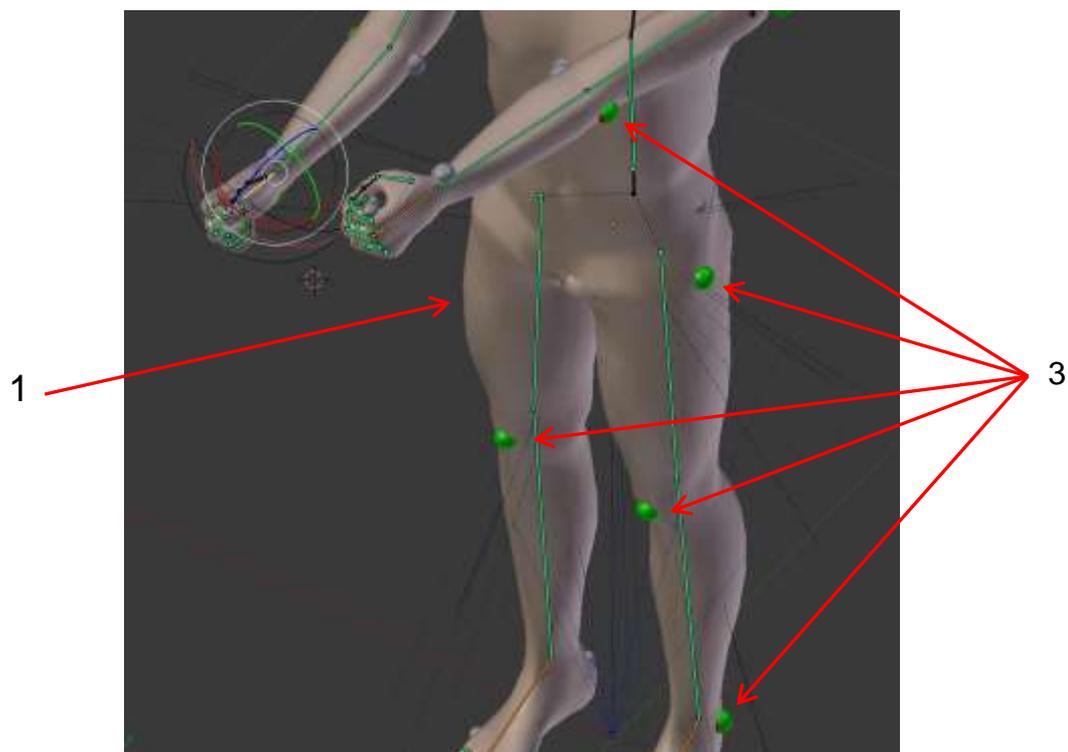


Figura 14

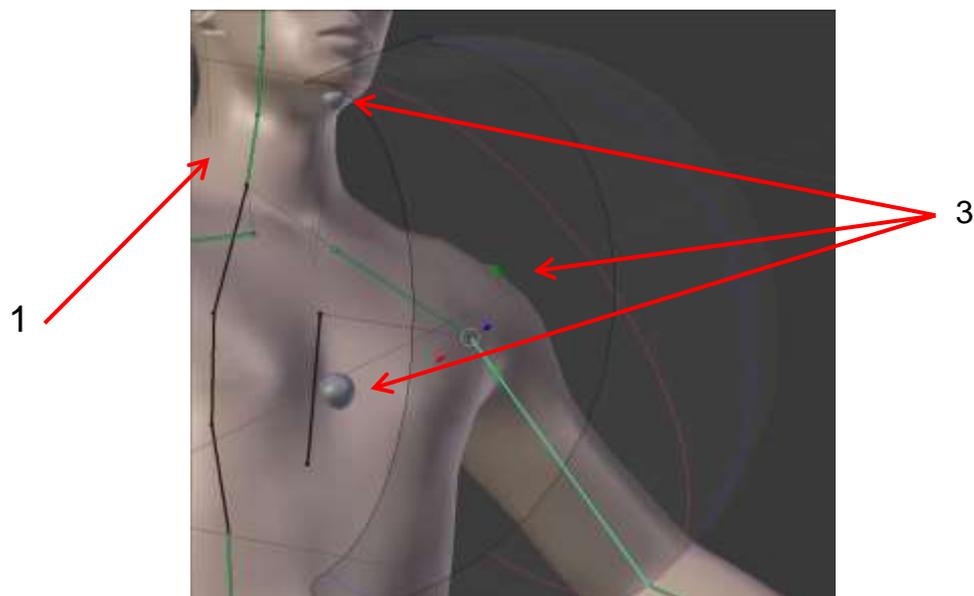


Figura 15

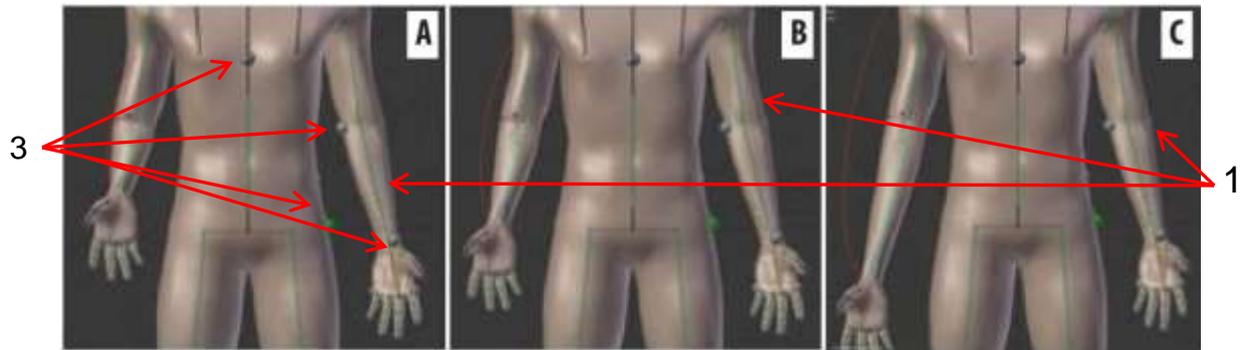


Figura 16

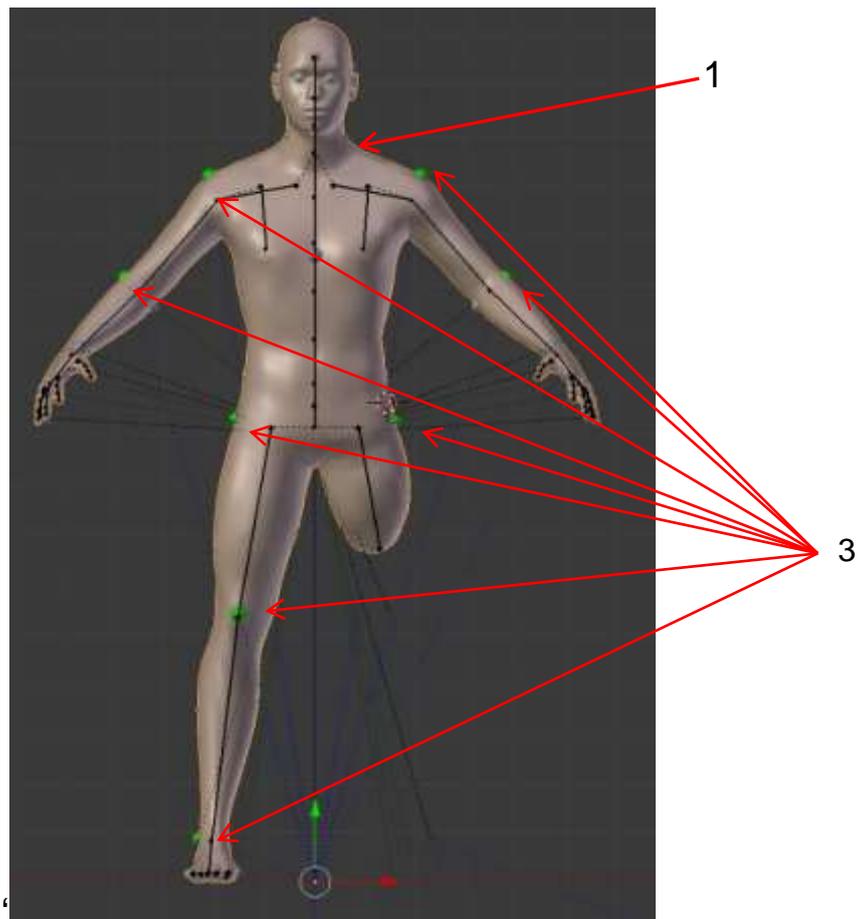


Figura 17

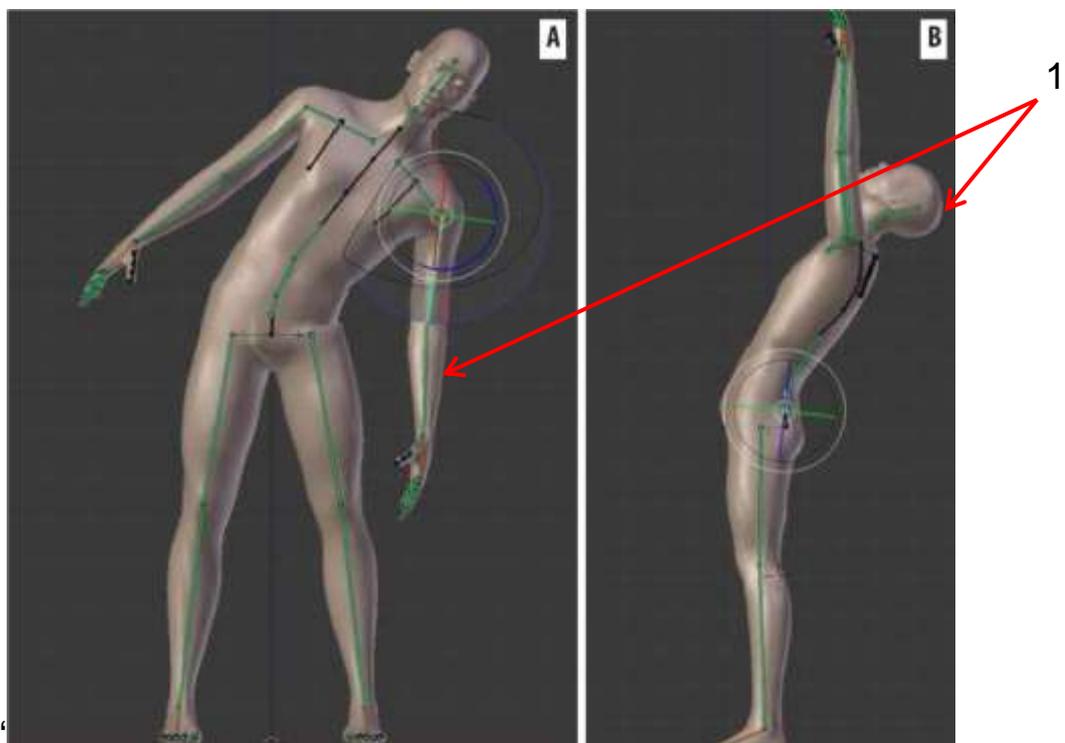


Figura 18

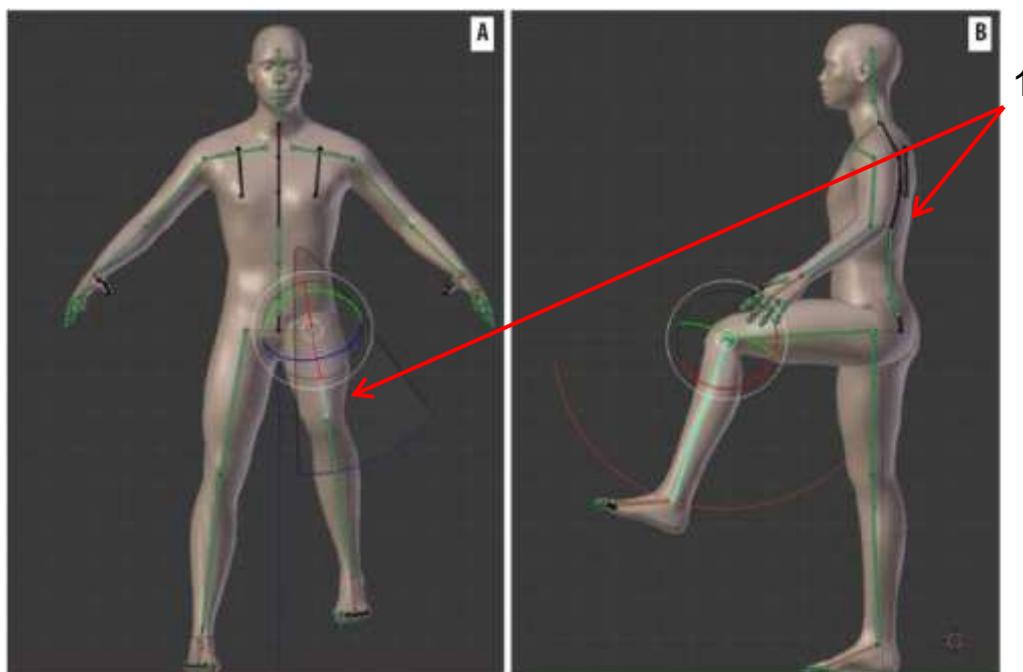


Figura 19

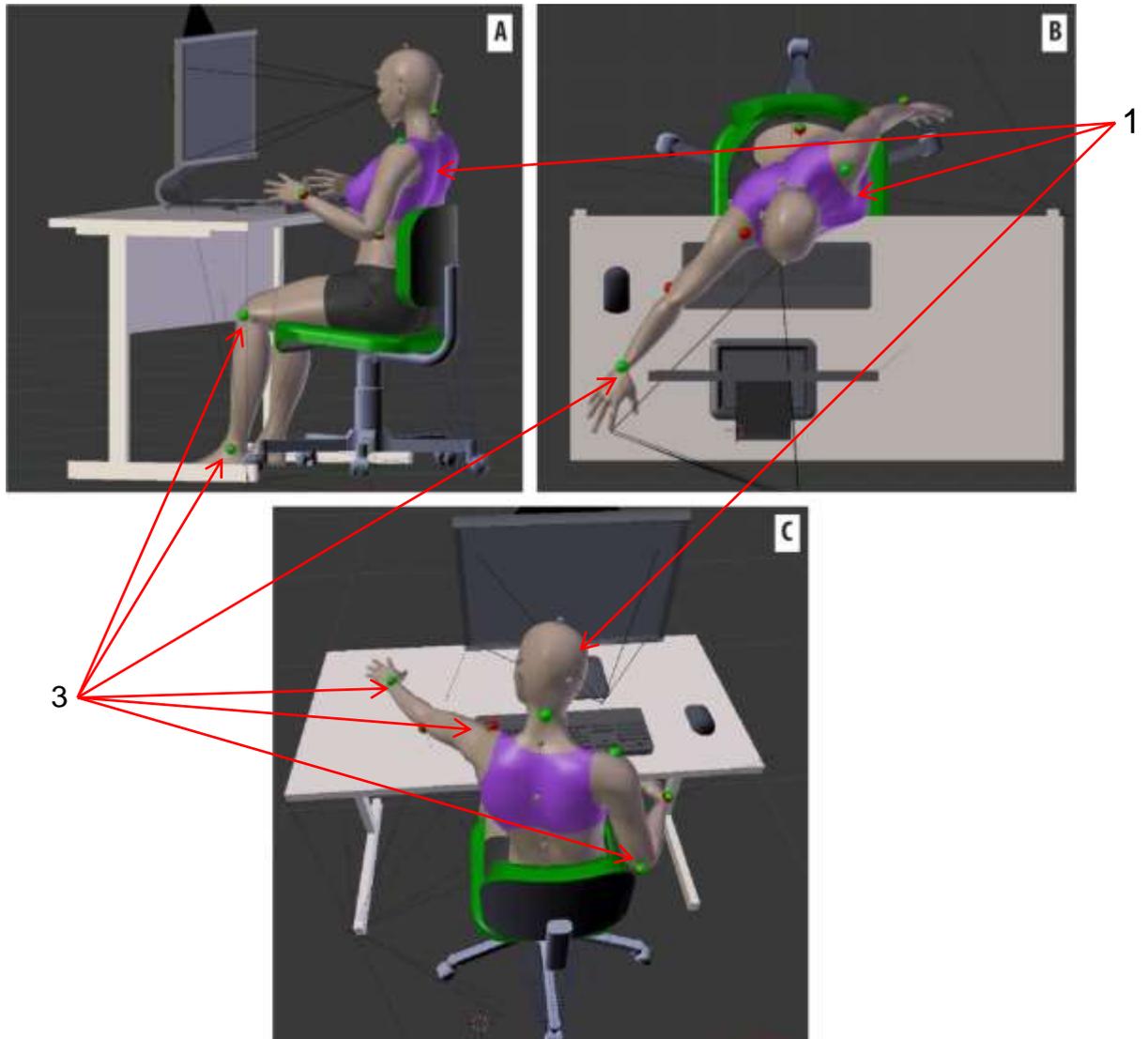


Figura 20

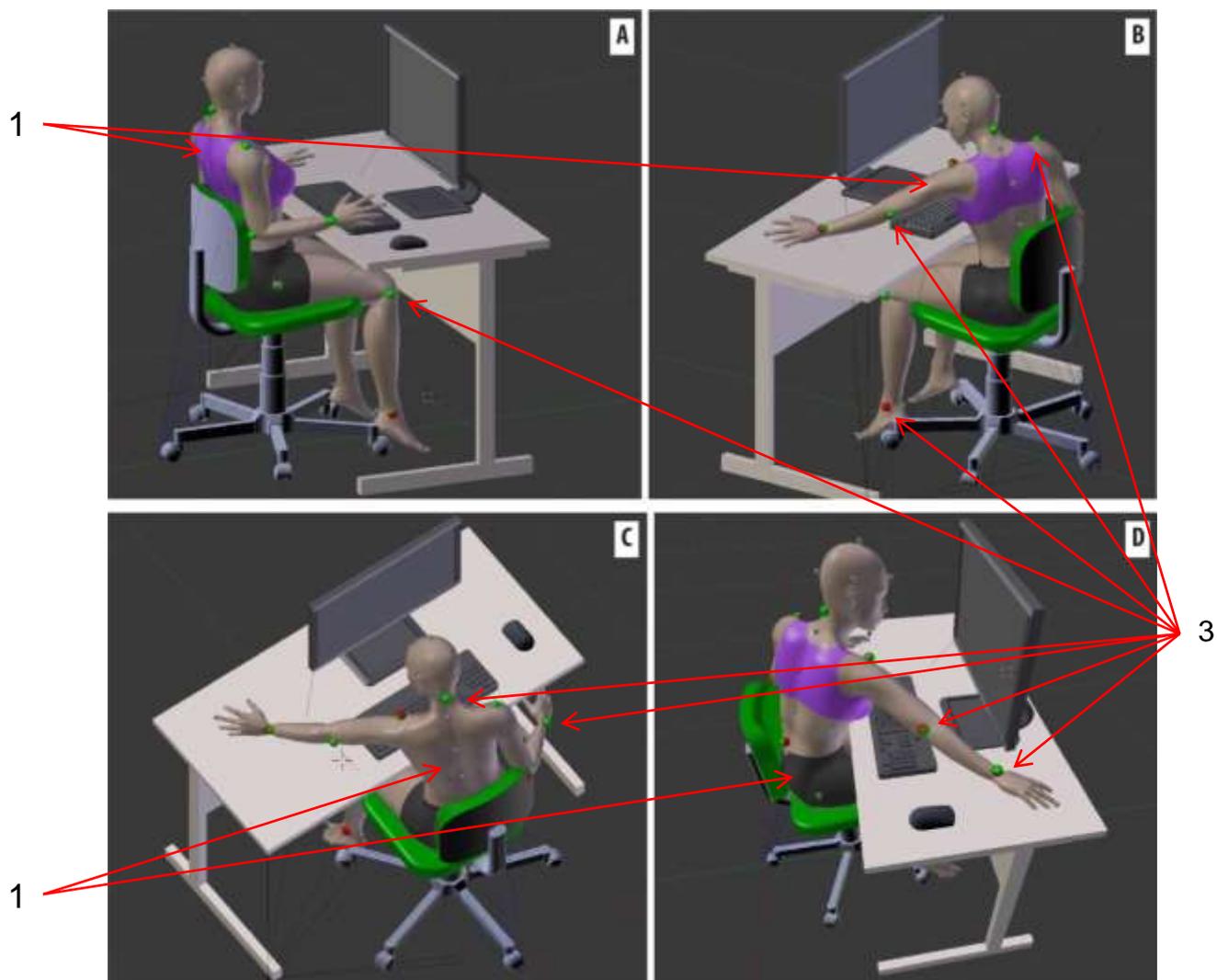


Figura 21

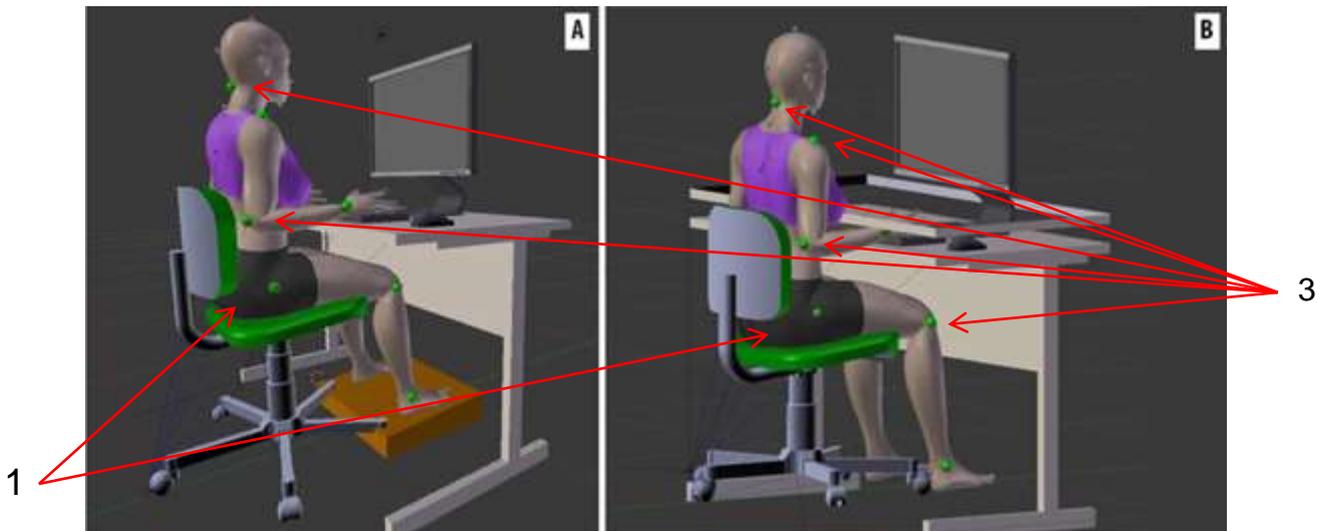


Figura 22

Resumo**MÉTODO DE SIMULAÇÃO ERGONÔMICA E SIMULADOR ELETRÔNICO DE
ERGONOMIA**

A presente invenção descreve um método de simulação ergonômica para e um simulador eletrônico de ergonomia para análise de elementos que permitem ao usuário analisar parâmetros antropométricos da interação do indivíduo com o elemento em análise ou desenvolvimento. Especificamente, a presente invenção compreende um modelo (1) parametrizável, interação do modelo (1) com o elemento, indicadores de desempenho (3) nas regiões do modelo (1) solicitadas pela interação com o elemento. A presente invenção se situa nos campos da análise, pesquisa e desenvolvimento na área da saúde, biomecânica e simulação eletrônica.