

Software MVN Studio PRO (Xsens): aplicações nos setores de tecnologia assistiva e mandiocultura

MVN Studio PRO software (Xsens): applications in the assistive technology and cassava sectors.

PAULO, Irandir Izaquiel; Mestre; Universidade Federal de Santa Catarina

Iranpitanga2020@gmail.com

MERINO, Eugenio Andrés Díaz; Doutor; Universidade Federal de Santa Catarina

merinoufsc@gmail.com

A Captura de Movimentos, é um dos métodos mais utilizados atualmente para gravação e análise dos movimentos do corpo humano, pois possibilita dados precisos e fidedignos em formato tridimensional e em tempo real gerados por *softwares*, por exemplo, o MVN Studio PRO (Xsens). Isso posto, identificar as funcionalidades do *software* MVN Studio PRO (Xsens) demonstrando sua aplicação em projetos de design de tecnologia assistiva e ferramenta manual para a mandiocultura, é o objetivo deste artigo. Para tanto, esse estudo foi dividido em duas fases: Fase 1 - Revisão Narrativa da Literatura e Fase 2 - Apresentação do *software* MVN Studio PRO e sua aplicação em projetos de design. Com isso, foram identificadas funcionalidades do *software* como, obtenção de dados rápidos e precisos do sujeito, possibilidade de aferição dos dados extraídos de imagens reais com as tridimensionais geradas pelo *software*, o que pode validar os dados dos movimentos e angulações.

Palavras-chave: Tecnologia de captura de movimentos; *Software* MVN studio PRO (Xsens); Projetos de design.

Motion Capture is one of the most used methods today for recording and analyzing human body movements, as it allows accurate and reliable data in three-dimensional format and in real time generated by software, for example, MVN Studio PRO (Xsens). That said, identifying the features of the MVN Studio PRO software (Xsens) demonstrating its application in assistive technology design projects and hand tool for cassava is the purpose of this article. Therefore, this study was divided into two phases: Phase 1 - Narrative Literature Review and Phase 2 - Presentation of the MVN Studio PRO software and its application in design projects. With this, features of the software were identified, such as obtaining fast and accurate data from the subject, the possibility of gauging the data extracted from real images with the three-dimensional ones generated by the software, which can validate the data of movements and angulations.

Keywords: *Motion capture technology; MVN studio PRO (Xsens); Design projects.*

1 Introdução

A aplicação e o desenvolvimento de tecnologias tem sido um assunto bastante discutido, uma vez que influencia no modo de vida dos seres humanos. Isso pode gerar uma demanda para a inserção do design na relação usuário e tecnologia (PASCHOARELLI et al., 2017). Best (2012), discorre que os designers precisam tomar conhecimento sobre as áreas de constantes mudanças como da tecnologia, finanças e legislação, para que possam desenvolver novos processos. Ainda a autora, relata que a tecnologia tem aproximado os usuários do conteúdo desenvolvido, resultando em diversas oportunidades para o design que envolvem desde a entrega até a gestão integrada das pessoas, produtos, serviços e experiências.

Face a isso, destaca-se o auxílio da inserção de tecnologias para o levantamento de dados do sujeito (MERINO et al., 2017). Uma tecnologia que vem evoluindo e sendo utilizada com frequência na coleta de dados quantificáveis e fidedignos do ser humano, é a Captura de Movimentos ou *Motion Capture (MoCap)* como também é conhecida (MERINO et al., 2017). É capaz de capturar e replicar com precisão e em tempo real os movimentos humanos, possibilitando sua visualização em formato tridimensional-3D (PAULO; MERINO, 2021).

Na área do design especificamente, a *MoCap* tem gerado o aprimoramento no desenvolvimento de projetos, possibilitando o levantamento e obtenção de informações dos movimentos de segmentos e articulações corporais. Como também, tem auxiliado na concepção de novos produtos orientando as etapas do processo, e avaliação e análise dos produtos (VARNIER; MERINO, 2018).

Contudo, a gravação dos movimentos humanos pode ser compreendida como algo complexo, uma vez que pode ser realizada em diferentes direções e envolve os movimentos de várias articulações (CALAIS-GERMAIN, 1991).

Um dos principais desafios relacionado à gravação desses movimentos está em conseguir uma mensuração de dados precisa, utilizando-se de tecnologias não invasivas e local de trabalho ilimitados (XSENS, 2022), uma vez que demandam de grandes laboratórios, a modo de exemplo, as câmeras optoeletrônicas, normalmente, utilizadas em ambientes controlados. Por captarem luzes refletidas seu uso em aquisições fora de laboratórios é dificultado (CARVALHO, 2019).

Isso posto, vale destacar o processo evolutivo de captura de movimentos humanos, especificamente, o uso dos sensores inerciais, que possibilitam a gravação e análise dos movimentos humanos em contexto real e fora do ambiente laboratorial (WOUDA et al., 2016).

Nesse contexto, com a evolução tecnológica, *hardwares* e *softwares* vêm sendo utilizados frequentemente para quantificar os dados relacionados ao corpo humano e seus movimentos, por meio de imagens e/ou vídeos, tendo como finalidade mensurar distâncias e ângulos, velocidade, rotação, centro de massa, dentre outros. No âmbito da pesquisa, especificamente,

a utilização de tecnologias auxilia no levantamento de dados (MERINO *et al.*, 2018).

Destaca-se que, no mercado existem diversos *softwares* como o *Brekel Kinect* (CORREIA, 2013), o *Dvideo* (VIEIRA *et al.*, 2014), que foram surgindo ao longo dos anos, a fim de auxiliar na gravação e análise dos movimentos humanos, como exemplo tem-se o *software* MVN Studio PRO da *Xsens*, que de acordo com Mannrich (2018), tem sido utilizado por várias áreas, a modo de exemplo, na maricultura, esporte, cinema, tecnologia assistiva, design, dentre outras, para avaliar posturas, permitindo a análise do comportamento da postura associado ao esforço físico, realizado pelo sujeito afetado por uma doença, ou durante a execução de uma atividade de trabalho, acompanhamento, desenvolvimento, análise ou avaliação de projetos e produtos.

Partindo desta perspectiva, este estudo tem como objetivo **identificar as funcionalidades do *software* MVN Studio PRO (*Xsens*) demonstrando sua aplicação em projetos de design de tecnologia assistiva e ferramenta manual para a mandiocultura.**

2 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de objetivos exploratórios, descritivos e explicativos, sob uma abordagem quali-quantitativa (GIL, 2010). Quanto aos procedimentos técnicos a pesquisa foi dividida em duas fases: Fase 1 – Revisão Narrativa da Literatura, onde foram selecionados os estudos de autores referências no tema de pesquisa da área de design e que se utilizaram do *software* MVN Studio PRO da *Xsens* em seus projetos, Fase 2 - Apresentação do *software* MVN Studio PRO (onde são apresentadas as principais ferramentas e funcionalidades disponibilizadas pelo *software*). Por fim, são demonstradas aplicações do *software* MVN Studio PRO em projetos de design tecnologia assistiva e ferramenta manual para a mandiocultura, a fim de mostrar a abrangência do *software* em diferentes contextos e para diferentes fins.

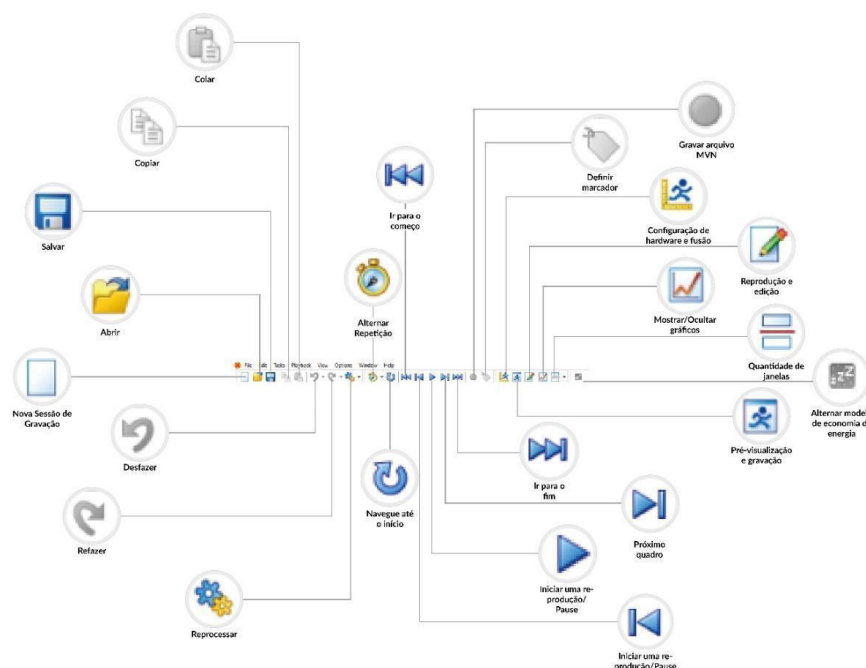
3 Apresentação do *software* MVN Studio PRO da *Xsens*

De acordo com o *Xsens* (2012), o *software* MVN Studio PRO é utilizado de forma ágil e permite a visualização e gravação dos movimentos humanos em tempo real. Este foi desenvolvido para um fluxo ideal relacionado às etapas de gravação e análise do movimento. É válido ressaltar, que durante a realização da captura, o notebook deve ser colocado numa posição adjacente ao local demarcado para a coleta, garantindo assim, uma melhor gama da captura dos dados (GANDY *et al.*, 2014).

Para Roetenberg, Luinge e Slycke (2013) com a utilização do *software* MVN Studio, o usuário consegue com facilidade observar, registrar e exportar os movimentos em 3D. Ainda os autores, destacam que ao anexar sensores a um corpo, inicialmente a postura exercida entre os sensores e os segmentos corporais é desconhecida, bem como, a análise das distâncias entre os segmentos corporais se torna difícil devido a integração numérica da aceleração e o desconhecimento da posição inicial.

Considerando as informações apresentadas anteriormente, e com a finalidade de proporcionar uma melhor compreensão e entendimento a respeito das principais ferramentas do *software* MVN Studio, a Figura 2 apresenta a barra de ferramentas que pode ser visualizada na interface do *software*.

Figura 2 – Principais ferramentas do *Software* MVN Studio PRO.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Xsens (2012).

Ressalta-se ainda, a necessidade de alguns procedimentos que antecedem o período de captura e gravação dos movimentos. As informações referentes aos procedimentos foram retiradas do manual do fabricante e serão exibidas e detalhadas a seguir.

Desta forma, no momento em que um sistema de *hardware* é conectado, se faz necessário a criação de uma nova sessão, assim, deve-se dar um nome a sessão e definir uma pasta de destino que deverá guardar esta e todas as gravações seguintes (Figura 3) (XSENS, 2012). Após isso, as demais gravações serão nomeadas e identificadas com números, por exemplo: ergodesign 000.mvn, ergodesign 001.mvn e assim sucessivamente. Clique em *Next* (próximo).

Figura 3 – Configuração de uma nova sessão

Fonte: Xsens (2012).

Feito isso, o próximo passo é realizar a definição de configuração do usuário (Suit). Inicialmente é inserida a quantidade de (*Suits*) usuários (cada *suit* é constituído por 17 marcadores). Em seguida é feito o preenchimento com a taxa de amostragem que é responsável por transmitir o posicionamento dos sensores para a leitura e captação pelo *software*. É importante destacar que a taxa de amostragem padrão e máxima é de 120 Hz, levando em consideração a captura de um único sujeito, em casos de captura de vários sujeitos ou situações com condições contrárias ao *link* sem fio, é recomendado reduzir essa taxa de amostragem, de modo que reduzirá também a quantidade de dados a ser transmitida e processada. É válido salientar, que o número máximo de sujeitos em um computador é quatro (Xsens, 2012).

Logo, é definido o tipo de cenário, que compreende a configuração da cinemática representada pelo avatar. Segundo o Xsens (2012), a escolha deste, deve considerar o tipo de medição que será realizada, uma vez que isso pode interferir na qualidade dos resultados, bem como no pós-processamento dos dados. Assim, os tipos de cenários disponíveis são:

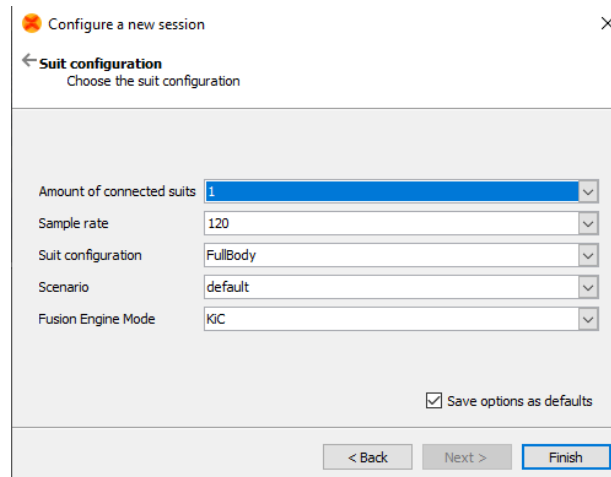
- **Padrão (Default):** este cenário assume que os movimentos normais ocorrerão, por exemplo, caminhar.
- **Pelve Fixa (Pelvis fixed):** compreende que o sujeito permanece em posição sentada, a exemplo, em um carro.
- **Piso flexível (Soft floor):** este cenário é usado se for possível presumir que os pés diminuirão ligeiramente em altura, durante o tempo entre os pés em contato com o solo e deixá-lo, por exemplo, grama ou carpete macio.

3.1 Configuração do equipamento

Durante a conexão entre o PC e o sistema ao vivo ocorre, período de detecção dentro do MVN Studio para detectar todo o *hardware* necessário. Assim, para garantir que o MVN Studio busque e localize o *hardware* correto, é recomendado certificar-se de que a configuração correta do traje foi selecionada. Uma vez que, caso o corpo inteiro for selecionado, e nenhum terno for inserido, isso vai gerar um erro quando o traje for detectado (XSENS, 2012).

Segundo o Xsens (2012) e Varnier (2019) o próximo passo é definir o modo de utilização dos magnetômetros, responsável por determinar a maneira como os magnetômetros serão usados no processo de captura objetivando a diminuição dos efeitos do *drift* (desvios), estes podem ser: *Kinematic Coupling Algorithm* (KiC), que ignora os dados dos magnetômetros para o cálculo dos ângulos das articulações dos membros inferiores do corpo, durante a realização dos movimentos, estes são utilizados durante períodos em que o sujeito está parado. Em específico, a aceleração a aceleração linear da articulação do joelho e tornozelo; KiC sem os magnetômetros, que desativa o uso deste durante todo o processo de captura e o XKF-3 que utiliza os magnetômetros e o filtro de Kalman para considerar a orientação dos membros inferiores. Marque a caixa de seleção para salvar as opções escolhidas pelo usuário. Ou seja, os padrões serão definidos pelo próprio *software* MVN Studio. Por fim clique em *Finish* (Finalizar) como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Detalhes de configuração do terno

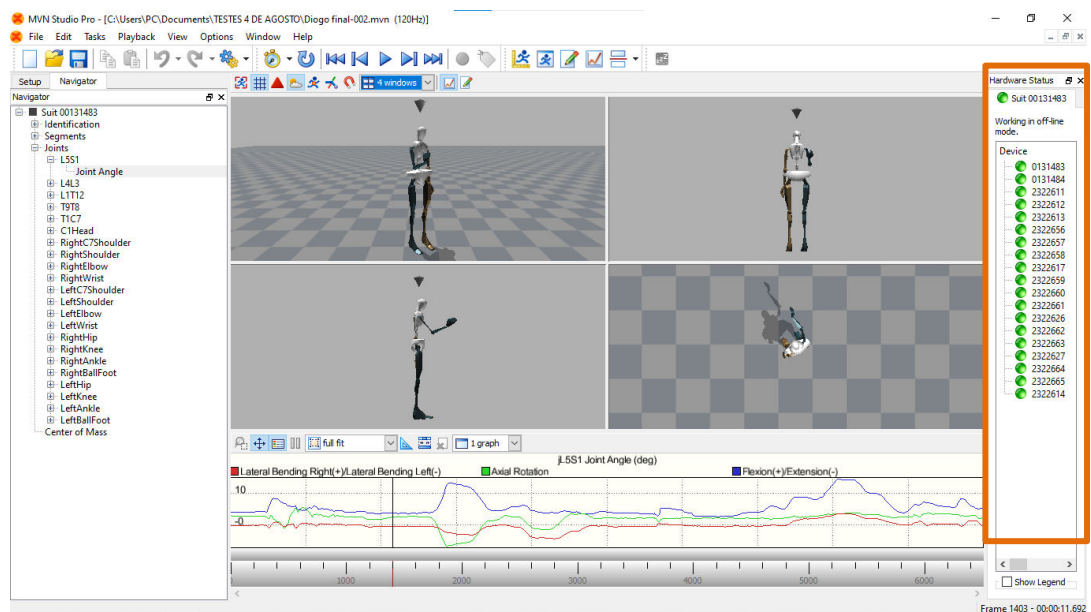


Fonte: Xsens (2012).

3.2 Status do *Hardware*

Em relação ao status do *hardware*, sua janela é ativada quando uma nova sessão é criada. Nesta, a visualização de marcadores coloridos indica o status associado à conexão entre o *software* MVN Studio e o sistema ao vivo (Figura 5).

Figura 5 – Status do *Hardware*



Fonte: Xsens (2012)

Essa janela também pode ser aberta de forma manual, clicando em Exibir> *Status do hardware* ou clicando com o botão direito na área cinza em volta da barra ferramentas e selecionando "*Status do Hardware*" (XSENS, 2012).

3.3 Realocar sensores

O momento de separação e alocação dos sensores exige muita atenção, como visto na janela de status do *hardware*, cada MTx tem um ID de local específico. Desta forma, se acontecer do status do *hardware* detectar alguma configuração incorreta, por exemplo, se um MTx for quebrado e precisar ser substituído, vá para >Tarefas> Realocar sensores para assim consertar o erro. "Relocate Sensors" pode ser utilizado na redefinição e identificação do local de um MTx conectado. Desse modo, sempre se certifique de que cada MTx esteja conectado corretamente antes de fazer qualquer alteração.

Clique nos campos de identificação do local e redefina a identificação. "Armazene" as alterações. Em outra situação, se dois MTx forem trocados acidentalmente, não usem as instruções mencionadas anteriormente, reconecte os MTx no local adequado e aguarde a atualização do status do *hardware* (XSENS, 2012).

Cabe ressaltar ainda, que MTx adicionais podem ser inseridos a objetos que devem ser medidos em uma gravação, a exemplo, uma bengala ou espada. Estes são chamados de adereços e os MTx inseridos são "sensores de adereços".

3.4 Configurar (Setup)

No que se refere ao estágio de fluxo de trabalho de configuração, este consiste em três partes: entrada das dimensões corporais do sujeito, fusão de dados e sensor para calibração de segmento. Face a isso, os procedimentos de calibração somente se fazem possíveis quando o *hardware* MVN está conectado, uma conexão foi determinada e o fluxo de trabalho está no estágio de configuração de *hardware* e fusão. Caso não esteja selecionado, para iniciar o procedimento, clique no botão de fluxo de trabalho correto. Mesmo quando um arquivo é gravado, este ícone continua ativo para possibilitar alterações nas entradas de dimensão do corpo (XSENS, 2012). A Figura 6 mostra a interface de inserção das dimensões do sujeito antes de realizar a calibração de segmento.

Figura 6 - Dimensões do corpo de entrada do sujeito de teste

Body Dimensions	Value
Body Height	173.0 cm
Foot Size	30.5 cm
Arm Span	173.0 cm
Ankle Height	9.0 cm
Hip Height	98.0 cm
Hip Width	35.0 cm
Knee Height	52.0 cm
Shoulder Width	36.0 cm
Shoe Sole Height	3.0 cm

Fonte: Xsens (2012).

Desta forma, é preciso inserir a altura do corpo do sujeito e o comprimento do pé. Sem a inserção dessas medidas, não é possível realizar uma gravação, e um erro é gerado. Nesse sentido, outras dimensões do segmento corporal podem ser utilizadas para ajuste da antropometria do sujeito, como a altura do joelho, altura do tornozelo, e espessura da sola do sapato, etc. As dimensões específicas do segmento corporal são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Medições necessárias para a entrada das dimensões do sujeito

DIMENSÃO	DESCRIÇÃO
Altura (Body height)	Fixar no topo da cabeça ao ficar em pé
Shoe size (Tamanho de sapato)	Topo do nariz do sapato até a ponta do calcanhar
Arm span (Envergadura do braço)	Topo dos dedos direitos ao topo dos dedos esquerdos em T-pose
Hip height (Altura do quadril)	Retificado na proeminência óssea lateral do trocanter maior
Knee height (Altura do joelho)	Retificado ao epicôndilo lateral no osso femoral
Ankle height (Altura do tornozelo)	Fixado na ponta distal do maléolo lateral
Hip width (Largura do quadril)	Sup. Anterior da direita para a esquerda espinha ilíaca
Shoulder width (Largura do ombro)	Ponta distal direita para esquerda do acrômio (ângulo acromial)
Shoe sole thickness (Espessura da sola do sapato)	Espessura média da sola dos sapatos usados. Este valor adicionará um deslocamento à altura do tornozelo.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Xsens (2012).

Deve-se tomar cuidado durante a mensuração das dimensões, caso não se tenha certeza de como medir com precisão, é recomendado não alterar os valores padrão que constam no *software*. Para salvar as dimensões, clique em “Aplicar”. Logo, o sistema realizará a atualização de forma automática das dimensões do sujeito. Essas dimensões podem ser salvas (.MVNA) e acessadas na próxima vez que o mesmo sujeito for registrado. Após o carregamento do arquivo do sujeito, ainda é necessário realizar uma calibração de segmento.

3.5 Fusão de dados

Ao ser criada uma nova sessão de gravação, um modo Fusão de dados (*Fusion Engine*) é indicado. Assim, nas versões de sistemas MVN anteriores a 3.0, o modo era sempre XKF-3, já para as versões 3.0 e superiores, foi adicionado o KiC. Desse modo, como a seleção do KiC, faz-se necessária a adição de algumas outras medidas durante o período de calibração.

Vale ressaltar que as medidas adicionais são apenas dos membros inferiores, uma vez que o KiC opera somente nestes membros. Com isso, as distâncias entre o MTx e os segmentos são consideradas a partir das dimensões corporais fornecidas (XSENS, 2012). Os dados a serem medidos são apresentados na Figura 7, as medições devem acontecer em ambas as pernas. Essas distâncias devem ser medidas do ponto anatômico até o centro do topo do MTx. Quanto maior for a precisão das medições, mais preciso o KiC executará. Posteriormente, clique em “Aplicar” para garantir que esses parâmetros sejam usados.

Figura 7 – Medidas entre o MTx e os segmentos corporais do sujeito



Fonte: Xsens (2012).

3.6 Calibração de segmento

Segundo o Xsens (2012) a calibração é a etapa necessária para o alinhamento entre o MTx e os segmentos do sujeito. A etapa de calibração é considerada um dos aspectos mais relevantes para garantir resultados precisos. Por esta razão, seu procedimento deve acontecer em um local sem interferência magnética. Assim, quando a guia de calibração está ativa, o “Show

Magnetic Disturbance” é fixado em “ Always On”. Desta forma, recomenda-se verificar a área de medição para a etapa de calibração. No caso de serem necessárias a realização de medições em locais que apresentam sinal vermelho referente ao campo magnético, primeiramente deve-se calibrar nos locais com sinais verdes, e somente depois no local com interferência magnética.

3.7 Etapas de calibração

De acordo com o Xsens (2012) é preciso ser realizada uma etapa de calibração básica, que pode ser N-Pose ou T-Pose. Não é recomendado a realização das duas posições, uma vez que, se isso acontecer, será utilizada uma média ponderada de ambas; podendo ocasionar imprecisões nos resultados. Desta forma, quando uma etapa de calibração básica é feita e aprovada com êxito, as etapas dinâmicas de calibração ficam disponíveis. Nesse sentido, é válido destacar que o responsável por operar o MVN precisa definir se as etapas de calibrações adicionais se fazem necessárias.

Por exemplo, o toque da mão só é útil quando as medições requerem dados mais precisos das mãos, entretanto se isso já foi alcançado na posição N-Pose ou T-Pose, essa etapa se torna desnecessária. Para iniciar, selecione uma das poses (N ou T) no *software* MVN. Logo, uma nova imagem (avatar) surgirá na janela de exibição 3D, no qual o sujeito deve replicar seus movimentos. Feito isso clique em “ Calibrar”, é importante observar se o sujeito está realizando corretamente e mantendo a pose, se sim, basta clicar em “Iniciar”.

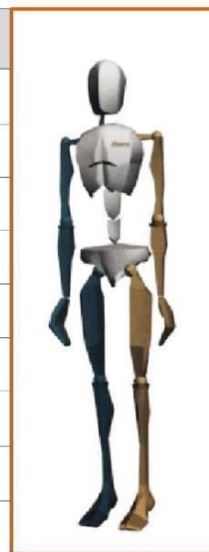
De acordo com as informações exibidas na tela do MVN Studio, se o resultado apresentado for “bom”, basta clicar em “aceitar”. Caso apareça “aceitável”, é decisão dos responsáveis pela coleta melhorar isso ou não. Já se o resultado apresentado for “Insatisfatório” deve-se voltar novamente à postura de calibração e seguir os mesmos passos, se for “Reprovado” a calibração deve ser repetida antes de seguir adiante (XSENS, 2012). Para uma melhor compreensão a respeito das etapas necessárias para a realização da calibração, a seguir são apresentadas as posições básicas e a descrição dos passos para a realização das mesmas.

3.8 N-Pose

A postura N-Pose é uma das calibrações básicas. E pode ser realizada de forma independente ou antes das calibrações dinâmicas. Alguns cuidados são necessários durante a realização desta calibração, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 – Cuidados durante a realização da calibração N-Pose

PASSO	ORIENTAÇÃO
1	O sujeito deve ficar de pé em uma superfície plana.
2	O sujeito deve manter os pés paralelos, separados por uma distância equivalente a um pé de largura.
3	O sujeito deve permanecer com os joelhos em posição superior aos pés.
4	O sujeito deve manter os quadris alinhados com os joelhos.
5	O sujeito deve deixar as costas retas.
6	O sujeito deve manter os ombros alinhados com os quadris.
7	O sujeito deve posicionar os braços retos ao lado do corpo (verticalmente), com os polegares para a frente.
8	O sujeito deve fixar o olhar à frente.
9	O sujeito não deve se mover durante o procedimento de calibração.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Xsens (2012).

Se após a calibração, as pernas do avatar 3D estiverem cruzadas, por exemplo, repita o procedimento de calibração.

3.9 T-pose

Esta é a segunda posição recomendada, que deve ser realizada principalmente quando o sujeito não conseguir manter os braços na vertical perto do corpo (Quadro 3).

Quadro 3 – Cuidados durante a realização da calibração T-Pose

PASSO	ORIENTAÇÃO
1	O sujeito deve ficar de pé em uma superfície plana.
2	O sujeito deve manter os pés paralelos, separados por uma distância equivalente a um pé de largura.
3	O sujeito deve permanecer com os joelhos em posição superior aos pés.
4	O sujeito deve manter os quadris alinhados com os joelhos.
5	O sujeito deve deixar as costas retas.
6	O sujeito deve manter os ombros alinhados com os quadris.
7	O sujeito deve manter os braços estendidos horizontalmente, polegares para a frente.
8	O sujeito deve fixar o olhar à frente.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Xsens (2012).

Deve-se prestar bastante atenção à simetria, por exemplo, manter os braços na mesma altura, não esticar demais o cotovelo, pois a flexão / extensão pode ser projetada em outros eixos e, os pulsos, cotovelos e ombros devem estar em uma única linha (XSENS, 2012).

3.10 Agachamento (Squat)

Esta calibração (Quadro 4) define os eixos funcionais das pernas e otimiza o alinhamento do rastreador. Sendo necessária, somente quando a orientação do joelho estiver correta depois da postura N ou T.

Quadro 4 – Cuidados durante a realização da calibração Squat

PASSO	ORIENTAÇÃO
1	O sujeito deve ficar de pé em uma superfície plana.
2	O sujeito deve manter os pés paralelos, separados por uma distância equivalente a um pé de largura.
3	O sujeito deve permanecer com os joelhos em posição superior aos pés.
4	O sujeito deve manter os quadris alinhados com os joelhos.
5	O sujeito deve dobrar os joelhos e segurar por 1 segundo.
6	O sujeito deve manter os joelhos no plano sagital.
7	O sujeito não deve agachar muito fundo (o ângulo do joelho não deve exceder 80°).
8	O sujeito deve endireitar as pernas e ficar imóvel por 1 segundo.
9	O sujeito deve repetir o agachamento duas vezes.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Xsens (2012).

A detecção dos movimentos realizados durante os períodos de agachamentos ocorrerá de forma automática pelo sistema. Para facilitar a realização da calibração deve ser observado o avatar exibido na tela do MVN. Se porventura os movimentos de agachamentos não forem detectados ou válidos, um erro será mostrado.

3.11 Toque de mão (Hand touch)

Esta calibração é recomendada quando se deseja obter uma maior precisão e uma calibração mais específica dos membros superiores do corpo do sujeito (Quadro 5). Cabe destacar, que uma boa postura N é importante para a obtenção de resultados melhores.

Quadro 5 – Cuidados durante a realização da calibração Hand touch.

PASSO	ORIENTAÇÃO
1	O sujeito deve juntar as palmas das mãos.
2	O sujeito deve observar o exemplo do movimento de calibração é mostrado no plano de vista 3D.
3	O sujeito deve mover as mãos lentamente, mantendo as mãos juntas.
4	O sujeito deve manter os cotovelos nas mesmas posições (10 segundos).
5	O sujeito deve copiar os movimentos realizados pelo avatar exibidos na tela do MVN.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Xsens (2012).

Após a calibração e gravação feita, são criados e salvos dois arquivos automaticamente, um com extensão “.mvn” e o outro com extensão “.mvns”, em seguida os dados são analisados e

tabulados no MVN Studio PRO e exportados para uma planilha no Excel onde os dados são tratados.

4 Aplicações do *software* MVN Studio PRO em projetos de design

4.1 Projeto de design de tecnologia assistiva

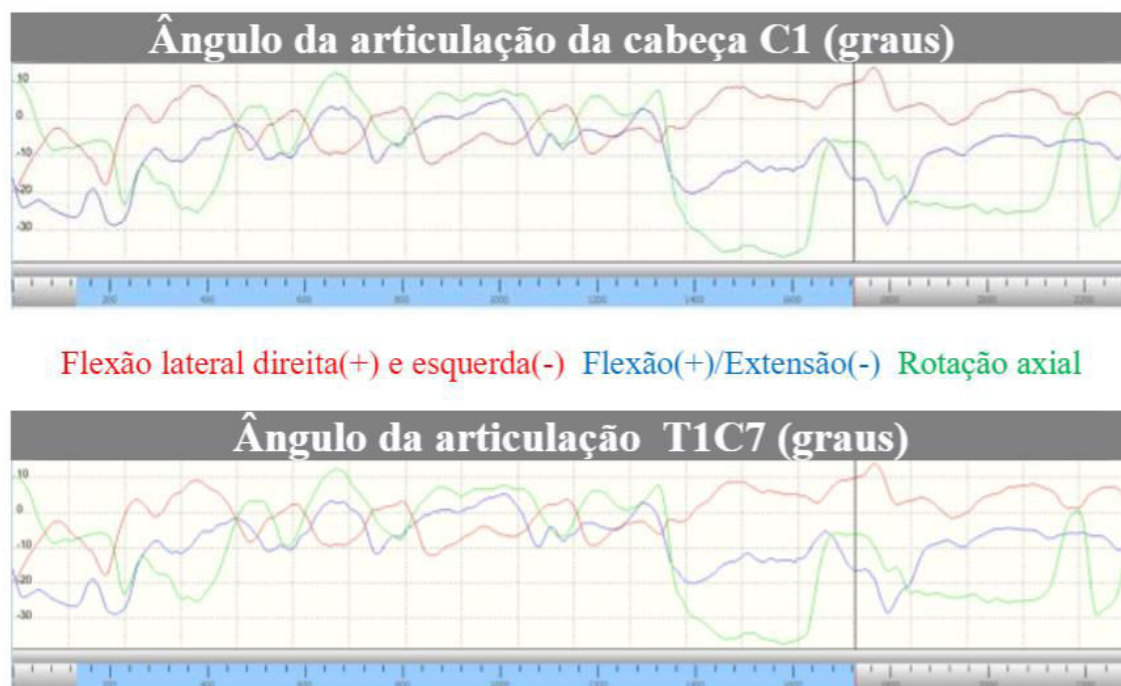
O estudo de Merino *et al.* (2019) teve como objetivo identificar oportunidades para projetos de Tecnologias Assistivas para uma Pessoa com Deficiência Motora (paraplegia) usuário de cadeira de rodas. Para tanto, foram realizadas coletas com o sistema de captura de movimentos da *Xsens*, utilizando o *software* aqui apresentado, para compreender as condições do sujeito nas atividades de: transferência do sujeito para a cadeira de rodas, transferência do sujeito da cadeira de rodas para o chão, giro no chão para ficar de joelhos (posição de marcha do sujeito) e caminhar de joelhos (marcha padrão do sujeito).

Neste caso, devido a paraplegia do sujeito da pesquisa (condição que impossibilita os movimentos dos membros inferiores), o *software* foi configurado de forma a isolar os movimentos dos membros inferiores, se utilizando apenas dos sensores inerciais alocados na cabeça, no tronco, na pélvis e nos braços do sujeito.

Ainda devido a condição física do sujeito, destacam-se as dificuldades enfrentadas durante o processo de calibração dos sensores para a coleta de dados. Para se alcançar dados precisos, esta calibração deve obter o status “boa” e, neste caso, foram necessárias repetições do procedimento para uma calibração adequada. Neste sentido, destaca-se a relevância desse processo para que se possa assegurar a confiabilidade dos dados gerados. A partir da calibração adequada por meio do *software* é possível prosseguir com a captura e gravação dos movimentos.

A partir da gravação dos movimentos do sujeito nas diferentes atividades foram analisados os movimentos de protração (anteriorização da cabeça) que envolvem as articulações T1-C7 e C1 *Read*, bem como, os movimentos de adução/abdução e flexão/extensão dos ombros (direito/esquerdo). Na figura 8 podem ser observados dois dos gráficos gerados por meio do *software* MVN Studio PRO, o qual apresenta de forma gráfica o comportamento (angulação) da articulação da cabeça do sujeito.

Figura 8 - Gráficos dos ângulos das articulações da cabeça C1 e T1C7.



Fonte: Merino et al. (2019)

Nos gráficos gerados cada cor representa um tipo de movimento - a linha vermelha demonstra a flexão lateral direita (+) e esquerda (-), a azul demonstra a flexão (+) /extensão (-) e a verde a rotação axial. Como se refere a angulação, a unidade de medida dos dados é o grau. A linha inferior do gráfico se refere ao período de tempo da captura analisado, o qual variou entre 30 segundos e 1 minuto.

Contudo, por meio dos gráficos dos ângulos das articulações gerados pelo *software* MVN Studio PRO (*Xsens*), foi possível realizar a análise dos movimentos durante as atividades e seus possíveis impactos ao sujeito. Desta forma pôde-se definir oportunidades de desenvolvimento de tecnologias assistivas que poderiam auxiliar o sujeito na realização das atividades da vida diária, tais como: desenvolvimento de um dispositivo para proteção de joelhos e demais regiões de contato com o chão durante a marcha; desenvolvimento de um dispositivo que permita a transferência de forma autônoma e segura, dentre outras. Face a isso, o desenvolvimento dessas tecnologias assistivas, pode ser entendido como oportunidades para a área do design de produtos.

4.2 Projeto de design de ferramenta manual para a mandiocultura

O estudo desenvolvido por Cunha, Merino e Merino (2015) teve como objetivo identificar os fatores de risco durante a execução das atividades de cultivo da mandioca (extração manual) e a definição de diretrizes para o desenvolvimento de uma ferramenta manual.

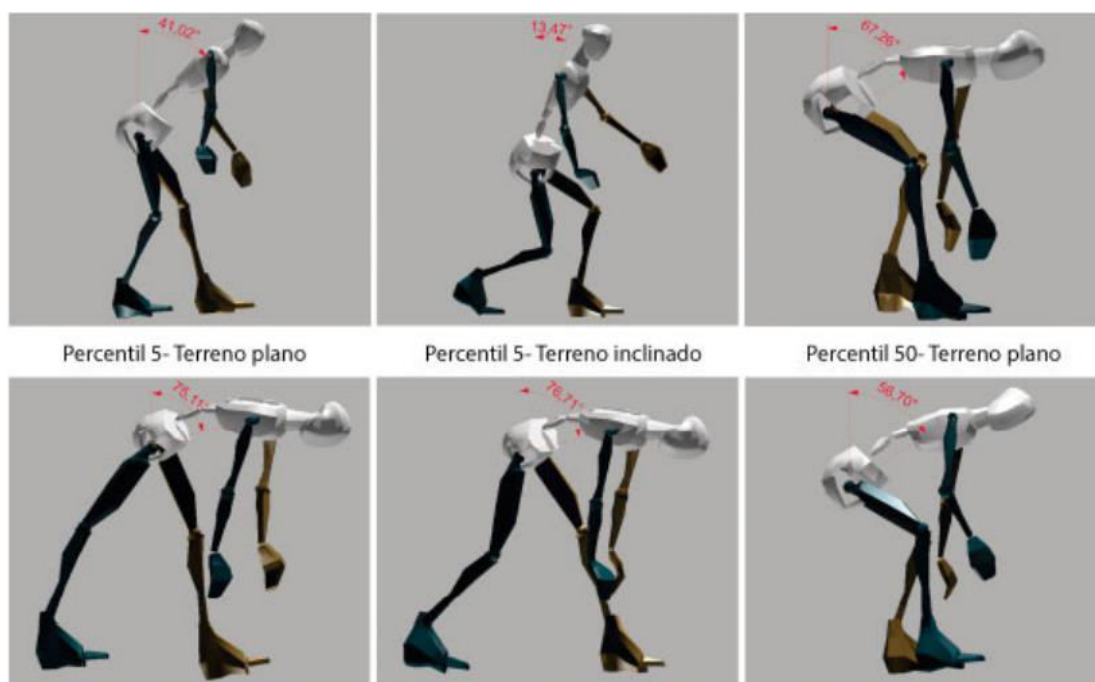
Para isso, foram realizadas coletas com o equipamento de captura de movimentos por sensores inerciais (*Xsens*) MVN Biomech e o *software* MVN Studio PRO, para obter a visualização em contexto e tempo real da postura dos trabalhadores durante a atividade de extração manual das raízes de mandioca, e possibilidade de análise dos movimentos e ângulos

das articulações/segmentos durante a execução desta. Neste estudo os dados coletados consideraram os percentis 5, 50 e 95 e os tipos de terreno, plano ou inclinado.

É importante ressaltar, que diferentemente do caso anterior (Tecnologia Assistiva) neste caso foram utilizados todos os sensores, tanto dos membros superiores, quanto dos membros inferiores. No que se refere ao ambiente para o processo de montagem e calibração do *hardware* e do *software*, o mesmo apresentou boas condições, considerando por exemplo, a ausência de campo eletromagnético, que como mencionado na apresentação do *software* pode causar interferência e até impossibilidade de realização da coleta.

Com base na gravação dos movimentos e visualização dos dados dos trabalhadores por meio do *software* MVN Studio PRO, foi possível verificar a adoção de posturas extremas em diversos pontos, ocorrendo por exemplo, flexão e rotação da coluna lombar, assim como a flexão e rotação do tronco, como mostra a Figura 9, onde são representados os modelos biomecânicos (avatar) dos três trabalhadores se utilizando de imagens tridimensionais geradas pelo *software*.

Figura 9- Modelos biomecânicos gerados pelo *software* MVN Studio PRO (Xsens).



Fonte: Cunha, Merino e Merino (2015).

Assim, com base nas imagens tridimensionais geradas pelo *software*, foi percebido que embora existissem variações posturais dos três percentis (5,50 e 95) os pontos com potencial risco musculoesqueléticos coincidiam.

Observa-se ainda, que devido à precisão dos dados, visualização e análise geradas pelo *software*, é possível se utilizar deste para aferir dados extraídos de imagens em situação real com as imagens tridimensionais representadas pelo *software* (Figura 10), podendo validar dados dos movimentos e angulações.

Figura 10 - Articulações/segmentos sobrecarregados durante a atividade de extração das raízes de mandioca.



Fonte: Cunha, Merino e Merino (2015).

As imagens mostram também, quais as articulações/segmentos sobrecarregados durante a execução da atividade de extração manual das raízes de mandioca, a citar: punho (A), joelhos (B), tronco (C), ombros (D), pescoço (E) e coluna lombar (F).

Diante dos dados observados e análises dos movimentos geradas pelo *software* MVN Studio PRO (*Xsens*), foi possível definir diretrizes para o desenvolvimento de uma ferramenta manual, a citar: evitar a torção do punho com pega adequada que mantenha o trabalhador em posição próxima do natural; impedir ou diminuir a flexão do tronco, evitando a sobrecarga da coluna lombar; reduzir a força necessária para extrair a raiz do solo, dentre outras. Surgindo assim uma oportunidade para a área do design (produto). Assim, o desenvolvimento da ferramenta pode auxiliar na extração de raízes de mandioca, podendo reduzir os impactos da atividade à saúde do trabalhador.

4 Conclusões

A partir das informações levantadas sobre a tecnologia de Captura de Movimentos por sensores inerciais, especificamente, e dos *softwares* existentes no mercado, pode-se concluir que o MVN Studio PRO da *Xsens* é um *software* confiável, preciso e ágil. Assim como também, pode ser compreendido de forma clara, o processo de planejamento, organização, aplicação, visualização e análise dos dados coletados, como apresentado neste estudo.

Foi verificado também, a aplicação do *software* MVN Studio PRO em diferentes projetos de design, tais como: **desenvolvimento de tecnologias assistivas**, onde foram identificadas como oportunidades, o desenvolvimento de um dispositivo para proteção de joelhos e demais

regiões de contato com o chão durante a marcha; desenvolvimento de um dispositivo que permita a transferência de forma autônoma e segura, dentre outras.

Acredita-se que essas tecnologias assistivas poderiam auxiliar o sujeito na realização das atividades da vida diária. Outro exemplo de aplicação verificado, foi na **definição de diretrizes para o desenvolvimento de uma ferramenta manual para a mandiocultura**, a citar: evitar a torção do punho com pega adequada que mantenha o trabalhador em posição próxima do natural; impedir ou diminuir a flexão do tronco, evitando a sobrecarga da coluna lombar; reduzir a força necessária para extrair a raiz do solo, dentre outras. Surgindo-se assim, uma oportunidade para a área do design (produto).

Nesta perspectiva, foram identificadas **funcionalidades do software MVN Studio PRO da Xsens**, bem como benefícios, sendo estes: visualização dos dados em tempo real e em formato tridimensional (3D), dados rápidos e precisos da biomecânica, análise dos movimentos de forma contínua, identificação de fatores de risco, possibilidade de coletar dados em ambientes externos, bem como a aferição de dados extraídos de imagens em situação real com as imagens tridimensionais representadas pelo *software* (Figura 10), podendo validar dados dos movimentos e angulações.

É importante ressaltar ainda, que devido ao baixo consumo de energia, o equipamento e *software* da Xsens, permitem ao utilizador, o **monitoramento minucioso de atividades físicas por várias horas**, levando em consideração o tipo de baterias, qualidade, vida útil, etc. Destaca-se ainda que o *software* MVN Studio PRO possui uma **configuração rápida e dados com qualidade de laboratório**.

Isso posto, como estudos futuros pretende-se utilizar o *software* MVN Studio PRO da Xsens integrado a outros *softwares*, a modo de exemplo, *Computer Aided Design (CAD)* e *Computer Aided Engineering (CAE)* a fim de uma possível melhoria na obtenção, tratamento e análises de dados quantitativos. Assim como também, aplicá-lo a mais pesquisas e estudos da área de design, como na moda, música e setor da beleza.

Por fim, espera-se que este artigo possibilite de alguma forma o conhecimento e acesso necessário sobre o uso do *software* MVN Studio PRO da Xsens e suas aplicações a outros profissionais e pesquisadores, despertando nestes, o interesse pelo aprofundamento e aproximação da tecnologia de captura de movimentos.

Agradecimentos

Agradecemos ao POSDESIGN e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e à Fundação de Amparo e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC).

5 Referências

BEST, K. **Fundamentos da gestão do design**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CARVALHO, M. T. B. **Análise do movimento humano de marcha condicionada com recurso a tecnologia móvel.** 2019. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa.

CUNHA, J. M.; MERINO, G. S. A. D.; MERINO, E. A. D. Avaliação ergonômica da extração manual de raízes de mandioca em propriedades agrícolas familiares a partir do rastreamento de movimentos 3D (X-Sens). **Estudos em Design**, v. 23, n. 3, p. 60-72, 2015.

CORREIA, M. M. **Reconhecimento de Elementos Gestuais com Kinect.** 2013. 42 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013. Disponível em: https://paginas.fe.up.pt/~ee06160/thesis/wp-content/uploads/2013/03/RelatorioPDI_MiguelCorreia_ee06160.pdf. Acesso em: 07 abr. 2022.

FORCELINI, F.; VARNIER, T.; MERINO, E. A. D. Termografia Infravermelha e Captura de Movimentos: vantagens e desvantagens no desenvolvimento de projetos, p. 2652-2664. In: **Anais do 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design (2018)**. São Paulo: Blucher, 2019.

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.

MANNRICH, Giuliano et al. **Integração de avaliações ergonômicas quantitativas e qualitativas para o diagnóstico da sobrecarga física e incidência de lesões osteomioarticulares.** 2018.

MERINO, G. S. A. D. et al. O uso da Termografia e Captura de Movimentos para identificação de oportunidades de Tecnologias Assistivas: um Estudo De Caso. **Ergodesign & HCI**, v. 7, n. Especial, p. 64-74, 2019.

MERINO, Eugenio et al. Implementation of Integrated Instrumentation in Assistive Technology. *Advances in Ergonomics in Design*, [s.l.], p.549-560, 24 jun. 2017. **Springer International Publishing**. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-60582-1_55.

PASCHOARELLI, L. C. et al. Design e tecnologia: uma abordagem bibliométrica no periódico Design Studies. **e-Revista LOGO**, v. 6, n. 1, p. 102-125, 2017.

PAULO, I. I. **Gestão e tecnologia: sistema de captura de movimentos por sensores inerciais (xsens) para o levantamento de dados no design centrado no ser humano.** 2021. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Design, Centro de Comunicação e Expressão, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

PAULO, I. I.; MERINO, E. A. D. Design e Tecnologia: Contribuições do uso do Sistema de Captura de Movimentos por sensores inerciais (Xsens) no processo de desenvolvimento de projetos Centrado no ser Humano: *Design E Tecnologia*, 11(23), 56-71, 2021. <https://doi.org/10.23972/det2021iss23pp56-71>

ROETENBERG, D.I.; LUINGE, H.; SLYCKE, P. **Xsens MVN: full 6DOF human motion tracking using miniature inertial sensors.** Xsens Motion Technologies BV, v.3, p. 1-9, 2013.

VARNIER, Thiago; MERINO, Eugenio Andrés Díaz. O uso da captura de movimentos no desenvolvimento de produtos: um estudo focado nas tecnologias e aplicações. In: **Anais do 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. Joinville: Blucher Design Proceedings, 2018. p. 2463-2477.

VARNIER, T. Fatores **Humanos associados aos projetos de Design: protocolo de coleta para a captura de movimentos**. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 250 p., 2019.

VIEIRA, L. H. P. et al. Cálculo da acurácia na determinação das distâncias percorridas em um sistema de rastreamento automático de jogadores no futsal. In: **BRAZILLIAN CONGRESS ON BIOMEDICAL ENGINEERING**. 2014.

WOUDA, F. J. et al. Estimation of full-body poses using only five inertial sensors: an eager or lazy learning approach?. **Sensors**, v. 16, n. 12, p. 2138, 2016.

XSENS. **Moven**: user manual. Moven Motion Capture System. The Netherlands: Xsens Technologies B.V. 2012.