



**MOTION CAPTURE
PROTOCOL**

PROTOCOLO DE COLETA MVN LINK BIOMECH



O processo de desenvolvimento de projetos requer resultados precisos e objetivos no levantamento de dados com os usuários, principalmente referente a biomecânica e cinemática dos movimentos humanos. Esse levantamento pode ser auxiliado pelo uso de equipamentos de captura de movimentos.

Para tanto, é necessário a utilização de protocolos adequados que visam a organização e a sistematização do processo de levantamento de dados com os usuários. Este procedimento preza pelo rigor científico e a confiabilidade dos resultados, proporcionando informações precisas para o desenvolvimento de soluções mais eficientes e adequadas aos usuários.

Dessa forma, o *Motion Capture Protocol* compreende um conjunto de orientações e diretrizes, que visam guiar as equipes de projeto no levantamento de dados com os usuários por meio da captura de movimentos por sensores inerciais. Objetiva dinamizar o trabalho em equipe, contribuir para o aumento da confiabilidade dos dados, garantir agilidade na coleta e possibilitar replicabilidade de pesquisas científicas.

APRESENTAÇÃO

O protocolo *Motion Capture Protocol* é direcionado ao equipamento *MVN Link Biomech* da *Xsens*, que utiliza 17 sensores inerciais para capturar e registrar o movimento 3D, além de reproduzir dados cinemáticos, de forma eficaz e em tempo real. São gravados com 23 segmentos corporais, 22 articulações e o centro de massa.

Neste protocolo é apresentado os procedimentos adequados para o processo de preparação e coleta de dados com o usuário envolvendo o equipamento *MVN Link*, sendo estruturado em quatro etapas: Preparar, Coletar, Remover e Determinar. Estes procedimentos foram definidos mediante o estudo do equipamento, participações em projetos vinculados ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina e, análises de pesquisas que utilizaram o *MVN Link* para o levantamento de dados com o usuário.

OBJETIVOS



Guiar a operacionalização dos procedimentos de coleta de dados.



Auxiliar na gestão do processo de coleta de dados.



Contribuir para a replicabilidade de pesquisas científicas.

QUANDO UTILIZAR

O protocolo tem como base o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP), proposto por Merino (2016)¹ e pode ser utilizado nos três momentos da metodologia (Inspiração, Ideação e Implementação). Assim, auxilia nas etapas: Levantamento de Dados (Etapa 1); na Criação (Etapa 3) e na Viabilização (Etapa 5). Porém, sua utilização é flexível e pode ser incorporado às etapas de qualquer metodologia de projeto.

MOMENTO IMPLEMENTAÇÃO (Etapa 5 - Verificação)

Verificar em situação real o resultado do projeto.

MOMENTO IDEAÇÃO (Etapa 3 - Criação)

Guiar a escolha da melhor alternativa gerada.



MOMENTO INSPIRAÇÃO (Etapa 1 - Levantamento de dados)

Avaliar o produto/serviço (tema de projeto).

COMO UTILIZAR

O GODP orienta a organização dos dados e informações ao longo do projeto em três Blocos de Referência: Produto, Usuário e Contexto. Dessa forma, o *Motion Capture Protocol*, seguiu esta definição para organização dos conteúdos. O bloco Produto, não foi considerado, visto que o protocolo serve como aporte para o seu desenvolvimento. Assim, para facilitar, todas as informações referentes ao Usuário estão representadas pela cor amarela e as do Contexto pela cor verde.



PRODUTO

Produto a ser desenvolvido.
Pode ou não ser utilizado durante a coleta dos dados.



USUÁRIO

Sujeito do projeto ao qual se deseja realizar a captura de movimentos.



CONTEXTO

Ambiente de uso do equipamento, onde será realizada a coleta.

¹ MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário. Florianópolis: NGD/ UFSC, 2016. Disponível em: <www.ngd.ufsc.br>

CONTEÚDO

PREPARAR

1

Apresenta um *checklist* dos materiais e equipamentos que serão necessários para realizar a coleta de dados.

1.1 Fatores Técnicos

Dados sobre o projeto, objetivo da coleta e atividades que serão capturadas.

1.2 Fatores Pessoais

Definição do usuário e configurações da captura de movimentos.

COLETAR

2

Apresenta detalhadamente todos os passos que devem ser realizados para a coleta de dados com o usuário.

2.1 Mensurar

Apresenta como mensurar as dimensões corporais do usuário.

2.2 Montar

Apresenta os passos da montagem do equipamento MVN no usuário.

2.3 Conectar

Apresenta como realizar a conexão dos cabos.

2.4 Medir

Apresenta como medir as distâncias dos sensores.

2.5 Familiarizar

Apresenta o tempo de familiarização do usuário com o MVN *Link*.

2.6 Configurar

Apresenta os passos de configuração do usuário no *software*.

2.7 Calibrar

Apresenta as etapas de calibração.

2.8 Gravar

Apresenta os passos da gravação das atividades capturadas (vídeos).

2.9 Registrar

Apresenta uma ficha para anotação do movimento/ação realizado pelo usuário durante as gravações.

REMOVER

3

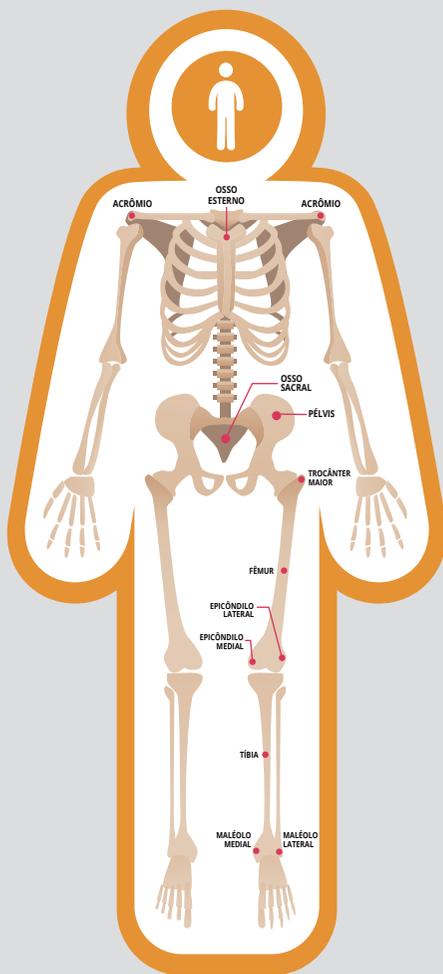
Apresenta os passos de remoção do equipamento MVN *Link* do usuário, bem como sua forma de armazenamento.

ACESSÓRIO



Utilizar sempre que este ícone aparecer.

Indica os pontos anatômicos para a realização das dimensões corporais dos usuários, a montagem do equipamento e as medições dos sensores.



DETERMINAR

4

Apresenta um *checklist* detalhado dos segmentos e articulações que poderão ser analisados pela equipe de projeto.

IDENTIFICAÇÃO DA COLETA

Local da coleta: _____

Data: ____ / ____ / ____ Horário: _____ Temperatura: _____

Ambiente de coleta: Interno Externo Ambos



Equipe de
suporte

Responsável pelos Termos: _____

Organização do Contexto: _____

Registro Fotográfico: _____

Registro de Vídeo: _____

Montagem Equipamento: _____

Configuração Equipamento: _____

Anotações dos Movimentos: _____

Outra: _____

1

PREPARAR

No dia anterior, separe e organize todos os equipamentos e materiais necessários para a coleta.

- Notebook com MVN Studio PRO
- Maleta do equipamento MVN Link
- Câmera fotográfica
- Câmera de registro de vídeos
- Monopé/ Tripé retrátil para câmeras (fotográfica/vídeos)
- Mesa/suporte de apoio para Notebook
- Lona de tecido para forrar o chão (ambiente externo)
- Trena
- Fita adesiva - Crepe
- Fita dupla face
- Pranchetas
- Canetas esferográficas
- Colchonete
- Sacos plásticos de polietileno
- Termo-higro-anemômetro (medições ambientais)
- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)
- Termo de Consentimento para Uso de Voz e Imagem (TCVI)

OBSERVAÇÃO



Recarregue (no modo Soft) os 4 jogos de bateria do equipamento MVN Link. Cada jogo leva cerca de 2 horas para uma carga completa. Siga as orientações prescritas no carregador do próprio equipamento.

1.1 FATORES TÉCNICOS

Estabeleça o tipo de projeto, o objetivo da coleta e as atividades a serem capturadas.

Tipo de projeto

- Avaliação Ergonômica Concepção (produto novo) Adaptação
 Correção (redesign) Outro _____

Objetivo

Atividades capturadas

1.2 FATORES PESSOAIS

Defina o usuário e as configurações da captura de movimentos. Se possível, solicite ao usuário que utilize roupas justas ao corpo no dia da coleta.



Se o usuário apresentar comprometimento físico ou mental, a equipe pode utilizar uma maca ou cama como suporte para realizar as medidas.



Usuário (ID): _____ Idade: _____

Sexo: Feminino Masculino

Status do Usuário: Independente Semidependente Dependente

Configurações da Captura:



- Corpo todo (*Fullbody*)
 Corpo todo sem esterno (peito) (*Fullbody no sternum*)
 Corpo todo sem as mãos (*Fullbody no hands*)
 Corpo todo sem esterno (peito) e sem as mãos (*Fullbody no sternum no hands*)



Parte inferior do corpo (*Lowerbody*)



- Parte superior do corpo (*Upperbody*)
 Parte superior do corpo sem o esterno (peito) (*Upperbody no sternum*)
 Parte superior do corpo sem as mãos (*Upperbody no hands*)
 Parte superior do corpo sem esterno e sem as mãos (*Upperbody no sternum no hands*)

2

COLETAR

Solicite ao usuário a assinatura dos termos TCLV TCVI.

Recomenda-se prever um espaço amplo, próximo ao local da coleta, para realizar as dimensões do usuário, a montagem e a calibração do equipamento.

2.1

MENSURAR (BODY DIMENSIONS)

Dimensões corporais do usuário



Utilize uma fita métrica para realizar estas medidas com rigor, pois são importantes para a captura precisa dos movimentos.

	Medidas (cm)	
Altura do corpo (Body height): <i>Altura do chão até o topo da cabeça (sem calçado).</i>	<input type="text"/>	
Tamanho do pé (Foot size): <i>Tamanho da ponta do calçado até o final do calcanhar.</i>	<input type="text"/>	
Envergadura (Arm span): <i>Largura de ponta a ponta dos dedos direitos até os dedos esquerdos em T-pose.</i>	<input type="text"/>	
Altura do tornozelo (Ankle height): <i>Altura do chão até o maléolo lateral (osso mais proeminente do tornozelo) (com calçado).</i>	<input type="text"/>	
Altura do quadril (Hip height): <i>Altura do chão até o trocânter maior (osso mais proeminente na lateral do quadril).</i>	<input type="text"/>	
Largura do quadril (Hip Width): <i>Largura do corpo na altura do umbigo.</i>	<input type="text"/>	
Altura do Joelho (Knee height): <i>Altura do chão até o epicôndilo lateral (osso mais proeminente da base do fêmur).</i>	<input type="text"/>	
Largura do ombro (Shoulder width): <i>Largura de ponta a ponta do acrômio direito até o acrômio esquerdo (ossos do ombro).</i>	<input type="text"/>	
Altura da sola do sapato (Shoe sole height): <i>Altura da sola do calçado.</i>	<input type="text"/>	

2.2

MONTAR EQUIPAMENTO MVN

Recomenda-se que duas pessoas realizem a colocação dos sensores.



O MVN Link está organizado na mala em compartimentos de tecido identificados por cores e segmentos corporais.



Quando utilizar o MVN em ambiente externo, monte-o sobre uma lona ou tecido, para evitar perder cabos e demais peças pequenas.



Evitar o manuseio violento dos sensores. Se possível, disponha-os sobre o colchonete ou uma superfície macia.

Verificar na etiqueta (ao lado do sensor) a orientação. Sempre posicionar a seta (↑) para cima em todos os segmentos, com exceção o sensor do esterno (peito) que é para baixo (↓).



Fixar cada cinta no corpo com atenção ao alinhamento e simetria. A precisão da captura dos movimentos depende do **exato posicionamento dos sensores**. A posição dos cabos não interfere na captura dos movimentos.



Quando utilizado para movimentos extremos, reforce a montagem, com a fita firmemente amarrada (sem bloquear a circulação), para evitar movimentação dos sensores durante atividade.



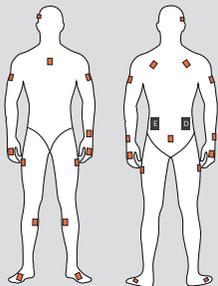
PASSOS DE MONTAGEM

De acordo com a configuração da captura de movimentos definida no passo 1.2, realize os passos de montagem do MVN *Link*.



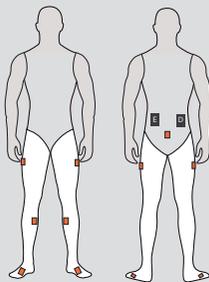
Quando utilizar o MVN em ambientes que possam umidecer os sensores, recomenda-se protegê-los com sacos plásticos de polietileno e fita crepe.

Corpo Todo



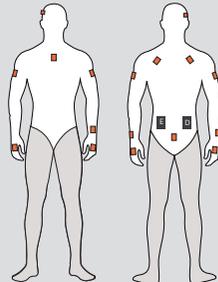
Monte todos os passos

Parte Inferior do corpo



Monte os passos 7 à 12

Parte Superior do corpo



Monte os passos 1 à 6, 11 e 12

PASSO 1

VISTA O COLETE



PASSO 3

VISTA A LUIVA NA MÃO (direito)



PASSO 2

VISTA A FAIXA NA CABEÇA

Posicionar o sensor na lateral direita do usuário, logo após a orelha.



PASSO 4

VISTA A FAIXA DO ANTEBRAÇO (direito)



Posicionar o sensor logo acima do processo estilóide da ulna (osso do punho).

PASSO 5

VISTA A FAIXA DO BRAÇO (direito)



Posicionar o sensor no centro do braço (final músculo deltoide) com leve rotação para trás.

PASSO 6

REPETIR OS PASSOS 3, 4, 5 (lado esquerdo)

PASSO 7

VISTA A FAIXA DO PÉ (direito)

Posicionar o sensor sobre o dorso do pé em um ângulo de 45°. Saída do cabo do sensor para fora.



PASSO 8

VISTA A FAIXA DA CANELA (direito)

Posicionar o sensor na superfície plana da tíbia, parte interna (meio da panturrilha).



PASSO 9

VISTA A FAIXA DA PERNA SUPERIOR (direito)

Posicionar o sensor na lateral da coxa (marca de 1/3 da coxa, mais próximo a pélvis).



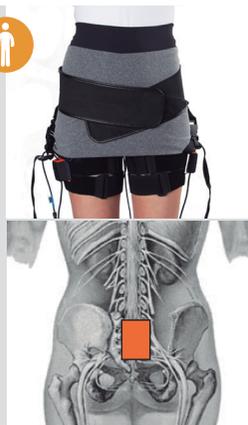
PASSO 10

REPETIR OS PASSOS 7, 8, 9 (lado esquerdo)

PASSO 11

VISTA A CINTA

Vestir a cinta na altura da pélvis, mantendo o sensor posicionado sobre o osso sacral.



PASSO 12 VISTA AS BATERIAS



Posicionar a bateria direita e esquerda nas laterais das costas, na altura da cintura. **Realize a colocação das pilhas nas baterias.**

2.3

CONECTAR

Realize a conexão dos cabos. Todos os cabos estão identificados por cores de acordo com os segmentos. Oriente-se pelo lado direito e esquerdo do usuário, para conectar as etapas a seguir.

OBSERVAÇÃO

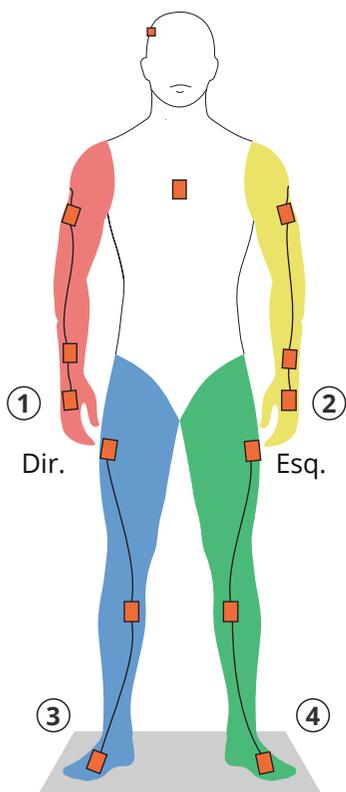
Corpo Todo: Realize todas as etapas.

Parte Inferior: Realize etapa 1 (passos 3 e 4); etapa 3 (passo 10); etapa 4 (passo 13) e etapa 5.

Parte Superior: Realize etapa 1 (passos 1 e 2); etapas 2 e 3 (todos); etapa 4 (passo 12) e etapa 5.

ETAPA 1

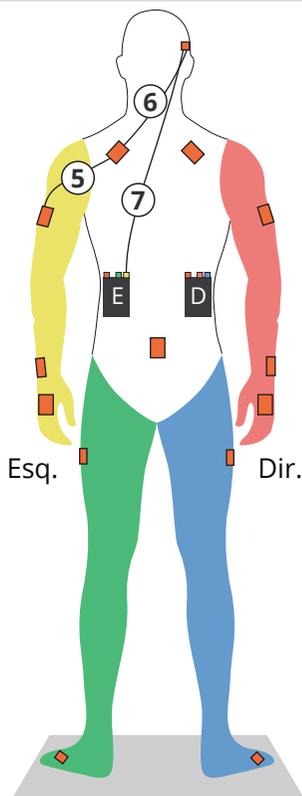
- 1 Conecte a mão > antebraço > braço (Dir)
- 2 Conecte a mão > antebraço > braço (Esq)
- 3 Conecte o pé > canela > coxa (Dir)
- 4 Conecte o pé > canela > coxa (Esq)



Usuário visto de Frente

ETAPA 2

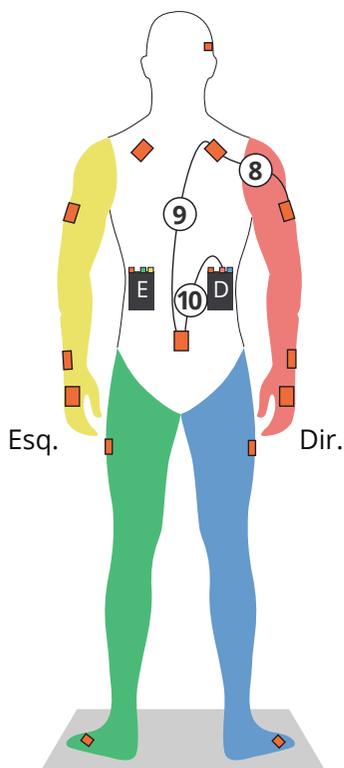
- 5 Conecte o braço (esq) > colete
- 6 Conecte o colete > cabeça
- 7 Conecte a cabeça > bateria (esq. amarelo)



Usuário visto de Costas

ETAPA 3

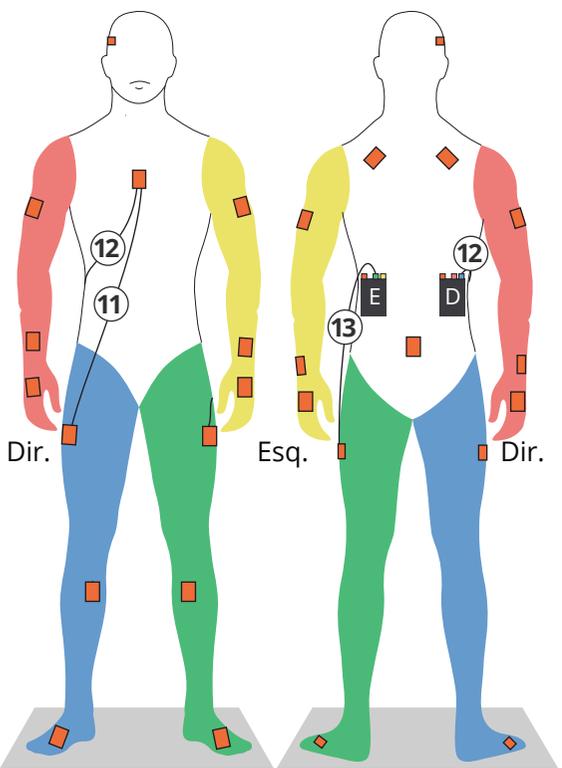
- 8 Conecte o braço (dir) > colete
- 9 Conecte o colete > lombar
- 10 Conecte a lombar > bateria (dir. vermelha)



Usuário visto de Costas

ETAPA 4

- 11 Conecte a perna (dir) > peito
- 12 Conecte o peito > bateria (dir. azul)
- 13 Conecte a perna (esq) > bateria (esq. verde)

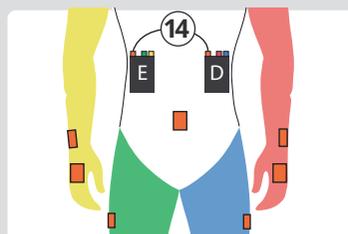


Usuário visto de Frente

Usuário visto de Costas

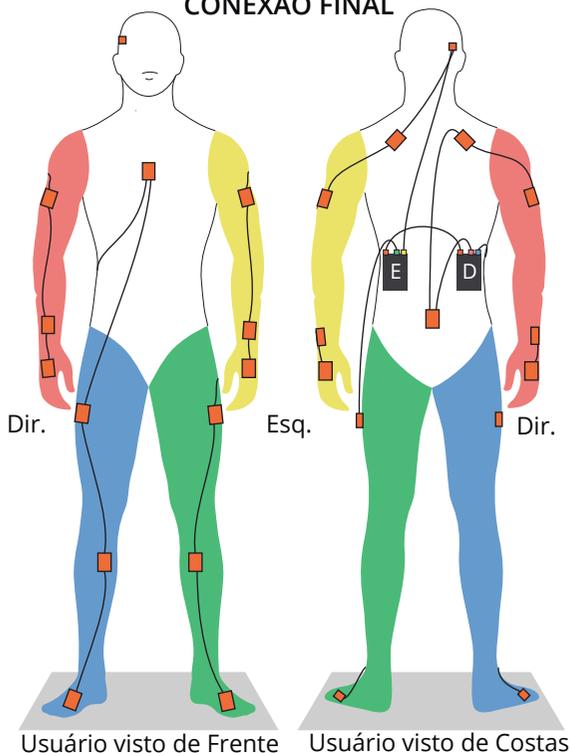
ETAPA 5

- 14 Com um cabo extra (laranja) conecte a bateria (esq. laranja) com a bateria (dir. laranja).



Usuário visto de Costas

CONEXÃO FINAL

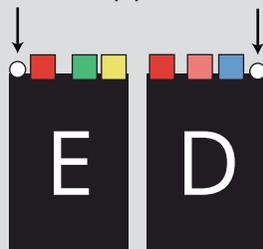


PARA LIGAR:

Clique no botão uma (1) vez.

PARA DESLIGAR:

Clique no botão três (3) vezes.



BATERIAS

Orienta-se deixá-las desligadas.

2.4

MEDIR (DATA FUSION)

Medir as distâncias dos sensores. Estas medidas devem ser realizadas em ambas as pernas. As distâncias medidas são do marco anatômico até o meio do topo do sensor (saída dos cabos).



Este algoritmo requer precisão centimétrica, não milimétrica.

Upper Leg MTx to GT



Medida do sensor da coxa até o trocânter maior

Medir a partir do trocânter maior (osso lateral quadril) até a parte superior do sensor (saída dos cabos).

OBSERVAÇÃO

Para localizar o trocânter maior, solicite ao usuário para suspender e rotacionar sua perna, realizando uma inclinação lateral.



Medidas (cm)



Perna Esq.



Perna Dir.

Lower Leg MTx to FEM

Medida do sensor da canela até o epicôndilo medial

Medir a partir do epicôndilo medial (osso articulação joelho) até a parte superior do sensor da canela (saída dos cabos).

Medidas (cm)

Perna Esq.

Perna Dir.



Foot MTx to MM

Medida do sensor do pé até o maléolo lateral

Medir a partir do maléolo lateral (osso do tornozelo) até a parte superior do sensor (saída dos cabos).

Medidas (cm)

Pé Esq.

Pé Dir.



 Conferir Etapa 2.2, Passo 7.

2.5

FAMILIARIZAR COM O MVN

Recomenda-se um período aproximado de 10 minutos para familiarização do usuário com o equipamento MVN Link antes das gravações.



Solicite ao usuário para simular movimentos verificando se todos os sensores estão firmes e se o usuário está confortável com o equipamento.



Ajustar os sensores caso não estejam firmes no corpo ou o usuário relate algum desconforto.

ENQUANTO ISSO, PREPARE O NOTEBOOK



Fixe os *Wireless Receiver* (WR-A) na tampa (parte de trás da tela) do *notebook* com fita dupla face.

Conectar os WR-A nas portas do adaptador de USB



Fixe o adaptador de USB (HUB USB) na tampa do *notebook* com fita dupla face.

Conectar o adaptador de USB nas portas USB 2.0 do notebook (portas do lado direito).



Posicionar o computador adjacente ao local da coleta.



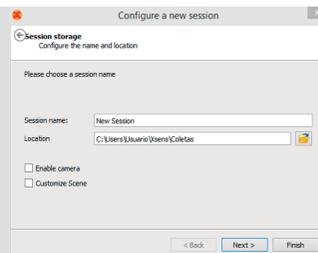
Conectar o CmStick (Pendrive) no notebook na porta USB 3.0 (entrada de cor azul - lado esquerdo) para habilitar o software.



Clique no ícone  na área de trabalho do computador para abrir o Software MVN Studio Pro e iniciar uma nova seção. Após esse procedimento, será possível realizar a configuração do usuário.

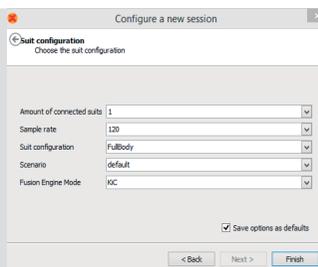
1 Criar uma nova seção

- 1.1 Clique em *File > New Recording Session*
- 1.2 Crie o nome do arquivo (*session name*) e defina a pasta onde será salvo (*Location*)
- 1.3 Clique em *Next*



2 Suit configuration

- 2.1 *Amount of connected suits* (quantidade de usuário conectado) > 1
- 2.2 *Sample rate* (taxa de amostragem) > 120 Hz
- 2.3 *Suit Configuration* (configuração do usuário) > Selecione de acordo com o passo 1.2
- 2.4 *Scenário* (cenário)



**Default
(Padrão)**

- Este cenário assume que movimentos normais ocorreram.



**Pelvis fixed
(Pelvis fixa):**

- Este cenário pressupõem que o usuário permanecerá sentado.



**Soft Floor
(Piso Flexível):**

- Este cenário pressupõem que os pés irão estar sobre superfícies macias, alternando seu contato com o chão. Ex: grama, areia, carpete, entre outros.

2.5 Fusion Engine Mode (Modo do mecanismo de fusão)

Existem três modos de fusíveis. Selecione o que estiver de acordo com o seu objetivo de coleta.

KKF-3

- Utilize quando não forem esperadas distorções de campos magnéticos. A cinemática da perna será processada utilizando a estimativa de orientação do filtro *Kalman*.

KiC

- Utilize quando ângulos articulares altamente precisos são necessários. Somente utilize quando houver pouco movimento das pernas.

KiC without Magnetometers

- Utilize quando há distorções magnéticas fortes e o sujeito está se movendo continuamente. Muito movimento das pernas.



Após a seleção, clique em *Finish* para finalizar. É normal o avatar se apresentar desconfigurado.

Deve-se então preencher os campos:

1 Body Dimensions

Preencha os campos com as medidas do passo 2.1. Após clique em *Apply* (aplicar). O sistema atualizará automaticamente as dimensões.



Para salvar essas dimensões e carregá-las na próxima vez que o mesmo usuário for utilizado, basta clicar em *save* (salvar).

2 Data Fusion

Somente será necessário quando o *KiC* for selecionado. Preencha os campos com as medidas do passo 2.4. Após clique em *Apply* (Aplicar).

3 Calibration (Calibração dos Segmentos)

Serve para alinhar os sensores aos segmentos corporais do usuário. Deve ser realizada em um ambiente magneticamente neutro.



Ative o ícone mostrar distúrbio magnético.

2.7

CALIBRAR



Solicite ao usuário para se movimentar pela área de medição, para verificar as propriedades no campo magnético. Ao determinar o local apropriado realize uma marcação no chão (com fita crepe), baseando-se na largura do ombro do usuário, com aproximadamente 50cm x 40cm.

Verde

Adequado para calibração.

Amarelo

Se possível escolher outro local.

Vermelho

Inadequado para executar a calibração.



Se os arcos vermelhos permanecerem ao redor dos pés em todos os locais, solicite ao usuário para pisar sobre um objeto, por exemplo, a maleta do MVN ou sobre o colchonete, para ganhar distância do chão no momento da realização da calibração.



As propriedades no campo magnético são visualizadas por arcos ao redor das mãos, da pélvis e dos pés.



Núcleos de Ferrite

Podem ser colocados ao redor dos cabos das baterias como proteção contra interferências eletromagnéticas com outros aparelhos (ímãs, alto falantes, motores elétricos, celulares, estrutura de metal, carros, entre outros).



Coloque os núcleos de ferrite logo acima da faixa colorida nos cabos da bateria.

ETAPAS DE CALIBRAÇÃO

É necessário executar uma etapa de calibração estática (N-pose ou T-pose). Realize essa calibração com o usuário dentro da marcação estabelecida com a fita crepe.

Ative o ícone origem (▲) no menu superior do software.

1 Selecione a Pose (N ou T)

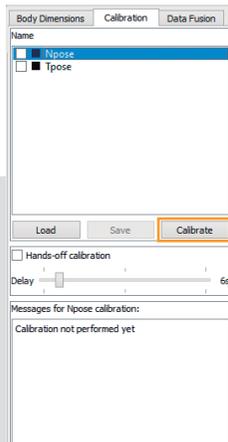
Selecione de acordo com a capacidade de realização do usuário, conforme indicado na página ao lado.

2 Clique em *Calibrate* (calibração) e após clique em *Start* (iniciar)

Na tela serão exibidas pelo avatar as posições que devem ser reproduzidas pelo usuário.



Nunca combine o N-pose com o T-pose. Isso pode gerar imprecisões nos resultados.





N-POSE

Recomenda-se essa postura para a calibração estática do usuário.

Solicite ao usuário:

- 1 Ficar em pé em uma superfície plana;
- 2 Manter os pés paralelos com distância de um pé de largura (aproximadamente 10cm);
- 3 Manter o corpo ereto;
- 4 Manter os braços estendidos ao lado do corpo (verticalmente) e os polegares para frente;
- 5 Manter as palmas das mãos voltadas uma para a outra;
- 6 Olhar fixo para frente;
- 7 Não se mover durante o processo de calibração.



Se as pernas do avatar 3D permanecerem cruzadas após a calibração, significa que os pés do usuário ficaram muito distantes durante a calibração. Repita o procedimento de calibração com os pés mais próximos.



T-POSE

Recomenda-se essa postura se o usuário não puder segurar os braços verticalmente próximo ao corpo.

Solicite ao usuário:

- 1 Ficar em pé em uma superfície plana;
- 2 Manter os pés paralelos com distância de um pé de largura (aproximadamente 10cm);
- 3 Manter o corpo ereto;
- 4 Manter os braços estendidos horizontalmente, polegares para frente e palmas para baixo;
- 5 Manter os braços em uma altura paralela;
- 6 Não esticar demais o cotovelo;
- 7 Olhar fixo para frente;
- 8 Os punhos, cotovelos e ombros devem estar todos alinhados.



Existem quatro níveis de qualidade de calibração



Boa
(good)



Aceitável
(acceptable)



Ruim
(poor)



Falha
(fail)

Se o resultado não for bom, a razão é indicada no texto (*messages for calibration*).



Uma má qualidade de calibração indica que há muito movimento durante a calibração.

Se o resultado for aceitável considere a repetição.

Após a calibração estática ter sido realizada e aceita com sucesso, realize, se necessário, as etapas de **Calibração Dinâmica**.



Determina os eixos funcionais das pernas. É necessário realizar a calibração se a orientação do joelho estiver incorreta.

Solicite ao usuário:

- 1 Ficar em pé em uma superfície plana;
- 2 Manter os pés paralelos com distância de um pé de largura (aproximadamente 10cm);
- 3 Dobrar os joelhos e fixar por 1 segundo;
- 4 Não agachar muito fundo;
- 5 Retificar as pernas e fixar por 1 segundo;
- 6 Repetir o agachamento duas vezes.

O sistema detecta automaticamente os períodos de agachamento. Solicite ao usuário observar a animação da tela do computador para ajudar a realizar a calibração.

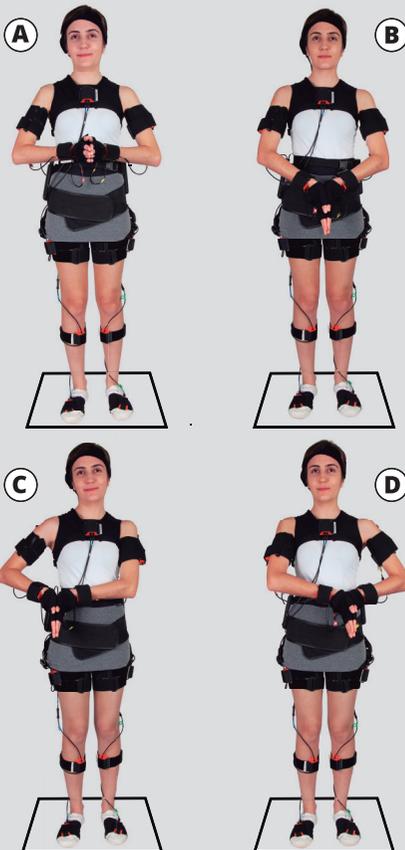


Calibração específica da parte superior do corpo (mãos).

Solicite ao usuário:

- 1 Ficar em pé em uma superfície plana;
- 2 Manter os pés paralelos com distância de um pé de largura (aproximadamente 10cm);
- 3 Manter o corpo ereto;
- 4 Colocar as palmas das mãos juntas;
- 5 Mover as mãos lentamente, mantendo as mãos juntas;
- 6 Manter os cotovelos alinhados;

Solicite ao usuário que observe o movimento realizado pelo avatar 3D na tela do computador. Siga as orientações ilustradas abaixo (A, B, C, D).



Os dados da calibração podem ser salvos. Isso é útil se o MVN Studio fechar. Ao reiniciar o software os dados podem ser recarregados.



1 Para salvar basta clicar em Save.

2 Para recarregar as informações, clique em Load.

2.8

GRAVAR



Antes de gravar compare os movimentos do avatar com os do usuário. Se necessário, confira a posição dos sensores e realize nova calibração.

Ao clicar no botão gravar, o arquivo é automaticamente salvo na pasta selecionada no item 3.6 e terá o nome da seção, com um número de teste (ex: coleta1-001.mvn, coleta1-002.mvn).



Antes das gravações podem ser ativados os seguintes ícones no menu superior.



Sombra



Centro de massa



Modelo biomecânico



Recomenda-se utilizar uma câmera para resgistros de vídeos simultaneamente a captura dos movimentos, para registrar as atividades que serão capturadas pelo equipamento MVN. Assim, o responsável pelo registro dos vídeos deve sincronizar suas gravações com o responsável pela captura dos movimentos.

Este procedimento permite comparar com as gravações do avatar e facilitar a compreensão dos movimentos realizados, por meio de verificações visuais e documentação das atividades realizadas pelos usuários.

- Posicionamento da câmera de vídeo, perpendicular ao plano da atividade a ser capturada.
- Sincronização das gravações.
- Não esquecer dos registros fotográficos de todo o contexto.



Fique próximo ao usuário com o notebook, e verifique constantemente a carga das baterias.



É possível o sinal cair quando o equipamento está longe do notebook, ou quando as baterias estão fracas.



Para iniciar a gravação deve-se pressionar o botão vermelho no menu superior. Pressione o mesmo botão para parar a gravação. Registre o movimento na ficha do item 2.9.

Recomenda-se a gravação de vídeos de até 1 minuto, para aumentar a precisão dos dados. Onde há muita interferência não exceder 30 segundos.

Durante as gravações, quando for selecionado o *Data Fusion (KiC)* no item 2.6, recomenda-se limpar o histórico de filtro após o usuário permanecer por um tempo em uma área magneticamente distorcida. Utilize as funções abaixo.

1 Redefina sua posição

A cada nova gravação (vídeo) realizar um *reset* (ALT + CTRL + F), para configurar o Avatar e colocá-lo na posição original).



Recomenda-se solicitar ao usuário que volte a área de calibração, demarcada com fita crepe e fique em posição estática para esta função.

2 Para limpar o filtro

ALT + CTRL + X (executa um *reset* na posição auxiliando os dados).



Nunca use no meio de um movimento dinâmico ou com interferências magnéticas.

Marcadores



Durante ou após a gravação, pode-se adicionar um marcador no vídeo para registar algo importante.

Durante a gravação Clique duas vezes no intervalo de tempo para documentá-lo.



Registre no campo 'registro das atividades' a informação importante.

Após a gravação

Na janela de reprodução, um marcador pode ser adicionado e /ou editado.



Clique duas vezes ou clique com o botão direito do *mouse* na linha do tempo.

OBSERVAÇÃO

Para os registros das atividades dos movimentos capturados utilize a ficha do item 2.9.

Captura de Movimento com Acessórios

Sensores (MTX) adicionais podem ser anexados a segmentos corporais em uma gravação.



Estes sensores estão disponíveis no compartimento de tecido indicado pela cor rosa (Extras) dentro da maleta do MVN.

Configuração do novo sensor

O sensor deve ser configurado no menu *Options* (Opções) > *Configure props* (configurações de props).

Definição de acessório: (*Defined props*)



Sensor 40 - corresponde a muleta



Sensor 41- corresponde a espada

O sensor deve ser acoplado ao acessório desejado (muleta, espada, entre outros), seguindo as orientações em *Npose* (item 3 ao lado). Ele é detectado automaticamente.

Conferir a orientação do sensor no avatar, e se necessário alterar a opção orientação do sensor em Npose.

ETAPAS PARA CONFIGURAÇÃO

1 *Selecione onde o sensor será conectado*

A- Segment (segmento);

B- Point (ponto);

Se utilizar a opção OR (ou), o prop pode ser trocado entre dois segmentos.

2 *Selecione o type / label (tipo de acessório)*

A- Crutch (muleta)

B- Sword (espada)

3 *Selecione o sensor orientation in Npose (orientação do sensor em Npose)*

A- X: Down (baixo)

B- Y: Right (direita)

2.9

REGISTRAR



Em análises ergonômicas considere o registro da tarefa (prescrito) ou atividade (real).

Para facilitar a interpretação dos vídeos, recomenda-se o registro das atividades realizadas durante as gravações.

Caso o sinal cair, e o vídeo ser desconsiderado para análise, sinalize o seu descarte no ícone .

Código	Registro da Atividade	
001		<input type="checkbox"/>
002		<input type="checkbox"/>
003		<input type="checkbox"/>
004		<input type="checkbox"/>
005		<input type="checkbox"/>
006		<input type="checkbox"/>
007		<input type="checkbox"/>
008		<input type="checkbox"/>
009		<input type="checkbox"/>
010		<input type="checkbox"/>
011		<input type="checkbox"/>
012		<input type="checkbox"/>
013		<input type="checkbox"/>
014		<input type="checkbox"/>
015		<input type="checkbox"/>
016		<input type="checkbox"/>
017		<input type="checkbox"/>
018		<input type="checkbox"/>
019		<input type="checkbox"/>
020		<input type="checkbox"/>

Código	Registro da Atividade	
021		<input type="checkbox"/>
022		<input type="checkbox"/>
023		<input type="checkbox"/>
024		<input type="checkbox"/>
025		<input type="checkbox"/>
026		<input type="checkbox"/>
027		<input type="checkbox"/>
028		<input type="checkbox"/>
029		<input type="checkbox"/>
030		<input type="checkbox"/>
031		<input type="checkbox"/>
032		<input type="checkbox"/>
033		<input type="checkbox"/>
034		<input type="checkbox"/>
035		<input type="checkbox"/>
036		<input type="checkbox"/>
037		<input type="checkbox"/>
038		<input type="checkbox"/>
039		<input type="checkbox"/>
040		<input type="checkbox"/>
041		<input type="checkbox"/>
042		<input type="checkbox"/>
043		<input type="checkbox"/>
044		<input type="checkbox"/>
045		<input type="checkbox"/>
046		<input type="checkbox"/>

3

REMOVER

Ao finalizar as gravações, desligue as baterias e remova o equipamento MVN Link. Dobre as faixas e prenda-as com o próprio velcro. Recoloque-as (cuidando para não dobrar os cabos) em seus respectivos compartimentos de tecidos.

Siga os seguintes passos:

- 1 Desconectar todos cabos. Nunca gire ou torça os *plugs*;
- 2 Retire a luva da mão, o sensor do antebraço e do braço (lado direito);
- 3 Retire a luva da mão, o sensor do antebraço e do braço (lado esquerdo);
- 4 Retire o sensor do pé, da canela e parte superior da coxa (lado direito);
- 5 Retire o sensor do pé, da canela e parte superior da coxa (lado esquerdo);
- 6 Retire a bateria direita e a bateria esquerda;
- 7 Retire a cinta da cintura;
- 8 Retire o colete;
- 9 Retire a faixa da cabeça.



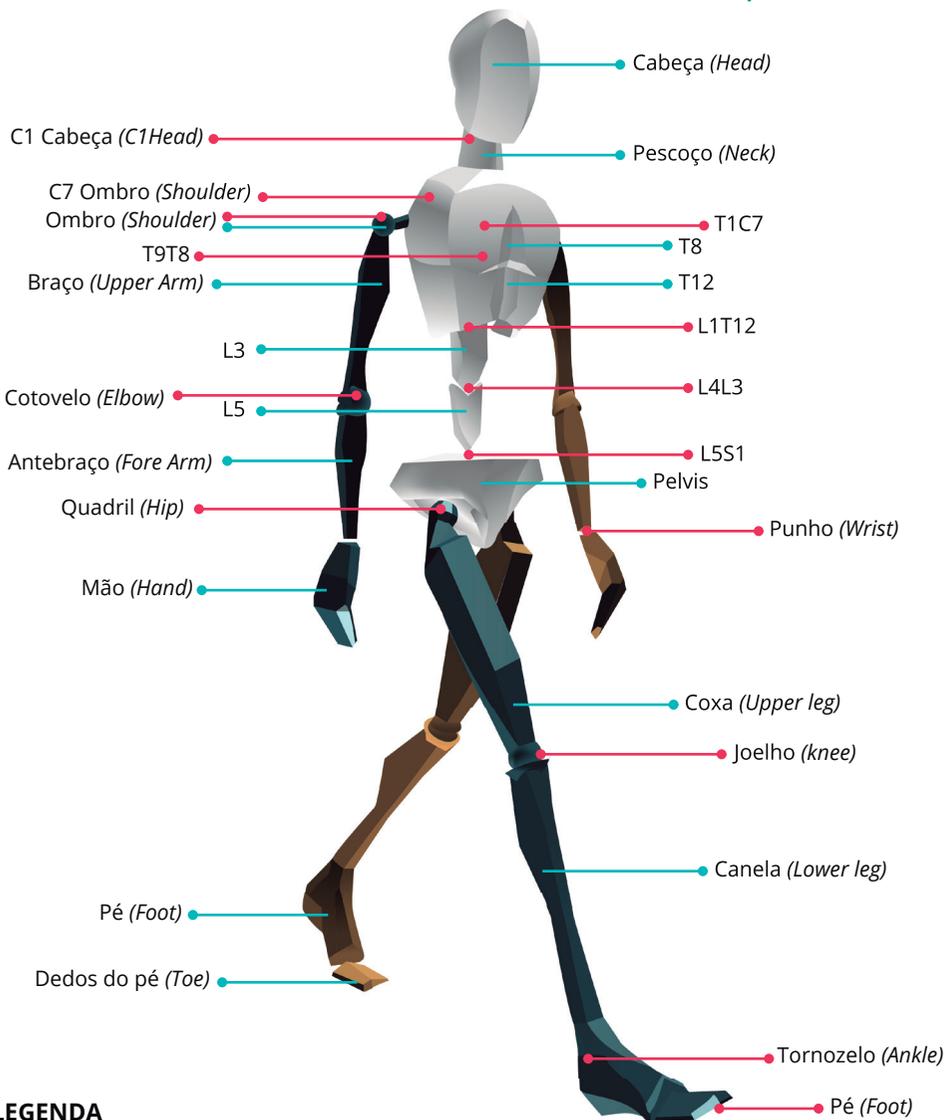
- Retire as pilhas das baterias (direita e esquerda).
- Dobre as faixas e prenda-as com o próprio velcro.
- Guarde o equipamento de acordo com os segmentos nos compartimentos de tecido.
- Nunca guarde o equipamento úmido ou molhado.
- Desconecte os *WR-A*, o *CmStick* e o adaptador de USB das portas USB do notebook.
- Retire a fita dupla face dos *WR-A* e do adaptador de USB e guarde-os na maleta do MVN.



4

DETERMINAR

Determine com a equipe qual segmento, articulação e/ou centro de massa será analisado, selecionando-os nos campos ao lado.



! LEGENDA

—●— Segmento (Segment)

Aceleração (A): Variação da velocidade em função do tempo.

Orientação (O): Direção e sentido do movimento (dinâmico).

Posição (P): Posição do segmento em um determinado momento (estático).

Velocidade (V): Deslocamento no decorrer do tempo.

Velocidade Angular (VA): Velocidade em que é realizado o movimento ao redor de um eixo ou ponto central.

Aceleração Angular (AA): Variação da velocidade angular no tempo.

—●— Articulação (Joint)

Ângulo (XZY): Ângulo (XZY) do movimento realizado.

Na articulação do ombro ainda pode ser analisado:

Ângulo de Euler: Orientação do ombro no espaço tridimensional.

Centro de Massa

Ponto ao redor do qual o peso corporal do usuário, se equilibra igualmente em todas as direções, não importando a posição em que o corpo se encontra.

SEGMENTO (<i>Segment</i>)	A	O	P	V	AA	VA	Dir.	Esq.	
<input type="checkbox"/> Pelvis	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> L5	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> L3	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> T12	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> T8	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Pescoço (<i>Neck</i>)	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Cabeça (<i>Head</i>)	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Ombro (<i>Shoulder</i>)	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Braço (<i>Upper Arm</i>)	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Antebraço (<i>Fore Arm</i>)	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Mão (<i>Hand</i>)	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Coxa (<i>Upper leg</i>)	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Canela (<i>Lower leg</i>)	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Pé (<i>Foot</i>)	<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/> Dedos do pé (<i>Toe</i>)	<input type="checkbox"/>								
ARTICULAÇÃO (<i>Joint</i>)	Ângulos ZXY						Dir.	Esq.	
<input type="checkbox"/> L5S1									
<input type="checkbox"/> L4L3									
<input type="checkbox"/> L1T12									
<input type="checkbox"/> T9T8									
<input type="checkbox"/> T1C7									
<input type="checkbox"/> C1 Cabeça (<i>C1Head</i>)									
<input type="checkbox"/> C7 Ombro (<i>Shoulder</i>)							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Ombro (<i>Shoulder</i>)	<input type="checkbox"/>	XZY- ângulo de euler						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Cotovelo (<i>Elbow</i>)							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Punho (<i>Wrist</i>)							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Quadril (<i>Hip</i>)							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Joelho (<i>knee</i>)							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Tornozelo (<i>Ankle</i>)							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Pé (<i>Foot</i>)							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

CENTRO DE MASSA (*Center off Mass*)

REFERÊNCIAS

- CUTTI, Andrea Giovanni et al. **A simple test to assess the static and dynamic accuracy of an inertial sensors system for human movement analysis.** In: Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS'06. 28th Annual International Conference of the IEEE. IEEE, p. 5912-5915, 2006.
- DAMGRAVE, Roy Gerhardus Johannes; LUTTERS, Diederick. The drift of the xsens motion capturing suit during common movements in a working environment. In: **Proceedings of the 19th CIRP Design Conference-Competitive Design.** Cranfield University Press, p. 338-342, 2009.
- ECKARDT, Falko; MÜNZ, Andreas; WITTE, Kerstin. Application of a full body inertial measurement system in dressage riding. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, n. 11, p. 1294-1299, 2014.
- EX-LUBESKIE, Chelsea L. **Evaluation of angular velocity data from inertial measurement units for use in clinical settings.** 2013. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Bioengenharia. University of Clemson, Clemson-EUA, 2013.
- FABER, Gert S. et al. Estimating 3D L5/S1 moments and ground reaction forces during trunk bending using a full-body ambulatory inertial motion capture system. **Journal of biomechanics**, v. 49, n. 6, p. 904-912, 2016.
- FRICK, Eric Christopher. **Mitigation of magnetic interference and compensation of bias drift in inertial sensors.** 2015. 111f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, University of Iowa, Iowa, 2015.
- GANDY, Elizabeth A. et al. A preliminary investigation of the use of inertial sensing technology for the measurement of hip rotation asymmetry in horse riders. **Sports Technology**, v. 7, n. 1-2, p. 79-88, 2014.
- GUO, Yanwei et al. Balance and knee extensibility evaluation of hemiplegic gait using an inertial body sensor network. **Biomedical engineering online**, v. 12, n. 1, p. 83-97, 2013.
- JURKOJĆ, Jacek; MICHNIK, Robert; CZAPLA, Krzysztof. Mathematical modelling as a tool to assessment of loads in volleyball player's shoulder joint during spike. **Journal of sports sciences**, v. 35, n. 12, p. 1179-1186, 2017.
- KARATSIDIS, Angelos et al. Estimation of ground reaction forces and moments during gait using only inertial motion capture. **Sensors**, v. 17, n. 1, p. 75-97, 2016.
- LONGHI, Adriana. **Análise cinemática do saque flat de tenistas infanto-juvenis.** 2014. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- MARTINS, Ana Claudia Vieira. **Cinemática da primeira sequência do jion kata do karatê estilo Shotokan.** 2013. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano. Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- PODMENIK, Nadja et al. The effect of shooting range on the dynamics of limbs angular velocities of the basketball shot. **Kineziologija**, v. 49, n. 1, p. 92-100, 2017.
- SALVALAIO, Cláudio Luiz. **Contribuição ao estudo da captura do movimento aplicado ao design em tecnologia assistiva.** 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-design, Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- SANTOS, William Rodrigues dos. **Análise técnica de um sistema de captura de movimentos integrado com um software de modelagem e simulação humana.** 2014. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.
- SLOT, Tegan. **Occupational Biomechanics of Tree-Planters: A study of musculoskeletal symptoms, posture and joint reaction forces in Ontario tree-planters.** 2010. 227 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Ciências da Saúde, University of Queen's, Ontário- Canada, 2016.
- STREIT, Priscilla. **Comparação de parâmetros biomecânicos entre sistemas de captura de movimentos: avaliação do Microsoft Kinect.** 2013. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso Pós-graduação em Design, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- WEENK, Dirk et al. Automatic identification of inertial sensor placement on human body segments during walking. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 10, n. 1, p. 31-40, 2013.
- XSENS. **Moven: user manual. Moven Motion Capture System.** The Netherlands: Xsens Technologies B.V. 2012.

COMO REFERENCIAR ESTE PROTOCOLO

VARNIER, Thiago; MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **Motion Capture Protocol:** Protocolo de coleta MVN Link Biomech. Florianópolis: NGD/UFSC, 2019. Disponível em: <www.ngd.ufsc.br>. Acesso em: __.

Projeto gráfico: Thiago Varnier
Ícones: Freepik - distribuídos por Flaticon

NGD / LDU - UFSC

Bloco A • Sala 111 • 1º Andar
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Campus Reitor João David Ferreira Lima •
Bairro Trindade • Florianópolis - SC - Brasil
CEP 88040-900 •
www.ngd.ufsc.br
Coordenador Geral • Eugenio A. D. Merino

Fevereiro de 2019

DESENVOLVIMENTO:

Thiago Varnier (Mestrando)

Profa. Dra. Giselle S. A. D. Merino (Orientadora)

Núcleo de Gestão de Design e
Laboratório de Design e Usabilidade

 ngd.ufsc@gmail.com

 +55 48 3721-6403

 @ngldu.ufsc



pós^{UFSC}
design

