

PROJETO  
INSTRUMENTAÇÃO TECNOLÓGICA DESIGN E  
USABILIDADE: bases para o desenvolvimento de produtos e  
serviços

## **RELATÓRIO FINAL**

**INSTRUMENTAÇÃO TECNOLÓGICA DESIGN E  
USABILIDADE bases para o desenvolvimento de  
produtos e serviços: captura de movimentos**

Bolsista: Kaori Ely Korc  
Orientador: Eugenio A. D. Merino

Florianópolis  
Julho 2025

# Programa de Iniciação Científica

## Relatório Parcial

<b>Título do Projeto do Orientador</b>	Design e Tecnologia: instrumentação tecnológica no desenvolvimento de produtos e serviços
<b>Título do Plano de Atividades do Bolsista</b>	INSTRUMENTAÇÃO TECNOLÓGICA DESIGN E USABILIDADE bases para o desenvolvimento de produtos e serviços: captura de movimentos
<b>Nome do Bolsista</b>	Kaori Ely Korc
<b>Nome do Orientador</b>	Prof. Dr. Eugenio Merino
<b>Nome Co-orientadores</b>	Iranir Izaquiel Paulo
<b>Grupo de Pesquisa</b>	NGD – LDU Núcleo de Gestão de Design & Laboratório de Design e Usabilidade
<b>Palavras-chave</b>	Design, tecnologia, animação, captura de movimentos, serviços
<b>Período de Vigência da Bolsa</b>	Início: 1 de setembro de 2024. Término: 30 de julho de 2025.
<b>IAA anterior/IAA posterior</b>	IAA: 9,44/ IAA: 9,56

---

## Resumo

---

A pesquisa teve como objetivo investigar a usabilidade de equipamentos de captura de movimentos (*mocap*) por sensores inerciais associados a avatares 3D, pensando em sua ampla aplicabilidade nas áreas da animação, entretenimento, design, saúde, biomecânica, engenharia, educação e cultura. O estudo foi dividido em sete etapas. A primeira, de caráter teórico, foi o planejamento e organização da pesquisa, onde foi realizada uma revisão de literatura integrativa sobre a produção atual de *mocap* e animação, além de dois artigos com a temática parecida. As demais etapas são de cunho prático, envolvendo todas as atividades relacionadas à pré-produção, produção e pós-produção de uma animação 3D, *mocap*, técnicas e ferramentas 2D/3D, desenvolvimento de avatares e modelagem, a fim de desenvolver uma metodologia e documentar o processo de criação de uma animação 3D com captura de movimentos. A pesquisa, por fim, evidenciou a necessidade de mais investigações brasileiras sobre *mocap* por sensores inerciais voltadas ao entretenimento, além de uma equipe sólida e de maior planejamento para a criação de animações 3D desse porte no Brasil.

**Palavras- chave:** design, tecnologia, animação, captura de movimentos, serviços

# 1. Introdução

---

O projeto de pesquisa macro intitulado “Design e Saúde: otimizando os processos e procedimentos por meios de produtos e serviços, junto a pacientes e colaboradores, uma abordagem interprofissional” opera com uma equipe multidisciplinar (design, engenharia e saúde) e em diferentes níveis acadêmicos (graduação, mestrado, doutorado e pós). Seu objetivo final é desenvolver produtos e serviços para auxiliar profissionais da saúde e pacientes no ambiente de trabalho, melhorando suas condições laborais. Para prosseguir com o desenvolvimento da pesquisa, é necessário abordar as bases da instrumentação tecnológica, design e usabilidade, como neste caso, investigar de forma teórico-prática os equipamentos de captura de movimentos (*motion capture* ou *mocap*) por sensores inerciais associados à criação de avatares 3D/2D, pensando em sua ampla aplicabilidade nas áreas da animação, entretenimento, design, saúde, biomecânica, engenharia, educação e cultura.

A animação descreve, em sua essência, a ilusão do movimento (no espaço e no tempo) através da rápida sucessão de imagens, e, apesar de ser retratada desde os tempos mais remotos, como nas pinturas rupestres, essa técnica exigiu um desenvolvimento científico e tecnológico para ser de fato implementada. A história da animação retrata uma relação mútua e profunda entre técnica e estética, necessárias para que essa produção artística possa evoluir positivamente (BARBOSA JÚNIOR, 2005).

Com o avanço da computação gráfica, também surgiu a captura de movimentos, inicialmente desenvolvida para pesquisa relacionada ao movimento de seres humanos e animais em aplicações médicas, que logo foi adaptada por empresas de tecnologia por suas possibilidades de aplicação em tempo real na televisão, além da sua aplicabilidade em produções cinematográficas e no mercado de videogames (GOMIDE, 2013). Desde então, a técnica evoluiu com as demandas da indústria sendo conhecida atualmente como o processo que converte uma atuação ao vivo para o meio digital, capturando os movimentos corporais e faciais mediante marcadores ou sensores em pontos-chave do corpo, que transferem a posição dos pontos para o computador, a fim de animar um personagem virtual (GOMIDE, 2013).

A instrumentação tecnológica proposta, está associada à captura de movimentos por sensores inerciais, sendo um equipamento disponível no Laboratório de Design e Usabilidade do Núcleo de Gestão e Design da Universidade Federal de Santa Catarina (NGD LDU). Esta será utilizada junto a projetos de modelagem 3D e 2D de personagens para animação, com fins de avaliação de projetos aplicados aos setores de animação, entretenimento, design, saúde, biomecânica, engenharia, educação e cultura, juntamente da equipe do laboratório, formada por profissionais destas áreas e darão o suporte necessário para o bolsista.

As atividades, seguiram as etapas dos procedimentos metodológicos propostos: (1) Planejamento e organização da pesquisa; (2) Captura de movimentos: conceitos e aplicações; (3) Técnicas e ferramentas 2D/3D; (4) Desenvolvimento de avatares 3D/2D; (5) Apresentação dos resultados e discussão; (6) Proposta de roteiro protocolo de conversão da captura para 2D/3D; (7) Relatório final e disseminação da pesquisa. Deste modo, os resultados obtidos, resultaram numa consistente base teórica para identificar oportunidades de aplicabilidade em projetos viáveis economicamente e que sejam possíveis de realizar com o equipamento disponível, além de mostrar resultados sólidos na parte prática, por meio da criação de personagens, roteiros, vídeos e animações concretas relacionadas ao tema.

## 2. Procedimentos Metodológicos

---

### 2.1 Planejamento e organização da pesquisa

Na primeira etapa, a pesquisa foi organizada utilizando um cronograma de atividades, dividido mensalmente (de setembro de 2024 a julho de 2025) visando as atividades a serem realizadas por semana, conforme visualizado nos cronogramas das figuras 1 e 2. Partindo disso, foi desenvolvida uma Revisão de Literatura (artigo 1) acerca do tema proposto, com o auxílio na participação de um minicurso de Revisão Integrativa de Literatura ministrado pelo co-orientador Irandir Izaquiel Paulo, a fim de melhorar o entendimento e compreensão da técnica para uma aplicação coerente.

Conforme o cronograma, o artigo 1 foi finalizado em março de 2025 (figura 2), e o bolsista engajou-se em um segundo artigo, em abril de 2025, para realizar a aplicação de sua pesquisa, colocando em prática tudo aquilo que vinha aprendendo. Ainda para obter mais experiência na escrita científica na área do design, animação e saúde, o bolsista participou da elaboração de um artigo (em co autoria com outros membros da equipe do Laboratório) para o V Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva, a ser realizado em Curitiba, de 30 de setembro a 03 de outubro de 2025, artigo este aprovado.



Figura 1: Cronograma - 2024 (Fonte: o autor (2024)).

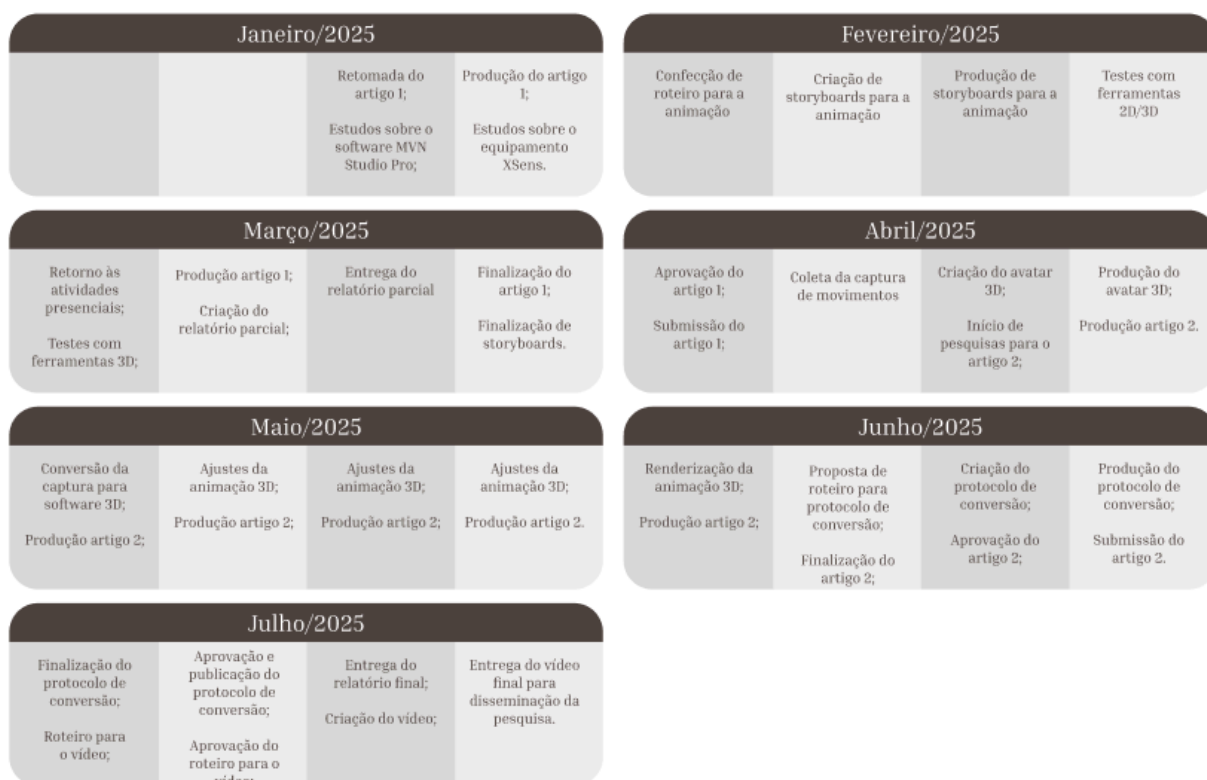


Figura 2: Cronograma - 2025 (Fonte: o autor (2024)).

### 2.1.1 Revisão Integrativa de Literatura

Para compreender o tema proposto, foi necessário o uso da metodologia de pesquisa adequada, sendo escolhida uma Revisão Integrativa de Literatura (RIL). Segundo Cooper (1998), a Revisão Integrativa de Literatura, ou apenas revisão integrativa (*research synthesis*), possui foco em estudos empíricos e busca sumarizar pesquisas anteriores para chegar em conclusões por meio de investigações relacionadas à hipótese. Em suma, o papel deste tipo de revisão é apresentar o estado do conhecimento que diz respeito à temática de interesse e destacar problemas importantes para estudos futuros, demonstrando ser extremamente útil ao decorrer do artigo.

Para esta RIL, foram seguidos os seis passos apontados por Teixeira *et al.* (2014) como sendo os mais utilizados em revisões publicadas (Figura 3). Deste modo, na **1ª etapa** é identificado o tema/pergunta de pesquisa norteadora; na **2ª etapa**, são definidos os critérios de inclusão e exclusão para filtragem na busca; na **3ª etapa** são coletados os dados por meio da identificação dos artigos pré-selecionados; na **4ª etapa** realiza-se a leitura na íntegra dos artigos selecionados, categorizando-os em seguida; na **5ª etapa** é feita a análise e

interpretação dos dados e, por fim, na **6ª etapa** são apresentados os resultados sintetizados durante a revisão.



Figura 3 (Fonte: o autor (2024)).

### 2.1.2 Artigo 2

Para realizar o aprofundamento da pesquisa no tema, foi confeccionada parte de um segundo artigo, intitulado provisoriamente “Estruturando um Curta de Animação 3D a partir de Captura De Movimentos por Sensores Inerciais“. O artigo busca desenvolver a metodologia e as bases para a criação de um curta de animação 3D inovador que apresente o funcionamento do laboratório NGD-LDU/UFSC para o público geral, combinando captura de movimentos, animação 3D e edição de vídeo de modo a demonstrar a capacidade dos pesquisadores de desenvolver produções audiovisuais com o equipamento do próprio laboratório, posteriormente.

O artigo conta com sete objetivos específicos que se entrelaçam com a pesquisa macro:

1. Investigar as oportunidades de aplicação da captura de movimentos sensoriais para o meio audiovisual, com foco na animação;
2. Estruturar a metodologia a ser utilizada na produção do projeto;

3. Criar um roteiro para um curta animado para divulgar o NGD LDU, além de demonstrar a capacidade dos pesquisadores de criar produções audiovisuais com o equipamento do laboratório;
4. Criar uma sequência de storyboard para visualização do roteiro;
5. Modelar o personagem virtual em 3D e preparar o *rig* para animação;
6. Realizar a captura de movimentos de uma das cenas com o equipamento e preparar os arquivos para conversão em animação 3D;
7. Converter a captura em animação 3D, aplicar no personagem e ajustar conforme necessário.

O primeiro objetivo foi alcançado por meio da Revisão Integrativa de Literatura feita anteriormente. A metodologia foi estruturada e as etapas foram delineadas (tabela 1) com base na linha de produção de Beane (2012) e no fluxo de trabalho de Andaló (2019), visando os equipamentos disponíveis no laboratório.

Macro Etapa	Etapa	Descrição	Software/Hardware
Pré-produção	Conceito	Conceituação da ideia	-
	Roteiro	Roteirização da história	Google docs
	Storyboard	Criação de painéis para ilustrar a história	ClipStudio Paint EX
	Design	Criação e adaptação do avatar 2D	ClipStudio Paint EX
Produção	Modelagem	Modelagem 3D do avatar	Blender 3D
	Texturização	Aplicação de texturas para dar vida ao avatar	Blender 3D
	Rigging	Criação de um esqueleto de rig para movimentação do avatar	Blender 3D
	Gravação de áudio	Gravação de voz original para o avatar	Fruit Loops
	Preparação do equipamento	Carregar as baterias e conferir a disponibilidade do equipamento	MVN Link Biomech XSens
	Montagem e calibração	Montagem do equipamento em um ator para realizar a coleta e calibração	MVN Studio Pro
	Coleta da captura	Realização do mocap conforme storyboard	MVN Studio Pro
	Tratamento dos	Tratamento e filtragem da coleta de	MVN Studio Pro

	<b>dados</b>	mocap	
	<b>Transferência da animação</b>	Organização dos arquivos e importação para o rig	MotionBuilder
	<b>Limpeza da animação</b>	Ajustes na animação conforme princípios de animação	MotionBuilder
	<b>Animações secundárias</b>	Animação secundária de mãos e dedos	MotionBuilder
<b>Pós-produção</b>	<b>Exportação</b>	Exportação do rig animado	MotionBuilder
	<b>Animação facial</b>	Animação das características faciais do avatar	Blender 3D
	<b>Ajustes finais</b>	Últimos ajustes na animação do avatar	Blender 3D
	<b>Iluminação</b>	Iluminação das cenas conforme planejamento	Blender 3D
	<b>Renderização</b>	Renderização e exportação do vídeo animado completo	Blender 3D
	<b>Edição de vídeo e legendagem</b>	Edição de vídeo e adição de legendas para o público	Adobe Premiere

Tabela 1: Etapas do projeto (O autor, 2025).

Assim, foram estabelecidas 4 etapas para a pré-produção, 11 etapas para a produção e 6 etapas para a pós-produção. Durante todo o período da bolsa, foi possível concluir toda a etapa de pré-produção e chegar ao início da produção. Todas as etapas da metodologia concluídas fazem parte do presente relatório.

## 2.2 Captura de movimentos: conceitos e aplicações

Captura de movimentos, ou *Mocap*, é uma técnica de animação que captura os movimentos de uma pessoa real, chamada de ator, para serem aplicados em um personagem digital. Na indústria, há dois modos para realizar a captura desses dados: com marcadores ou sem marcadores. O primeiro, como o nome diz, identifica pontos específicos (marcadores) no corpo do ator para capturar o seu volume e movimento no espaço tridimensional, com o auxílio de câmeras em vários ângulos para maior precisão. O sistema sem marcadores pode utilizar câmeras do mesmo modo que com os marcadores, mas geralmente não é necessário, pois o ator utiliza equipamentos no corpo para medir seus movimentos e rotações. Em ambos

os sistemas, após a desempenho do ator, os dados são transferidos para o software, que traduz os movimentos em valores aplicados ao esqueleto (*rig*) do personagem (OKUN; ZWERMAN, 2010).

Andaló (2019), categoriza os tipos de sistemas de captura de movimentos, de modo atualizado, em mecânico, óptico, magnético, inercial e híbrido. Para esta pesquisa, utilizou-se apenas o sistema inercial, advindo do equipamento *MVN Link Biomech XSens* ofertado pelo laboratório NGD LDU. O sistema de captura de movimentos inerciais não possui marcadores e conta com vários sensores (compostos de giroscópios e acelerômetros) presos pela superfície do objeto/ator, permitindo que sua localização espacial (rotação e deslocamento) em tempo real seja medida pela diferença de movimento.

Para entender a técnica por trás da captura de movimentos, além dos conceitos e aplicações, é necessário compreender esta segunda etapa de forma prática. Por este motivo, o bolsista teve contato prático e direto com a aplicação do equipamento *MVN Link Biomech XSens* em um manequim de tamanho real, conforme figura 4. Para a correta utilização do sistema de captura de movimentos inercial *MVN Link Biomech XSens*, o protocolo criado por Varnier (2019) foi seguido ao apresentar os procedimentos adequados para preparar e montar o equipamento no ator, capturar e armazenar os dados no software *MVN Studio Pro*, guardar novamente o equipamento e analisar os resultados, sempre visando o bem-estar e a experiência do usuário. A montagem de todo o equipamento foi feita pelo bolsista e auxiliada pelo co-orientador.



Figura 4: Manequim com o equipamento montado (Fonte: NGD LDU, 2024).

Os conceitos e aplicações de captura de movimentos gerais foram abordados na Revisão Integrativa de Literatura (artigo 1), enquanto os específicos do equipamento utilizado foram abordados no artigo 2. Nesse artigo, foi desenvolvida uma metodologia para o desenvolvimento do curta de animação 3D a partir de captura de movimentos por sensores iniciais, que viria também a ser utilizada para a produção de seu projeto de Iniciação Científica.

### 2.3 Técnicas e ferramentas 2D/3D

Para adentrar a terceira etapa, foi preciso adquirir conhecimento e aprimorar as técnicas e ferramentas 3D, para realização da modelagem de personagens visando a criação do avatar a ser utilizado com a captura de movimentos. Para as técnicas 2D, não é preciso maiores aprimoramentos, visto que as habilidades atuais do bolsista são suficientes para o progresso da pesquisa (figura 5). As ferramentas em questão escolhidas são o *Clip Studio Paint EX* para as atividades 2D e o *Blender 3D* para as atividades 3D.



Figura 5: ilustração para encomenda (Fonte: O autor, 2022).

No primeiro semestre de 2025, o bolsista cursou as seguintes disciplinas do curso de Animação: Modelagem 3D e Modelagem de Personagens – com o Professor Nicholas Bruggner Grassi (figura 6), auxiliando no aprendizado e na aplicação destes temas de forma prática no projeto. Juntamente, foi praticado no laboratório a utilização das ferramentas de captura de movimentos e edição de captura: *MVN Studio Pro* e *Autodesk Motionbuilder*, necessárias para a conversão da captura e aplicação dos avatares nas animações requisitadas.

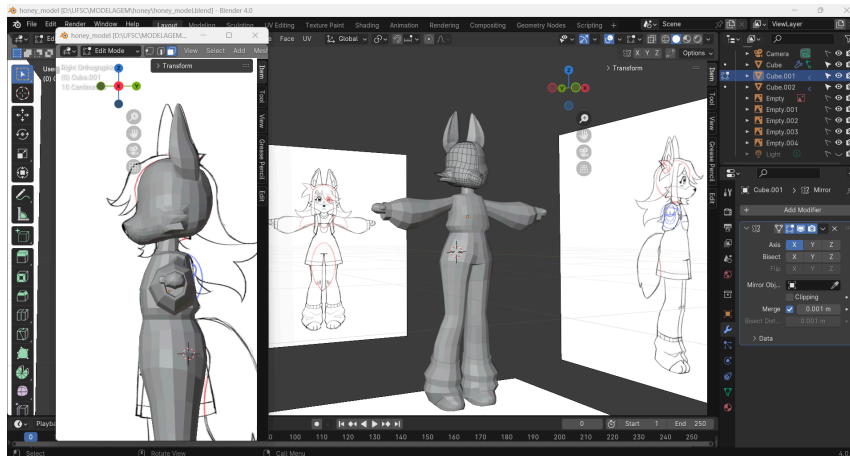


Figura 6: screenshot do Blender das aulas de Modelagem de Personagens (Fonte: O autor, 2025).

Com as habilidades 2D, além da criação do avatar, foram produzidas uma sequência de *storyboards* ilustrados para o projeto de animação a ser desenvolvido no seu segundo artigo, a fim de contar uma narrativa que apresente o funcionamento do laboratório NGD LDU, divulgando seus projetos e rotina.

## 2.4 Desenvolvimento de avatares 3D/2D

A quarta etapa foi o momento de criação de um avatar para aplicação da captura de movimentos. A bolsista anterior, Ana Duarte, criou e ilustrou o design do personagem ‘Gustavinho’ em 2D (figura 7) e havia iniciado alguns conceitos 3D no software Blender para o avatar do personagem. Foram criados e produzidos, materiais novos, porém todos os conceitos anteriores foram considerados para a atualização e finalização do novo avatar.

A modelagem 3D do personagem foi desenvolvida pelo próprio bolsista, para utilização do personagem como avatar nas animações proposta, pensando principalmente na movimentação das articulações do corpo para posteriormente realizar a captura de movimentos com o equipamento do laboratório, conforme a sequência do *storyboard* proposto.

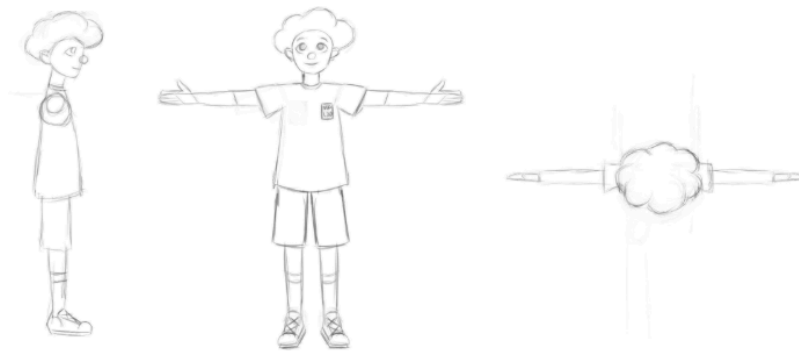


Figura 7: conceitos do avatar Gustavinho (Fonte: Duarte, 2024).

## 2.5 Apresentação dos resultados e discussão

A quinta etapa previu a apresentação dos resultados obtidos para a equipe do laboratório e orientadores, para receber *feedbacks* construtivos e multidisciplinares (vindos de diferentes áreas de pesquisa e perspectivas) em seus achados a fim de melhorá-los. A partir dos *feedbacks*, o bolsista deveria produzir um protocolo de conversão para registrar sua metodologia de captura de movimentos (o que não foi possível concluir), além de trabalhar para apresentar seus resultados no 35º Seminário de Iniciação Científica (SIC) da UFSC.

## 2.6 Proposta de roteiro protocolo de conversão da captura para 2D/3D

A partir da discussão gerada na etapa 5, e com os devidos *feedbacks* aplicados, seria feita uma proposta de roteiro para protocolo de conversão de captura de movimentos para mídia 2D e 3D, utilizando-se de base a metodologia criada pelo bolsista, aplicando a captura realizada com o equipamento do laboratório no projeto de animação proposto, descrito no artigo 2.

O protocolo de conversão contaria com informações básicas e avançadas, imagens ilustrativas e um passo a passo para visualizar a conversão, se tornando uma espécie de manual que ajudaria com as futuras pesquisas no laboratório e aplicações que também tenham como foco a animação 3D. A proposta de roteiro do protocolo não foi realizada a tempo e não pôde ser concluída.

## 2.7 Relatório final e disseminação da pesquisa

Por fim, na sétima e última etapa, o bolsista produziu o relatório final de sua pesquisa e um vídeo com foco na disseminação de seus achados e resultados, contribuindo para a divulgação científica. O relatório aborda grande parte do que foi estudado e desenvolvido durante a bolsa, enquanto o vídeo traz um resumo focado nos resultados utilizando uma linguagem simples e edição de vídeo lúdica.

Tanto o relatório final como o vídeo serão encaminhados para o CNPQ e serão divulgados nas plataformas digitais do laboratório.



Figura 8: Capa do vídeo (Fonte: O autor, 2025).

## 3. Desenvolvimento

---

### 3.1 Planejamento e organização da pesquisa

Conforme proposto nos procedimentos metodológicos, o bolsista participou ativamente de um minicurso de Revisão de Integrativa de Literatura ministrado pelo co-orientador Irandir Izaquiel Paulo (figura 9), onde foram apresentadas três tipos de revisão de literatura: Integrativa, Narrativa e Sistêmica, com maior foco e desenvolvimento da primeira ao decorrer de seis etapas. E assim decidiu-se que este seria o tipo de revisão de literatura a ser seguido, considerando seu foco em estudos empíricos e sumarização de pesquisas anteriores, apresentando o estado do conhecimento sobre o tema em questão e destacando problemas importantes para estudos futuros.

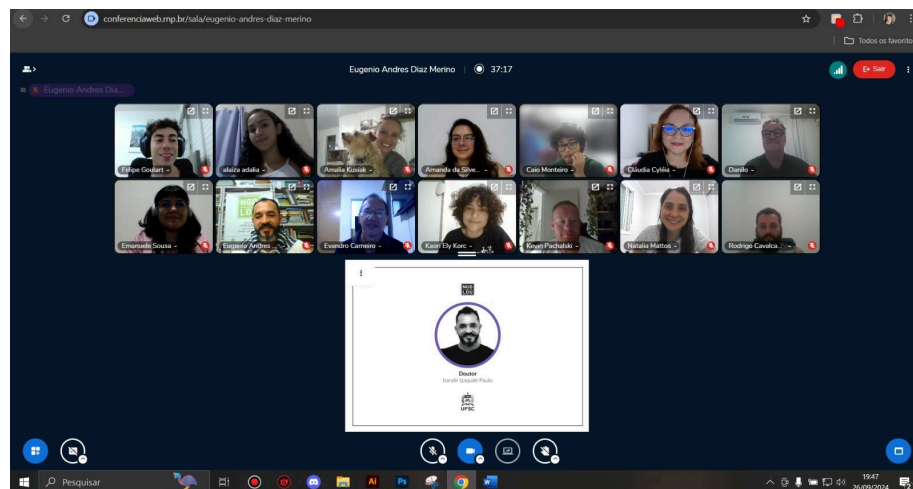


Figura 9: screenshot do minicurso no Conferência Web (Fonte: NGD LDU (2024)).

#### 3.1.1 Revisão Integrativa de Literatura

Para a primeira etapa, delimitou-se que o problema a ser resolvido seria o pouco conhecimento sobre o que se produziu na área e descrição de métodos científicos. Assim, definiu-se a pergunta de pesquisa: **O que tem sido produzido nos últimos 6 anos na área de animação utilizando captura de movimentos?** A partir da pergunta norteadora, é

possível determinar um conjunto de áreas para a base teórica, sendo elas a animação/animação 3D; captura de movimentos; aplicações com base na tecnologia disponível no laboratório (*Xsens*); aplicações em geral; e métodos e processos relacionados.

Como segunda etapa, foram estabelecidos os critérios de inclusão e exclusão. Como critérios de inclusão foram considerados: pesquisas de acesso aberto publicadas de 2018 a 2024, que abordem diretamente a temática de animação e captura de movimentos. Quanto aos critérios de exclusão foram utilizados: o recorte temporal para anos anteriores a 2018; artigos duplicados, de acesso fechado ou das áreas das ciências da computação, ou das engenharias. Assim, justificou-se o motivo de cada artigo incluído e excluído com base nos critérios definidos.

Na terceira etapa ocorreu a coleta de dados por meio da pré-seleção dos artigos em seis diferentes bases de dados para maior variabilidade de artigos encontrados, sendo elas: Portal de Periódicos da CAPES, Scielo, Repositório UFSC, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), ProQuest e Scopus. Em cada base, foram testadas 4 strings de busca com pequenas divergências para obter melhores resultados (Quadro 1), obedecendo ao procedimento padrão de busca de cada plataforma, com o auxílio de ferramentas para delimitar filtros temporais e de acesso.

	String
A	“animation” OR “animation 3D” AND “motion capture”
B	“animation” OR “animation 3D” AND “motion capture” AND “methods” OR “process”
C	“animation” OR “animation 3D” AND “motion capture” AND “methods” OR “process” AND “avatar”
D	“animation” OR “animation 3D” AND “motion capture” AND “methods” OR “process” AND NOT "engineering"

Quadro 1 (Fonte: os autores, 2024).

Como ilustrado na Figura 10, as bases de dados encontraram 282 artigos (considerando o recorte temporal, o livre acesso e a repetição, critérios esses que puderam ser aplicados automaticamente durante as buscas). Com a leitura do título, resumo e palavras-chave, foi possível pré-selecionar 61 trabalhos considerando o critério de exclusão restante, que determinava o grau de aprofundamento de cada artigo nas áreas das ciências da

computação e das engenharias. Destes, 20 originaram-se da base de dados da ProQuest, 22 da Scopus, 14 da CAPES, 5 do repositório da UFSC, apenas 1 da Scielo e nenhum da BDTD.

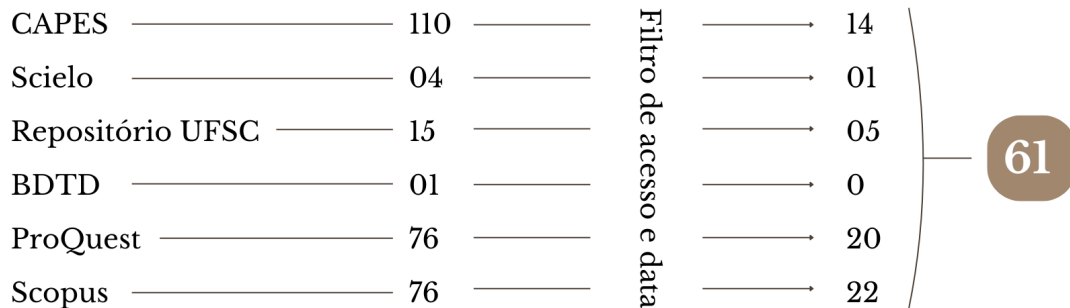


Figura 10: resultados das bases de dados (Fonte: o autor (2024)).

Na quarta etapa, foi desenvolvido um quadro com os dados dos 61 artigos, categorizando-os por tipo, base, nacionalidade, ano, autor, título e palavras-chave. Os artigos foram lidos e analisados na íntegra, por meio da identificação de **objetivos, metodologias, resultados e conclusões, ferramentas** (aplicativos, softwares e/ou hardwares) utilizadas, **temática principal e subtemas**. A partir da leitura e análise foram selecionados 26 artigos alinhados com o objetivo da pesquisa, visíveis no Quadro 2.

Autor e Ano	Título	Palavras-chave	Objetivos
Romeiro, Nicolas Canale (2023)	Construção de cena para utilização da Realidade Virtual para o auxílio de atores na captura de movimentos	Design, realidade virtual, captura de movimentos, animação, atuação	Desenvolver uma cena em ambiente virtual para a realização de testes com <i>MoCap</i> e RV e métodos de avaliação com usuários.
Paulo, Irandir Izaquiel (2021)	Gestão e tecnologia: sistema de captura de movimentos por sensores inerciais (Xsens) para o levantamento de dados no design centrado no ser humano	Design, gestão de design, ergonomia, sensores inerciais (Xsens), design centrado no ser humano	Identificar as áreas e as contribuições do <i>MoCap</i> e <i>XSens</i> nos projetos de Design Centrado no ser Humano, e utilizar essa abordagem nos participantes dos testes com o equipamento.

Boehs, Gustavo Eggert (2018)	Animação de personagens animais não humanos por captura de movimentos	Design, mídias digitais, captura de movimentos, aprendizado de máquina	Propor técnicas para superar as limitações de seres humanos atuando animais para <i>MoCap</i> em obras de animação e desenvolver um framework computacional para atores não treinados.
Honório, Victor Marques (2018)	Relatório Final de Estágio Curricular DesignLab	Animação, animação 3D, captura de movimentos, estágio	Realizar a captura de movimento de cenas da série animada <i>Tribos da Ilha</i> e transposição para o <i>Motionbuilder</i> para refinar, remover ruídos e animar detalhes.
Varnier, Thiago (2019)	Fatores humanos associados aos projetos de design: protocolo de coleta para a captura de movimentos	Design, gestão de design, fatores humanos, captura de movimentos, protocolo	Desenvolver um protocolo de coleta para levantar dados objetivos com usuários referentes a biomecânica e cinemática de <i>MoCap</i> por Xsens.
Echeverry; et al. (2018)	Sistemas de captura y análisis de movimiento cinemático humano: una revisión sistemática	Kinematics of human movement; Motion capture; 3D animation; Biomechanics; Footwear	Identificar os sistemas de captura de movimentos, suas principais aplicações e quais causam mais impacto nos estudos.
Xu Tong (2019)	Single-view and Multi-view Methods in Marker-less 3D Human Motion Capture	-	Estudar aplicações e contribuições a fim de melhorar os modelos de <i>MoCap</i> markerless.
Gorisse, Geoffrey; et al. (2022)	REC: A Unity Tool to Replay, Export and Capture Tracked Movements for 3D and Virtual Reality Applications	Animation; Motion Capture; Unity; Virtual Reality	Propor uma ferramenta open source para Unity para que pesquisadores possam capturar, exportar e assistir os movimentos de personagens VR, em tempo real.

Cadi Yazli, Nedjma; et al. (2022)	Modeling craftspeople for cultural heritage: A case study	3D animation; 3D modeling; cultural heritage; digital humans; heritage crafts; motion capture	Criar uma metodologia e apresentar simulações com diferentes modelos de humanos digitais (DH) atuando como artesãos tradicionais em cenários virtuais.
Sun, Kaiqiang (2022)	Research on Dance Motion Capture Technology for Visualization Requirements	3D animation; Animation softwares; Data animation; Data informations; Matchings; Motion capture; Movement trajectories; Optical sensing; Scene-based; Sensing equipments	Explicar a tecnologia e criar a visualização de uma dança virtual com MoCap óptico para melhorar a eficiência na educação e aprendizado de danças.
Košir, Aja Knific; Tomc, Helena Gabrijelčič (2022)	Visual effects and their importance in the field of visual media creation	3D character; animation; computer generated environment; digital compositing; Visual effects	Explicar os efeitos visuais e sua importância na história e como são aplicados na indústria de filmes e mídias.
Muller, Leon; et al. (2021)	Spatialproto: Exploring real-world motion captures for rapid prototyping of interactive mixed reality	Animation; Interaction; Mixed reality; Spatial prototyping	Propor uma aplicação MR (realidade mista) e pipeline de design que oferece uma nova combinação de criar animações 3D, auxiliar designers e consumidores e permitir prototipagem imersiva de MR por meio do MR. Utiliza estudo com usuários e avaliação de experiência.
Ribet, Sarah; et al. (2018)	Survey on Style in 3D Human Body Motion: Taxonomy, Data, Recognition and Its Applications	character animation; motion; motion style generation; Style	Estabelecer uma taxonomia de definições de estilo no movimento do corpo humano por meio de dados 3D.
Wihardi, Yaya; et al. (2020)	Kinect Based Motion Capture for 3D Character Animation	Animation; Kinect; Motion capture	Apresentar um sistema de captura de movimentos de baixo custo para animar personagens 3D utilizando um sensor de RGB-D (Kinect).
Yao, Rujing (2020)	Three-dimensional digitizing of modern dance based on kinect motion capture system	3D human and facial expressions; Kinect; Motion capture; Real-time motion capture	Estudar o processo de proteção de danças por meio de tecnologia MoCap e criar uma coleção de danças além de trazer exemplos concretos de aplicações na

			animação.
Tsai-Yun Mou (2018)	Keyframe or Motion Capture? Reflections on Education of Character Animation	animation education, character animation, creativity, motion capture, virtual character	Propor uma combinação da tecnologia de MoCap com o método keyframe na educação para aumentar as habilidades digitais, estimular a criatividade e estabelecer conhecimento de movimento sólido.
Roberts, Richard; et al. (2019)	Optimal and interactive keyframe selection for motion capture	motion capture; motion editing; keyframe animation; dynamic programming	Automatizar a procura por keyframes para editar a captura de movimento.
Maduwant ha, Kaveendra; et al. (2024)	Accessibility of Motion Capture as a Tool for Sports Performance Enhancement for Beginner and Intermediate Cricket Players	motion capturing; cricket batting; computer vision; coaching; machine learning	Estudar os locais onde o MoCap se aplica, com foco no campo do cricket para melhorar as habilidades de rebatidas de jogadores iniciantes e intermediários.
Reuter, Anna Sophia; et al. (2023)	Motion Capture Systems and Their Use in Educational Research: Insights from a Systematic Literature Review	motion capture; motion capture systems; motion tracking; motion detection; systematic review; education; educational research	Revisão sistemática de literatura sobre MoCap e seus usos na pesquisa educacional (escola primária e secundária).
Wu, Zhen; Luan, Lian (2021)	Physical World to Virtual Reality – Motion Capture Technology in Dance Creation	-	Trazer uma visão geral dos conceitos: MoCap e VR e combiná-los para contribuir na área da dança.
Ha, Eunhong; et al. (2022)	Full-Body Motion Capture-Based Virtual Reality Multi-Remote Collaboration System	motion capture; remote collaboration; multi-user virtual reality; virtual reality	Propor um sistema remoto de VR colaborativo que utiliza MoCap para melhorar a imersão.
Kačerová, Ilona; et al. (2022)	Ergonomic Design of a Workplace Using Virtual Reality and a Motion Capture Suit	ergonomics; motion capture; virtual reality; workplace	Desenvolver um método inovador para o design de um espaço de trabalho ergonômico, com ênfase nos processos de manufatura utilizando membros superiores.

Misterska, Ewa; et al. (2023)	“Scoliosis 3D”—A Virtual-Reality-Based Methodology Aiming to Examine AIS Females’ Body Image	adolescent idiopathic scoliosis; spine deformity; body image; XR (extended reality); virtual mirror; avatars	Desenvolver um aplicativo de avatares biométricos em VR como uma ferramenta para investigar mudanças com a representação de corpos com AIS (adolescent idiopathic scoliosis).
Adailton Gonçalves da Silva; et al. (2022)	Virtual Reality and Digital Human Modeling for Ergonomic Assessment in Industrial Product Development: A Patent and Literature Review	virtual reality; digital human modeling; physical ergonomics analysis; product development; automotive industry	Analisar a aplicação da VR e modelagem de humanos digitais para avaliação da ergonomia física durante o desenvolvimento de produto na indústria, por meio de revisão de patentes e artigos.
Mondragón-Bernal, Iván Fernando. (2020)	A System for Immersive Medical and Engineering Training Based on Serious Games	Building information modeling, CAVE, immersion, medical imaging, serious games.	Propor um sistema focado no treinamento por meio da exploração e interação com modelos realistas em mundos virtuais através do uso de jogos educativos.
Chaochun Che (2021)	Optimization of Interactive Animation Capture System for Human Upper Limb Movement Based on XSENS Sensor	-	Analisar o uso de XSens para capturar os membros superiores humanos, além de propor otimizações para seu uso e velocidade de aplicação.

Quadro 2: Artigos selecionados pós-análise (Fonte: os autores, 2024).

Os 35 artigos restantes foram eliminados por serem de uma das seguintes categorias: a) desenvolvimento de sistemas; b) saúde ou c) modelagem 3D, conforme mostra o Quadro 3. Vinte e oito dos artigos foram descartados por estarem voltados à área da ciência da computação, e focarem no desenvolvimento de sistemas e aplicativos. Dois artigos mantinham seu escopo na área da saúde, distanciando-se das metodologias de captura de movimentos e aplicações práticas junto a animação e design. E por fim, três artigos foram eliminados por focarem apenas em modelagem 3D, seja para reconstruir malhas de topografia de uma cidade ou esqueletos de modelo vivo.

Número de artigos eliminados	Categoria de exclusão
30	Desenvolvimento de sistemas
2	Saúde

3	Modelagem 3D
---	--------------

Quadro 3: Artigos eliminados por categoria (Fonte: os autores, 2025).

Na etapa 5, foi realizada a categorização e mensuração dos dados. Inicialmente, foram sintetizadas as datas de publicação dos artigos (2018 a 2024) e a quantidade de artigos referente a cada ano, como mostra o Gráfico 1.

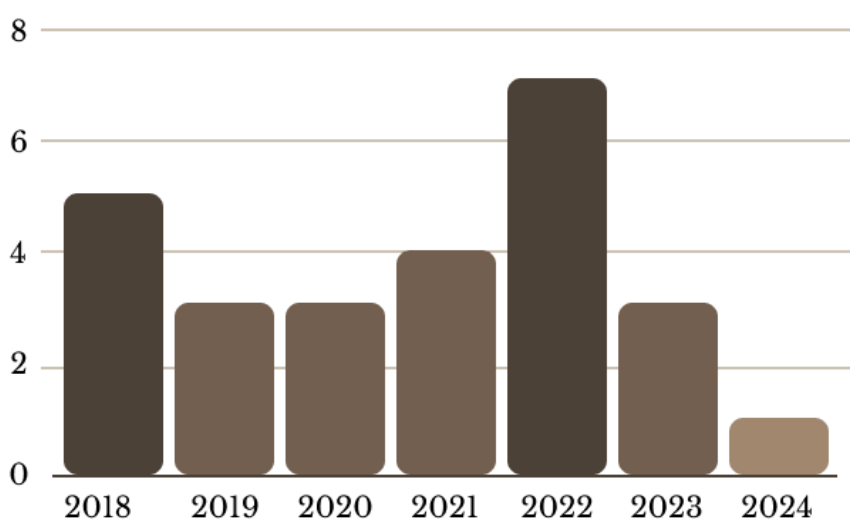


Gráfico 1 (Fonte: os autores, 2024).

Nota-se que o ano com o maior número de publicações foi 2022 (7 artigos), enquanto 2024 o ano com o menor número de publicações (apenas 1 artigo). Em seguida sintetizou-se a incidência de artigos produzidos relacionados a cada país (Figura 11) em formato de mapa, para fácil identificação dos países por região. Foi identificada uma base forte de artigos oriundos do Brasil e da China com 6 artigos cada, enquanto o continente europeu lidera em quantidade de países.



**educação e cultura.** Desse modo, 10 artigos (38,5%) correspondem ao tema de **Conceitualização**, referindo-se a artigos que conceituam o tema, sem desenvolver a parte prática, enquanto 16 (61,5%) correspondem ao **Desenvolvimento**, tratando-se de artigos que além de conceituar, desenvolvem a produção de algum projeto de aplicação, conforme apresentado no gráfico 2.

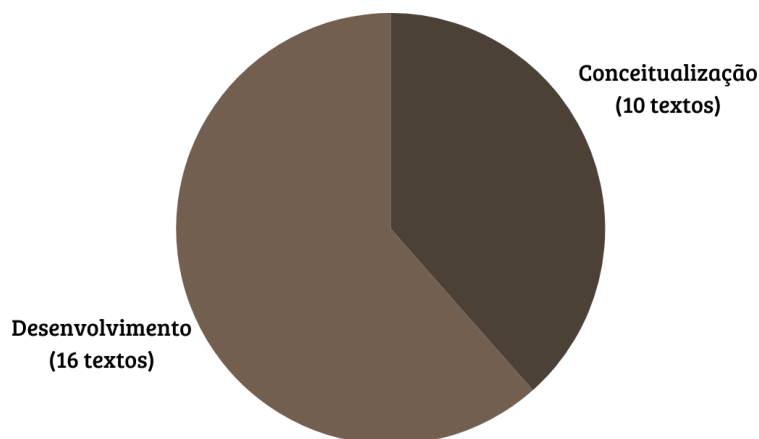


Gráfico 2 (Fonte: os autores, 2024).

No caso dos subtemas, a figura 13 demonstra cada um deles, indicando a quantidade de artigos relacionados. Dez artigos se encaixam em **Processo**, isto é, retratam o processo de desenvolvimento prático, para fins de atingir um produto final, como, por exemplo, no artigo de Gorisse et al., 2022, onde uma ferramenta é proposta e desenvolvida para auxiliar o trabalho de desenvolvedores e pesquisadores na área da animação 3D e realidade virtual.

Oito artigos correspondem à **Avaliação**, ao buscarem comparar e/ou avaliar outros trabalhos, ou conceitos para fins de melhoria e otimização, como faz Tsai-Yun Mou, 2018, ao comparar a captura de movimentos com o método de *keyframe* tradicional e propor uma combinação de ambas as técnicas para estimular a criatividade dos estudantes.

Seis artigos são relativos ao **Usuário**, ao buscarem atingir a satisfação de um produto ou conceito por meio de pesquisas com usuários, como o artigo de Kačerová et al., 2022 que desenvolve um design ergonômico para o ambiente de trabalho a partir de realidade virtual, onde o foco é a validação do método pelos usuários participantes.

Assim, apenas dois artigos são voltados ao subtema **Cultura**, sendo artigos que, por meio de pesquisa e conceitualização, buscam propor uma aplicação para que uma cultura socioeducativa (conjunto de ações e atividades que visam garantir os direitos culturais de adolescentes) seja documentada e passada para as próximas gerações, como mostra Cadi Yazli, 2022, ao apresentar simulações de humanos digitais atuando como artesãos tradicionais

em realidade virtual a partir da captura de movimentos para facilitar o entendimento histórico e social de comunidades vastas.

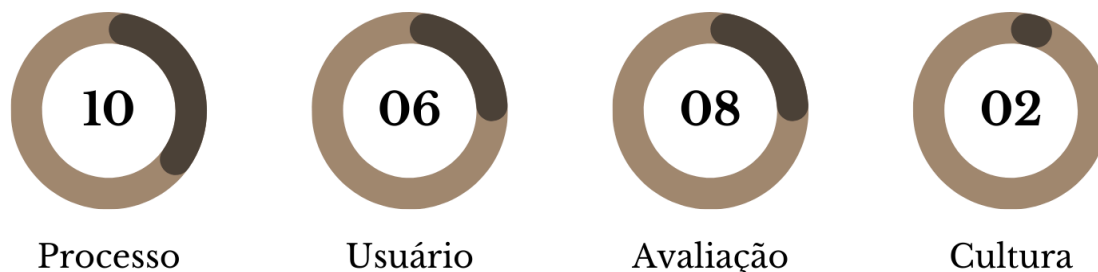


Figura 13: número de artigos categorizados por cada subtema (Fonte: os autores, 2024).

No âmbito dos softwares utilizados, foi estruturado o quadro 4, descrevendo brevemente cada item e categorizando-os conforme a acessibilidade (gratuito ou pago) e a incidência por artigos analisados no total, para fins de comparação quantitativa.

SOFTWARE	DESCRIÇÃO/ UTILIDADE	ACESSIBILIDADE	INCIDÊNCIA
Unity Engine	Motor de jogos virtuais de ecossistema aberto	Gratuito	7
3DS Max	Modelagem tridimensional que permite renderização de imagens e animações para jogos, filmes e gráficos	Pago	4
Autodesk Maya	Animação de efeitos especiais e personagens 3D profissional	Pago	4
Autodesk MotionBuilder	Animação de personagens 3D em frame-a-frame, captura de movimentos e cinematografia virtual	Pago	3
Vicon Blade	End-to-end pipeline para animação computadorizada com captura de movimentos, compatível com ViconIQ e MotionBuilder	Pago	3
Blender 3D	Programa de código aberto para modelagem e escultura digital, rigging, animação, renderização, ilustração, composição, captura de movimentos e edição de vídeo	Gratuito	2
MATLAB	Plataforma para programação numérica usada para analisar dados, algoritmos e criar modelos	Pago	2
Noitom Axis Studio	Captura de movimentos em tempo real, gravação e streaming para aplicativos 3D terceiros	Gratuito	2
OpenNI	Programa de código aberto para melhoria da operabilidade de interfaces para dispositivos de	Gratuito	2

	interação natural (exemplo Kinect e Wavi X-Tion)		
3DMA 3D Motion Analysis	Captura de movimentos em tempo real 360, compatível com Vicon, Simi, C3D e TRC	Pago	1
Autodesk Revit	Programa destinado à construção e modelagem 4D, especializado para arquitetos e engenheiros	Pago	1
Adobe Premiere	Programa de edição de vídeos	Pago	1
BTS Gaitlab	Sistema de análise do movimento de andar, utilizado principalmente para reabilitação	Pago	1
CC3	Criação de personagens que pode ser usado com iClone e outros programas 3D	Pago	1
iClone	Programa de animação 3D em tempo real com interface intuitiva	Pago	1
Life Forms Studio	Pacote de animação de personagens com recursos avançados de importação e exportação, suporta vários aplicativos diferentes	Pago	1
Mixamo	Biblioteca de animação de personagens para 2D, 3D e captura de movimentos	Pago	1
MVN Studio Pro	Captura de movimentos humanos em tempo real, capaz de promover dados precisos em 3D	Pago	1
Notch game engine	Ferramenta para motion design 3D e renderização para vídeos e jogos	Pago	1
Qualisys Track Manager (QTM)	Captura de movimentos em tempo real, integra com muitos outros serviços	Pago	1
Steam VR	Ferramenta para experimentar conteúdo de realidade virtual em qualquer hardware	Gratuito	1
Unreal engine	Ferramenta para criação 3D em tempo real, destinada à jogos, filmes, entre outros	Gratuito	1
ZED SDK	Possui várias ferramentas, samples e códigos fonte para adicionar profundidade, espaço inteligente e movimento para aplicações	Gratuito	1

Quadro 4: softwares utilizados (Fonte: os autores, 2025).

Também foram categorizadas as ferramentas (hardware) utilizadas ou mencionadas nos artigos analisados (Quadro 5).

HARDWARE	DESCRIÇÃO/ UTILIDADE	ACESSIBILIDADE	INCIDÊNCIA
Kinect	Sistema de captura de movimentos óptico.	Pago	4
Movella XSens	Sistema de captura de movimentos inercial com vestimenta;	Pago	3

HTC Vive Pro	Dispositivo independente com uma plataforma de realidade virtual (tudo-em-um) no formato de um óculos tecnológico de cabeça	Pago	2
Perception Neuron	Sistema de captura de movimentos inercial com vestimenta e luvas	Pago	2
3D White Light LED Scanner	Escaneia o mundo ou o objeto à sua frente por meio da incidência de luz branca	Pago	1
CAVE system	Cave Automatic Virtual Environment é uma sala (que pode ser modulada) de realidade virtual que usa projetores para exibir imagens imersivas	Pago	1
Codamotion	Equipamentos para auxiliar a captura de movimentos, focada na área científica	Pago	1
ETB Gaitsmart	Sensores inerciais wireless para membros inferiores, com análise de dados e compilação dos resultados	Pago	1
Motek Medical	Sistemas e plataformas sofisticadas para recriar o ambiente virtual na vida real	Pago	1
MR HMD (mixed reality head-mounted display)	Headsets com câmeras que mesclam o mundo real com o digital, permitindo o usuário interagir com o que enxerga	Pago	1
Oculus rift S	Headset de realidade virtual para consumidores comuns	Pago	1
Oculus touch controllers	Um par de controladores para as mãos que possui botões e captura os gestos, é uma ferramenta que geralmente faz par com o headset	Pago	1
Stereolabs ZED mini	Pequena câmera leve que serve como sensor de movimentos	Pago	1
Valve index	Headset de realidade virtual, com controladores e fone de ouvido	Pago	1
Windows MR Headset	Headsets com câmeras que mesclam o mundo real com o digital, permitindo o usuário interagir com o que enxerga	Pago	1

Quadro 5: hardwares utilizados (Fonte: os autores, 2025).

Por fim, na sexta e última etapa da Revisão Integrativa de Literatura, fez-se a síntese de todos os dados analisados para obter os resultados.

### **2.1.2 Artigo 2**

A partir da metodologia desenvolvida, deu-se início à pesquisa a partir de uma seleção de livros e artigos julgados úteis para a construção do artigo 2. Para justificar a elaboração do artigo, a seguinte problemática foi delimitada: No Brasil, a captura de movimentos é pouco utilizada para animação de personagens virtuais, seja para jogos ou produção audiovisual, e quando se faz presente, utiliza dados fornecidos por terceiros geralmente de fora do país, visto que há poucos estúdios e laboratórios que possuam os equipamentos necessários para a captura de movimentos, devido ao alto custo de aquisição (GOMIDE, 2013). Em Florianópolis, existem dois núcleos que utilizam sistemas de captura de movimentos na Universidade Federal de Santa Catarina, o DesignLab, que conta com uma das maiores estruturas do mundo, com uma área de 770m<sup>2</sup>, 25x15x9 metros de chroma key e 14 câmeras de captura de movimento óptico da Vicon (DUARTE, 2016); e o Núcleo de Gestão de Design Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU), que possui o equipamento de captura de movimentos corporais por sensores inerciais MVN Link Biomech XSens (VARNIER, 2019). Este último possui suas aplicações voltadas para pesquisas relacionadas à design, saúde e ergonomia, portanto foram identificadas oportunidades para inovar na utilização dos equipamentos, voltando-se para o meio audiovisual.

### **3.2 Captura de movimentos: conceitos e aplicações**

Na segunda etapa da metodologia, o bolsista teve contato com a montagem e a operação direta do equipamento de captura de movimentos por sensores inerciais (*MVN Link Biomech* da *Xsens*), auxiliada pelo co-orientador, conforme visto na figura 14. O procedimento foi inteiro realizado no laboratório NGD LDU em um manequim apelidado de ‘Gustavo’, que possui proporções de um humano adulto, facilitando a simulação fidedigna da montagem em um ser humano comum.



Figura 14: montagem do equipamento no manequim (Fonte: NGD LDU, 2024).

A montagem do equipamento seguiu algumas etapas do *Motion Capture Protocol* (VARNIER, 2019), as quais se referem à preparação da coleta. Os equipamentos estavam todos guardados em uma maleta, o que facilitou o acesso e a organização, a montagem do equipamento e a conexão dos cabos (figura 15).

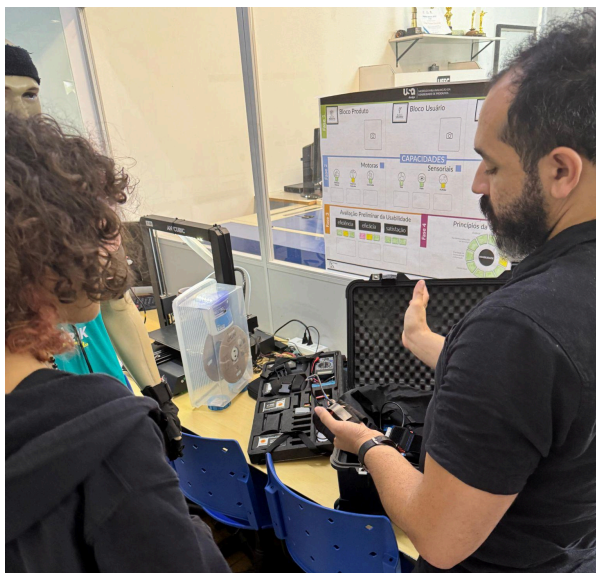


Figura 15: conhecendo a maleta do equipamento (Fonte: NGD LDU 2024).

Utilizando um laptop do laboratório, foi possível também acessar o software *MVN Studio Pro* e aprender o básico de sua interface e funcionalidades (figura 16), além de abrir o arquivo de uma captura que havia sido feita anteriormente por outrem para maior

entendimento. As baterias que proporcionam a mobilidade do equipamento não estavam carregadas, portanto, não foi possível realizar testes no dia, comprometendo o andamento da pesquisa.

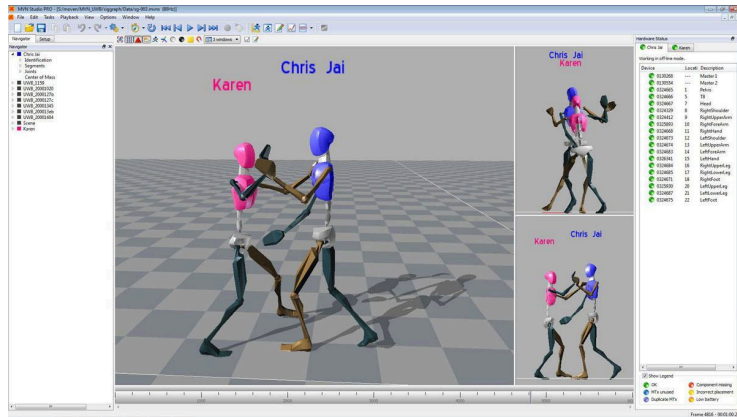


Figura 16: interface do *MVN Studio Pro* (Fonte: Software Informer, 2025).

### 3.3 Técnicas e ferramentas 2D/3D

Por fim, tendo conhecimento básico acerca do equipamento, o bolsista iniciou a terceira parte da metodologia ‘Técnicas e ferramentas 2D/3D’, esboçando a sequência de *storyboards* para o projeto de animação a ser realizado. Os desenhos dos painéis buscam visualizar a sequência do mascote ‘Gustavinho’ (que teve seu design trabalhado devidamente na etapa 3.4) chegando no Centro de Comunicação e Expressão (CCE) e conduzindo o público pelos corredores até chegar à sala 111, onde se encontra o laboratório, conforme figuras 17 a 20 em ordem cronológica.



Figura 17: storyboard parte 1. Figura 18: storyboard parte 2 (Fonte: o autor, 2025).



Figura 19: storyboard parte 3. Figura 20: storyboard parte 4 (Fonte: o autor, 2025).

Ao adentrar a sala, Gustavinho poderia se deparar com diferentes possibilidades de pessoas, que podem ou não participar do vídeo, portanto não há um roteiro definido. Na entrada, o avatar apresentará as máquinas de impressão 3D; seguirá para as mesas onde se encontram os pesquisadores e poderá bater um papo com eles; mostrará a vista da janela; entrará na sala das máquinas e apresentará a parte técnica; por fim, se despedirá da câmera e o vídeo acaba.

### 3.4 Desenvolvimento de Avatares 3D/2D

Nesta etapa, com base nos conceitos desenvolvidos por Duarte (2024), o bolsista ilustrou um novo design para o personagem a ser utilizado como avatar (figura 21), considerando sua proposta e estilo e mantendo as características marcantes originais. Assim, o personagem ganhou uma nova aparência de modo a refletir os valores do laboratório. A escolha de formas arredondadas no design reflete como Gustavinho é acolhedor e inclusivo, seu estilo de cabelo e roupas o identificam como jovem e diferenciado, enquanto o detalhe do curativo no joelho esquerdo revela seu espírito curioso e aventureiro. Além disso, uma mudança essencial foi a adição do tirante do NGD LDU com crachá pendurado no pescoço do personagem, a fim de gerar identificação com a equipe do laboratório e com a comunidade acadêmica como um todo.

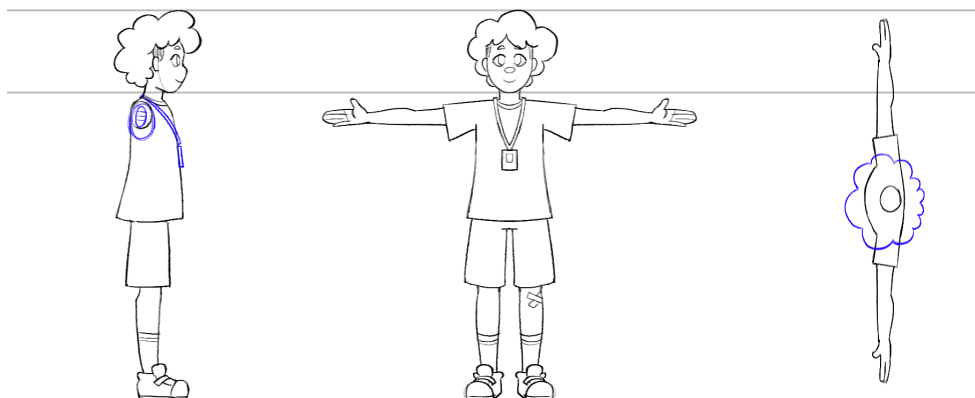


Figura 21 (Fonte: o autor, 2025).

A ilustração de referência do personagem conta com três dimensões para facilitar na etapa de modelagem 3D: uma vista lateral, uma frontal e uma superior. Cada uma das imagens foi importada separadamente para o software e posicionada no eixo correspondente à sua dimensão (X, Y ou Z), conforme a figura 22, para iniciar o processo de modelagem.

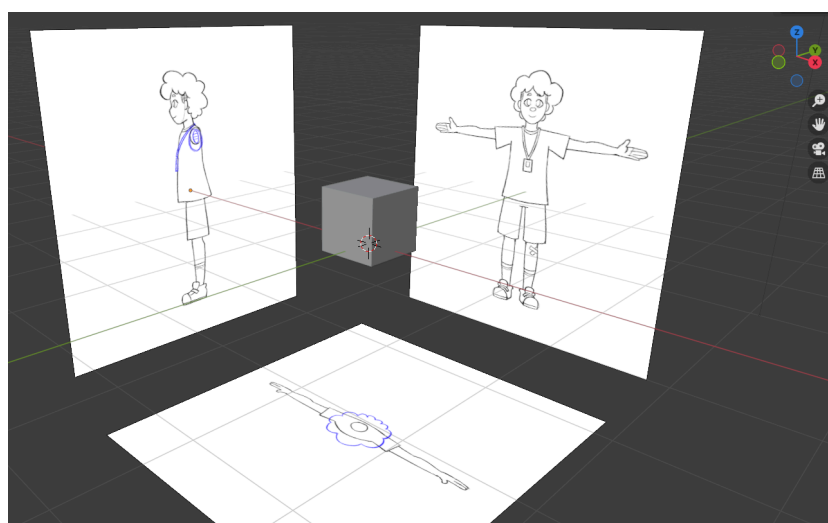


Figura 22 (Fonte: o autor, 2025).

Enquanto o modelo toma uma forma mais concreta, é necessário se preocupar com as dobras dos membros do corpo e seus movimentos (figura 23). As articulações do modelo devem ter mais polígonos para que os movimentos da captura sejam mais fluidos e compreensíveis.

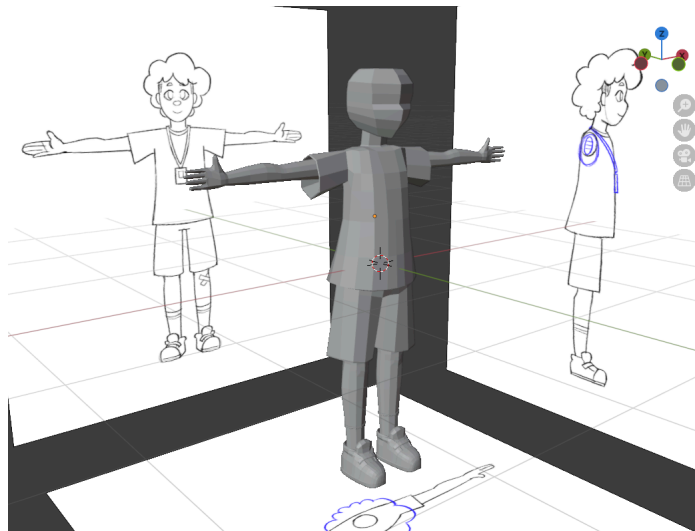


Figura 23 (Fonte: o autor, 2025).

A este ponto, o cronograma estava atrasado e a coleta da captura de movimentos para gravar a sequência não estava com previsão de acontecer, isto posto, pela complexidade de uso do equipamento e término do período da bolsa. Desta forma, optou-se direcionar o foco para a finalização do relatório final, resumo expandido e vídeo, exigidos pelo edital, complementados pelos artigos.

A modelagem do personagem, chegou a estruturação do corpo, com as dobras das articulações nos joelhos e cotovelos, detalhes no tênis e mangas da roupa, faltando somente o cabelo, detalhes e acessórios. Assim, o desenvolvimento do projeto pretende ser continuidade com futuros bolsistas, na próxima etapa da produção, que seria a texturização do avatar (coloração e detalhes do rosto).

## 4. Resultados e discussões

---

A partir da revisão integrativa foi possível identificar 26 artigos (figura 21) relevantes em dados que contribuem para a geração de posteriores estudos e aplicações diversas em relação ao que se entende sobre captura de movimentos. Foi identificada uma base forte de artigos oriundos do Brasil (6 artigos) relacionados à ergonomia (4/6), enquanto a China direciona sua divulgação científica diretamente para a realidade virtual, também focando em otimização e avaliação de processos (6/6).

O ano mais produtivo para as pesquisas relacionadas ao tema foi 2022 (7 artigos), enquanto 2024 o ano menos produtivo (apenas 1 artigo). Visto que a pandemia de Covid-19 acelerou o processo de transformação digital e provocou a necessidade de integrar o físico com o digital (De Souza Meirelles, 2024), entende-se que os anos subsequentes a ela foram destinados à pesquisa de temas remotos como a realidade virtual, principalmente na China.

A captura de movimentos anda lado a lado com a indústria de jogos e as pesquisas também se mostraram direcionadas a esse ramo, visto que em 16 dos 26 artigos envolviam algum tipo de desenvolvimento de sistema para melhoria de processos por meio de aplicações de software. Entretanto, notam-se poucos artigos que relacionam a captura de movimentos com as áreas da educação e cultura (2), lacuna essa que ainda há de ser suprida nos próximos anos.



Figura 21: Mapa mental da síntese de dados. (Fonte: os autores, 2024).

Ainda na temática de jogos, o software mais utilizado entre as pesquisas é justamente a Unity Engine (figura 22), um motor para jogos virtuais fornecido pela Unity Technologies,

visto que ele prevê automações e mudanças manuais de código que auxiliam os pesquisadores a atingir melhores resultados em suas aplicações, com possibilidade de visualização em tempo-real.



Figura 22: Simulação para estudantes de medicina na Unity Engine (Fonte: Mondrágon-Bernal, 2020).

Em termos de *hardware*, quem lidera é o *Kinect* (4), um sensor de captura de movimentos (com câmeras RGB e projetores infravermelhos) produzido pela Xbox em conjunto com a *Prime Sense* em 2010. Esse equipamento é geralmente escolhido por sua acessibilidade, ao apresentar facilidade de utilização e aquisição, uma vez que o dispositivo vinha junto ao adquirir um Xbox 360 ou Xbox One. O *Kinect* parou de ser produzido em meados de 2017 e o *Azure Kinect* surgiu em 2020 para substituir sua função, mas também foi descontinuado 3 anos depois. Descartando o *Kinect*, as possibilidades de *hardware* ainda são bem diversificadas, sendo equipamentos de captura de movimentos ópticos (8) os mais utilizados pelo baixo custo de aquisição.

No âmbito da questão monetária, os custos para adquirir um equipamento de captura de movimentos são altos, dificultando a manutenção da pesquisa e do trabalho na área. De 23 *softwares* citados, somente 7 são opções gratuitas acessíveis para pequenos criadores e pesquisadores.

A pesquisa aponta uma maior utilização e aplicação de captura de movimentos para as próximas décadas, com exploração de realidade virtual, realidade aumentada, criação de personagens e animação 3D, com enfoque em aplicações para a indústria do entretenimento,

voltadas ao desenvolvimento da indústria audiovisual e de jogos, para otimizar processos ou poupar recursos, como apontam Košir e Tomc (2022). Além disso, é possível integrar a animação por captura de movimentos com a ergonomia e a saúde, como avaliado por Misterska, et al. (2023), para criar aplicações relacionadas às necessidades de utilização do usuário (avaliação de riscos em ambientes) ou ainda investigar corpos reais com intuito de identificar eventuais complicações a partir de seus movimentos, como visto na figura 23.



Figura 23: Avatar para o Scoliosis 3D (Fonte: Misterska, et al., 2023).

Por fim, foram identificados em menor quantidade artigos com aplicações voltadas para as práticas de treinamento e/ou socioeducativas em sala de aula, remotas ou em locais como museus e exposições, como mostra Mondragón-Bernal (2020), com a sua proposta de jogo educativo imersivo para treinar estudantes de medicina e engenharia. Deste modo, uma forte base se consolidou nestes últimos 6 anos relacionada a aplicações no entretenimento, saúde e ergonomia, enquanto as bases para aplicações na educação e cultura devem ser construídas e fomentadas para os próximos anos.

Com o primeiro artigo de revisão de literatura ‘Captura de movimentos na área da animação: um levantamento dos últimos seis anos’ finalizado e enviado para publicação na Revista Poliedro do IFSul, o bolsista iniciou seu segundo artigo.

O segundo artigo está em andamento, o bolsista pôde entrar mais a fundo nas questões técnicas da metodologia de uma produção audiovisual utilizando captura de movimentos, englobando a pré-produção, a produção e a pós-produção de um curta animado. É perceptível a carga de trabalho necessária para realizar uma produção desse gênero sozinho, visto que o bolsista não saiu da etapa de produção.

Para produções futuras, é ideal organizar uma equipe plural, com pelo menos dois pesquisadores atuando no projeto, assim eles podem se engajar com a pesquisa juntos e finalizar o projeto no prazo determinado, obtendo resultados concisos e desejáveis.

Principalmente para a etapa de coleta de captura de movimentos, que exige pelo menos duas pessoas para efetivá-la. Uma ideia é criar momentos específicos e convidar voluntários para auxiliar nessa etapa.

## 5. Conclusão

---

A partir da realização da pesquisa foi possível obter um mapeamento preciso da produção científica atual relacionada à animação utilizando a captura de movimentos. A análise permitiu identificar que, embora haja um volume significativo de pesquisas na área, grande parte dos artigos concentra-se no desenvolvimento de sistemas, com um enfoque predominantemente na ciência da computação.

Outra constatação relevante foi a escassez de artigos que relacionam a captura de movimentos com educação e cultura, evidenciando uma lacuna que pode ser explorada em futuras pesquisas. No entanto, os custos elevados para aquisição de equipamentos e softwares pagos ainda representam um desafio para pesquisadores e pequenos desenvolvedores.

Durante o período de vigência da bolsa, o bolsista pôde aprofundar-se no tema de sua pesquisa, compreendendo sua dimensão e impacto, além de ter a oportunidade de se desenvolver em projetos e artigos científicos, vivendo um pouco da jornada do pesquisador.

Perceberam-se necessárias pesquisas mais aprofundadas em relação à animação e captura de movimentos brasileiras, também é preciso que essas pesquisas sejam divulgadas para além da comunidade acadêmica e que sejam utilizadas para aplicações práticas, a fim de testar e comprovar os dados evidenciados.

O cronograma não foi seguido como o esperado e o bolsista não conseguiu equilibrar com êxito sua carga horária de atividades e demandas externas, portanto o desenvolvimento do projeto de animação foi comprometido. O artigo 1 foi finalizado e enviado para publicação, mas ainda não obteve retorno da revista. E enquanto fazia o artigo 2, o bolsista pôde participar da produção de um artigo que foi submetido e aprovado no V CBTA, gerando uma experiência muito importante para maior integração do bolsista no laboratório, e que deveria ter tido mais vezes.

## 6. Avaliação do aluno em relação ao PIBIC

---

A pesquisa sobre captura de movimentos e animação demonstrou ser uma área inovadora a ser explorada, tanto academicamente quanto na indústria brasileira, despertando interesse do bolsista. Apesar de ter tido um desempenho abaixo do esperado, engajou-se na escrita teórica e planeja finalizar seu segundo artigo após a vigência da bolsa PIBIC, para fins pessoais, e continuar pesquisando para aprimorar seus conhecimentos na área da animação, sendo seu foco.

O Programa de Iniciação Científica contribuiu para enriquecer a visão acadêmica do bolsista, permitindo que se arriscasse em novos trabalhos. O laboratório NGD LDU UFSC/UEDESC forneceu todos os recursos para o desenvolvimento do projeto e a experiência foi extremamente gratificante e cumpriu seu papel multidisciplinar, conectando o bolsista a outras áreas que fugiam do seu escopo antes de participar do laboratório, e a pessoas que marcaram a sua trajetória.

Por fim, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Universidade Federal de Santa Catarina, ao NGD LDU e ao Prof. Merino pela oportunidade.

## 7. Referências

---

- ANDALÓ, F. **DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTOS PARA UTILIZAÇÃO DA CAPTURA DE MOVIMENTOS APLICADA EM PERSONAGENS 3D**. Tese de Mestrado - Programa de Pós-graduação em design, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.
- BARBOSA JÚNIOR, A. L. **Arte da animação: técnica e estética através da história**. SENAC, 2005.
- BEANE, A. **3D Animation Essenciais**. SYBEX, Serious Skills, 2012.
- COOPER, H. **Synthesizing Research: A Guide for Literature Reviews**. 3ª ed. Sage Publications, Thousand Oaks, EUA. 1998.
- DE SOUZA MEIRELLES, F. **Pesquisa do Uso da TI - Tecnologia de Informação nas Empresas**. FGVcia - Centro de Tecnologia de Informação Aplicada da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, 35ª Edição anual, 2024. Disponível em: <[https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/u68/pesti-fgvcia-2024\\_0.pdf](https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/u68/pesti-fgvcia-2024_0.pdf)>. Acesso em: 18 de fev 2025.
- DUARTE, A. C. A. P. **INSTRUMENTAÇÃO TECNOLÓGICA DESIGN E USABILIDADE bases para o desenvolvimento de produtos e serviços: captura de movimentos**. Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2024.
- DUARTE, G. **Laboratório que captura movimentos em 3D é criado na UFSC**. Gaúcha Zero Hora, 27 de out 2016. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/educacao/noticia/2016/10/laboratorio-que-captura-movimentos-em-3d-e-criado-na-ufsc-8046598.html>>. Acesso em: 23 de mar 2025.
- GOMIDE, J. V. B. et al. **Captura de movimento e Animação de Personagens em Jogos**. VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, SBGAMES, Rio de Janeiro, 2009.
- GOMIDE, J. V. B. **Captura digital de movimento no cinema de animação**. Tese de Mestrado - Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.
- KOŠIR, A. K.; TOMC, H. G. **Visual effects and their importance in the field of visual media creation**. Journal of Graphic Engineering and Design, v. 13 (2), 2022.
- MISTERSKA, et al. **“Scoliosis 3D”—A Virtual-Reality-Based Methodology Aiming to Examine AIS Females’ Body Image**. MDPI - Journal of Applied Sciences, v. 13, 2374. Suíça, 2023.
- MONDRAGÓN-BERNAL, I. F. **Un sistema para entrenamiento médico y de ingeniería basado en juegos serios inmersivos**. Ingeniería Y Universidad: Engineering For Development, v. 24. Colômbia, 2020.
- OKUN, J. A.; ZWERMAN, S. **The VES Handbook of Visual Effects**. Focal Press, 2010.
- SOFTWARE INFORMER. **MVN Studio 3.5**. Software Informer, 2025. Disponível em: <<https://mvn-studio.software.informer.com/3.5/>>. Acesso em: 15 de abr 2025.
- TEIXEIRA, E. et al. **RIL métodos de revisão**. Revista de Enfermagem da UFPI, 2(5), 3. 2014.

VARNIER, T. **Fatores humanos associados aos projetos de design: protocolo de coleta para a captura de movimentos.** Tese de Mestrado - Programa de Pós-graduação em design, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.