

ANIMAÇÃO E CAPTURA DE MOVIMENTOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

ANIMATION AND MOTION CAPTURE: AN INTEGRATIVE REVIEW OF THE LITERATURE

ANIMACIÓN Y CAPTURA DE MOVIMIENTO: UNA REVISIÓN INTEGRATIVA DE LA LITERATURA

Irander Izaquiel Paulo¹

irandirtese.2022@gmail.com

Ana Cristina Alves Piza Duarte²

anacripiza01@gmail.com

Eugenio Andrés Díaz Merino³

eugenio.merino@ufsc.br

RESUMO

O objetivo deste artigo foi identificar o que tem sido desenvolvido nos últimos cinco anos sobre animação e captura de movimentos, bem como as lacunas entre tais abordagens. Destaca a preocupação crescente com eficiência e redução de custos, evidenciada por pesquisas que abordam o tempo de produção e propõem soluções por meio de novas ferramentas e fluxos de trabalho otimizados. Além disso, há uma crescente preocupação social, com estudos sobre acessibilidade e preservação cultural, incluindo a tradução de discursos em linguagem de sinais e a preservação do Patrimônio Cultural Imaterial por meio de avatares animados. No entanto, são identificadas lacunas na pesquisa atual, como a falta de estudos aplicados à cultura brasileira e a acessibilidade para grupos além das pessoas surdas. Destaca-se a ausência de pesquisas sobre jogos e animações educacionais, de conscientização ou relacionadas à prestação de serviços.

Palavras-chave: Animação. Captura de Movimentos. Revisão Integrativa.

¹ Doutor em Design pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

² Bacharel em Animação pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

³ Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

ABSTRACT

The objective of this article was to identify what has been developed in the last five years regarding animation and motion capture, as well as the gaps between such approaches. We highlight the growing concern with efficiency and cost reduction, evidenced by research that addresses the pace of production and proposals for solutions through new tools and optimized workflows. Furthermore, there is a growing social concern, with studies on accessibility and cultural preservation, including the translation of speeches into sign language and the preservation of Intangible Cultural Heritage through animated avatars. However, gaps are identified in current research, such as the lack of studies applied to Brazilian culture and accessibility for groups other than people with hearing difficulties. The absence of research on educational games and animations, awareness-raising or related to service provision stands out.

Key words: Animation. Motion Capture, Integrative Review.

RESUMEN

El objetivo de este artículo fue identificar lo que se ha desarrollado en los últimos cinco años en torno a la animación y la captura de movimiento, así como las brechas entre dichos enfoques. Destaca la creciente preocupación por la eficiencia y la reducción de costes, evidenciada por investigaciones que abordan los tiempos de producción y proponen soluciones a través de nuevas herramientas y flujos de trabajo optimizados. Además, existe una creciente preocupación social, con estudios sobre accesibilidad y preservación cultural, incluida la traducción de discursos a lengua de signos y la preservación del Patrimonio Cultural Inmaterial a través de avatares animados. Sin embargo, se identifican lagunas en las investigaciones actuales, como la falta de estudios aplicados a la cultura brasileña y la accesibilidad para grupos distintos a las personas surdas. Destaca la ausencia de investigaciones sobre juegos y animaciones educativas, de sensibilización o relacionadas con la prestación de servicios.

Palabras clave: Animación. Captura de Movimiento. Revisión Integradora.

1 INTRODUÇÃO

A palavra animação deriva do latim animare que significa “dar vida a”. Compreendida como uma técnica de simular movimento a partir de uma série sucessiva de imagens estáticas que geram a ilusão de vida (Wells, 1998). Esse conceito se manteve válido desde seus primórdios entre o final do século XIX e começo do século XX, até hoje.

Porém, foi apenas com o desenvolvimento de sua indústria própria, que a arte animada ganhou corpo a partir do desenvolvimento dos 12 princípios da animação, compilados pela primeira vez pelos animadores Frank Thomas e Ollie Johnston em seu livro *A Ilusão da Vida* (1981). Estes consistem em: squash e stretch; straight-ahead action and pose to pose; follow-through and overlapping action; atuação; tempo; antecipação; arcos; aceleração e desaceleração; apelo; desenho sólido; ação secundária; exagero.

Por mais variados que sejam os estilos que as tecnologias atuais possibilitam, considerando o desenvolvimento do modelo tridimensional (3D) como exemplo, esses princípios continuam sendo a base para a sua qualidade (Williams, 2001). Wells (2011, p.28) sintetizou o que pode ser caracterizado como animação na seguinte definição “Movimento, ou mudança, da imagem criada em um tempo registrado” (tradução nossa).

Logo, o potencial comunicativo da animação foi discutido por diversos pensadores durante seu mais de um século de existência. A exemplo disso, Paul Wells (1998) comenta em seu livro *Understanding Animation* sobre a utilização da animação como ferramenta comunicativa, mencionando seu poder lúdico e sua falta de amarras realistas que enfrentam o, atualmente conhecido como, cinema live-action. Considerando esse potencial, as narrativas animadas não são mais apenas vistas em filmes infantis, sendo consideradas um imprescindível apoio em áreas como educação, marketing e saúde.

Enquanto a animação é uma arte centenária, a Captura de Movimentos entra posteriormente na história como uma tecnologia inovadora e chamativa. Para Kitagawa (2008, p.16) a “Captura de Movimento ou Motion Capture (MoCap) é a amostragem e

gravação de movimentos de humanos, animais e objetos inanimados em dados 3D” (tradução nossa).

Desta forma, essa tecnologia vem sendo aplicada em diversas áreas como a esportiva, saúde e serviços. Paulo (2021) demonstra o grande potencial de aplicabilidade da Captura de Movimentos, destacando-se o auxílio no processo de desenvolvimento de projetos de Design (produtos, serviços e/ou ambientes) seguindo os princípios do Design Centrado no ser Humano.

Ainda nesse contexto, a tecnologia também foi empregada, em conjunto com outras tecnologias, como a termografia infravermelha, com a finalidade de identificar oportunidades para o desenvolvimento de Tecnologias Assistivas (Merino et al., 2019). Em outro exemplo, Zhiqi Yin et al. (2012) demonstrou a utilização do MoCap na avaliação do movimento de salto atlético.

Logo que o MoCap começou a ser utilizado na indústria de animação, seu potencial comercial foi corroborado. De acordo com Root (2010), o aumento de sua utilização no ramo dos efeitos visuais se deve ao fato de que é possível realizar uma animação realista dos personagens em um prazo mais curto em comparação a outras técnicas. Esse atrativo pode ser agregado com o custo reduzido considerando que são necessários menos animadores já que parte do processo é feito de modo automatizado (Kerlow, 2009).

Dito isto, mesmo com a proximidade entre animação e MoCap é difícil distinguir as regras e potenciais dela. Pesquisas utilizando Captura de Movimentos nem sempre se relacionam ao contexto da animação, sendo os dois temas estudados separadamente. A pesquisa de Zhiqi Yin et al. (2012), por exemplo, se foca na análise de movimentos utilizando o MoCap. Enquanto a pesquisa de Faria (2022), por outro lado, aborda animação híbrida, mas não se relaciona com a Captura de Movimentos.

Face a isso, identificar o que tem sido desenvolvido nos últimos cinco anos sobre Animação e Captura de Movimentos, bem como as lacunas entre tais abordagens, foi o objetivo deste artigo.

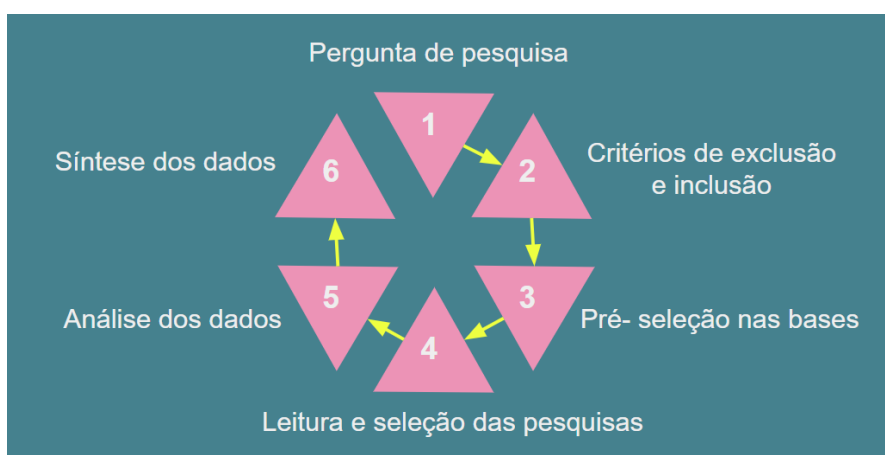
2 METODOLOGIA

Neste momento, apresentam-se a fundamentação teórica do trabalho, a metodologia, os resultados e a discussão. O texto poderá ser dividido em seções e subseções, conforme exemplo a seguir.

Este artigo consiste em uma revisão bibliográfica a partir da qual se espera compreender o que já foi e o que ainda poderia ser pesquisado em sua temática (Echer, 2001). A escolha da revisão integrativa da literatura como metodologia de pesquisa ocorreu pelo seu caráter de “localizar, analisar, sintetizar e interpretar a investigação prévia [...] relacionada com a sua área de estudo” (Bento, 2012, p. 42).

Para isso, a revisão integrativa foi desenvolvida segundo as seis etapas sugeridas por Teixeira et al. (2014). Assim, na primeira etapa foram definidas a temática e a pergunta de pesquisa. Na segunda etapa foram definidos os critérios de inclusão e exclusão de estudos. Durante a terceira etapa foi feita a pré-seleção dos textos nas bases de dados e bancos de teses e dissertações escolhidas. Na quarta etapa a leitura na íntegra e a seleção dos textos foram realizadas. Na quinta etapa foi feita a análise dos dados coletados. Por fim, na sexta e última etapa foi desenvolvida e apresentada uma síntese das informações. A figura 1, demonstra o processo de realização da revisão integrativa e suas respectivas etapas.

Figura 1 – Processo da revisão integrativa da literatura e suas respectivas fases



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Teixeira et al. (2014).

3 RESULTADOS

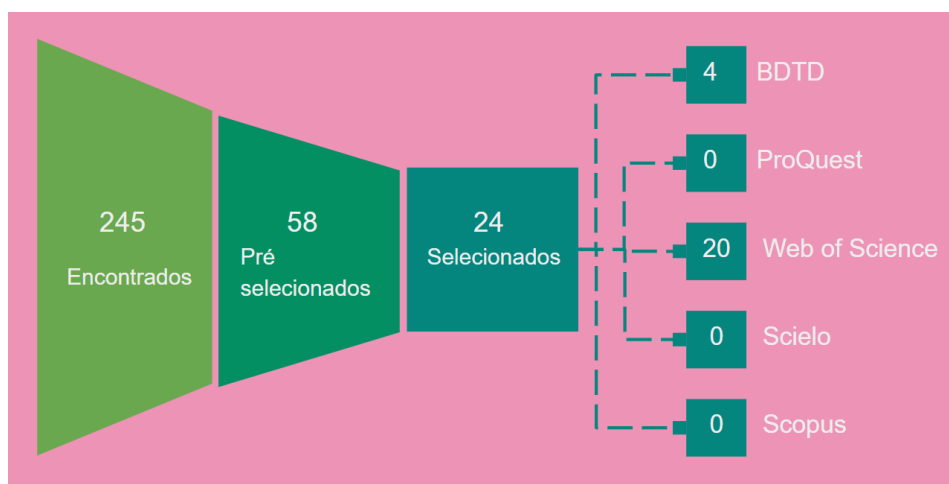
A partir do processo descrito anteriormente foi iniciada a pesquisa. Durante a primeira etapa foi selecionada como área de interesse a intersecção entre Captura de Movimento e Animação. A partir dessa definição foi possível elaborar a seguinte pergunta de pesquisa: **O que tem sido produzido nos últimos cinco anos na área de Animação utilizando Captura de Movimento?**

Como segunda etapa, os critérios escolhidos para delimitar os resultados foi a inclusão de pesquisas de livre acesso produzidas entre 2019 e 2023 que tenham falado diretamente sobre a utilização de Captura de Movimentos e Animação. E foram excluídas, portanto, pesquisas duplicadas, revisões de literatura e pesquisas que não se enquadraram nos critérios anteriores.

Na terceira etapa foi realizada uma pré-seleção. Os seguintes strings foram utilizados nas bases de pesquisa: na Scielo foi ("motion capture" AND "animation"); na ProQuest foi ("captura de movimento" OR "xsens" AND "animação"); na BDTD foi "(Todos os campos:Captura de movimento E Todos os campos:Animação)"; na Web of Science foi ALL=((("motion capture" AND "animation") OR "Xsens"); e na Scopus foram dois sendo o primeiro (("motion capture" OR "xsens" AND "animation design")) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO (OA , "all")) , e o segundo este (("motion capture" OR "xsens" AND "animation project")) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO (OA , "all"))).

Como pode ser visto na figura 2 as bases escolhidas, utilizando os filtros temporais e de livre acesso, identificaram os seguintes resultados: Scielo (2 pesquisas); Web of Science (213 pesquisas); Scopus (18 pesquisas); BDTD (9 pesquisas); e ProQuest (3 pesquisas). Com uma segunda filtragem a partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, 58 pesquisas foram pré-selecionadas, lidas na íntegra.

Figura 2 – Processo de seleção de pesquisas para a revisão



Fonte: Elaborado pelos autores.

Desta forma, na quarta etapa, 24 pesquisas foram selecionadas, sendo a base desta revisão (Quadro 1).

Quadro 1 – Pesquisas selecionadas para a revisão

Autor/ Ano	Título	Base	Foco da pesquisa	Figura ilustrativa
(SOUZA, 2019)	Do realismo ao cartum: sistematização de um modelo de conversão para captura de movimentos	BDTD	Desenvolvimento de um sistema de cartunização de captura de movimentos semi automática	
(ANDALÓ, 2019)	Desenvolvimento de procedimentos para utilização da captura de movimentos aplicada em personagens 3D	BDTD	Criação de procedimentos específicos para a captura de movimento focado na indústria de entretenimento	
(AIRES, 2022)	CHOREOBOX Objetos hipercoreográficos ou partículas do tempo em Dança	BDTD	Criação de avatares dançantes e objetos escultóricos impressos em 3D, focado também na questão interativa com o espectador	
(WILL, 2021)	Modelagem e síntese de aspectos faciais da Língua de Sinais Brasileira para avatares sinalizantes	BDTD	Desenvolvimento de uma metodologia de criação e aplicação de animação facial em avatares sinalizantes	
(ROBERT S et al., 2019)	Optimal and interactive keyframe selection for motion capture	Web of Science	Desenvolvimento de abordagem optica e interativa para a seleção de keyframes	
(VAN OPDENB OSCH, 2022)	Towards a Conceptual Framework for Abstracted Animation Derived from Motion Captured Movements	Web of Science	Desenvolvimento de estrutura e possíveis estratégias para a criação de animação abstrata a partir da captura de movimento	
(LIU et al., 2023)	Motion Capture Technology of Digital Animation Art Based on Machine Learning	Web of Science	Experimentação de algoritmos para o processamento de dados capturados.	
(SUN, 2022)	Research on Dance Motion Capture Technology for Visualization Requirements	Web of Science	Design e aplicação de visualização de dança a partir de captura de movimento	
(FRASER et al., 2022)	Expressiveness of real-time motion captured avatars influences perceived animation realism and perceived quality of social interaction in virtual reality	Web of Science	Avaliação relacionada ao quanto a expressividade de avatares, cujos os movimentos são baseados em captura de movimento, influencia a qualidade de interação na realidade virtual	
(YUN et al., 2022)	Animation Fidelity in Self-Avatars: Impact on User Performance and Sense of Agency	Web of Science	Avaliação da fidelidade de animações em avatares, e seu impacto no usuário	

(XU et al., 2020)	KeyFrame extraction for human motion capture data via multiple binomial fitting	Web of Science	Proposta de novo algoritmo para extração de keyframes e um novo método de reconstrução de sequência de	
(MORRIS et al., 2022)	Collaborative Design in Kinetic Performance: Safeguarding the Uilleann Pipes through Inertial Motion Capture	Web of Science	Explorar o uso de captura de movimento na preservação e estudo de Patrimônio Cultural Imaterial, no caso um instrumento	
(HWANG et al., 2020)	Modularized Predictive Coding-Based Online Motion Synthesis Combining Environmental Constraints and Motion-Capture Data	Web of Science	Desenvolvimento e aplicação de processamento de movimento juntando captura de movimentos e constraints	
(M. GONZALEZ-FRANCO et al., 2020)	MoveBox: Democratizing MoCap for the Microsoft Rocketbox Avatar Library	Web of Science	Criação e validação de uma ferramenta aberta voltada para a animação de capturas de movimento em avatares do Microsoft Rocketbox	
(BERSO N et al., 2020)	Intuitive Facial Animation Editing Based On A Generative RNN Framework	Web of Science	Utilização de <i>machine learning</i> na edição de animações faciais	
(JANG et al., 2020)	Constructing Human Motion Manifold With Sequential Networks	Web of Science	Desenvolvimento de ferramenta de interpolação para edição de sequências de animação	
(NIAY et al., 2020)	Walk Ratio: Perception of an Invariant Parameter of Human Walk on Virtual Characters	Web of Science	Um estudo avaliando a percepção do usuário/observador em relação a animação (produzida a partir de mocap) de caminhadas de personagens	
(MEMAR ARDESTANI et al., 2022)	Noise Reduction in Human Motion-Captured Signals for Computer Animation based on B-Spline Filtering	Web of Science	Avaliar os métodos de edição para descobrir qual torna os movimentos mais suaves	
(PARTARAKIS et al., 2020)	An Approach to the Creation and Presentation of Reference Gesture Datasets, for the Preservation of Traditional Crafts	Web of Science	Desenvolvimento de um processo para a criação de bases de dados multimodais	
(CADI et al., 2022)	Modeling craftspeople for cultural heritage: A case study	Web of Science	Estudo de caso do desenvolvimento e animação de personagens para a preservação cultural	
(PARTARAKIS et al., 2022)	Supporting Sign Language Narrations in the Museum	Web of Science	Desenvolvimento de uma metodologia de aplicação de humanos virtuais	

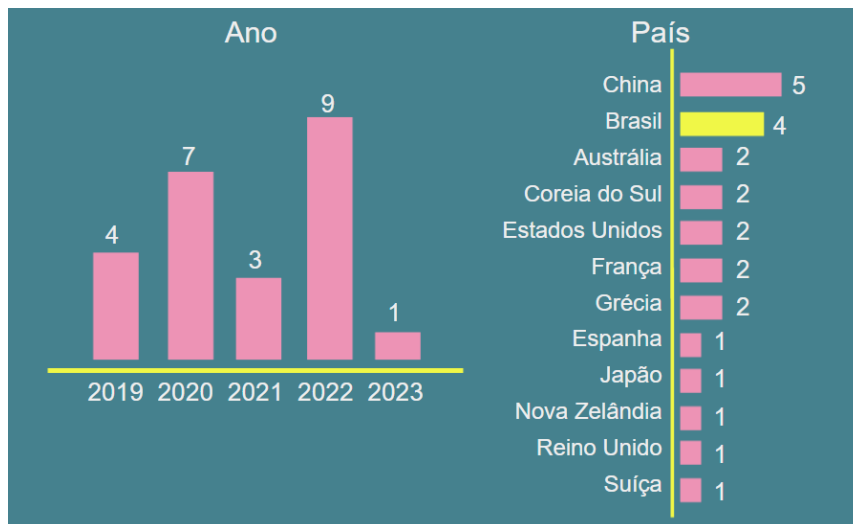
(MCDONALD et al., 2021)	Natural synthesis of productive forms from structured descriptions of sign language	Web of Science	Naturalizar as animações de discursos em Linguagem de Sinais com base na edição das transições entre os movimentos	
(WANG et al., 2021)	A Cyclic Consistency Motion Style Transfer Method Combined with Kinematic Constraints	Web of Science	Desenvolvimento de método para a transferência de estilo de movimento	
(SUNG et al., 2019)	GPU-based Fast Motion Synthesis of Large Crowds Using Adaptive Multi-Joint Models	Web of Science	Desenvolvimento de uma ferramenta que sintetiza os movimentos de grandes grupos	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante a quinta etapa buscou-se, em um primeiro momento, identificar informações básicas como: ano/autor; título; base; e foco do estudo. Como mostra o quadro 1 as pesquisas selecionadas e a distribuição dos dados em suas respectivas colunas.

Considerando a pergunta de pesquisa, as principais informações sintetizadas na sexta etapa foram os anos, países e temáticas das produções (Gráfico 1). O gráfico 1 sintetiza o período temporal da revisão juntamente com os países e recorrências. Ao ser feita essa análise, foram notados que dezesseis pesquisas, mais da metade das selecionadas, foram produzidas nos anos de 2020 e 2022. É preciso ainda apontar que esta revisão foi realizada em 2023. Sendo assim, o achado de apenas uma pesquisa neste ano não pode ser considerado um reflexo integral da realidade.

Gráfico 1 – Dados dos anos e países das pesquisas



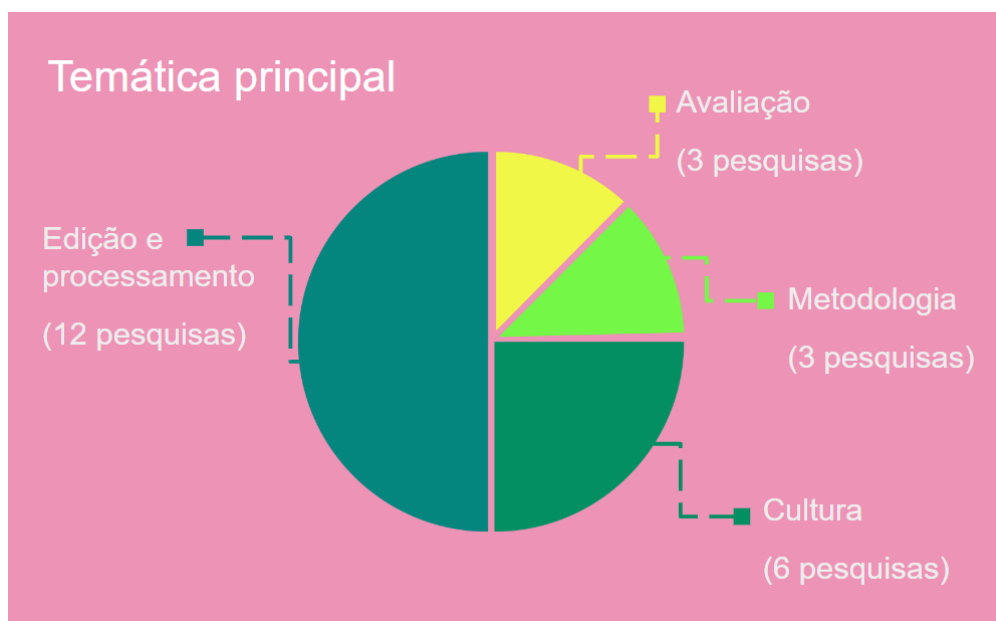
Fonte: Elaborado pelos autores.

Verificou-se no gráfico 1 que o país com maior produção na área foi a China com cinco pesquisas, enquanto os outros países tiveram entre uma e duas. O Brasil entra destacado nessa análise pela utilização da BDTD como uma das bases, de onde vieram as quatro pesquisas incluídas nessa revisão.

Outro ponto que vale destacar é que as 24 pesquisas trabalham com a técnica de animação 3D, tendo as Capturas de Movimentos sido aplicadas a personagens e objetos tridimensionais dentro de *softwares*, como o Autodesk MotionBuilder, por exemplo.

Quanto ao gráfico 2, subdividiu-se as pesquisas entre as principais temáticas. Estas ficaram compreensíveis, após a leitura integral e análise das pesquisas, apresentando objetivos e problemas semelhantes. Essas se concentram em quatro subcategorias a partir do foco das pesquisas: edição e processamento; cultura; metodologia; e avaliação.

Gráfico 2 – Principais temáticas abordadas nos textos



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.1. Edição e processamento

O tema mais abordado dentro da bibliografia desta revisão é a edição, sendo 12 pesquisas de um total de 24. Isso se deve ao fato de que a maior reclamação dentro da indústria é o processamento dos movimentos capturados altamente especializado e manual. Essa lentidão dentro da produção de uma animação, seja ela para entretenimento ou não, resulta em um maior investimento financeiro e assim uma dificuldade maior de acesso a essa técnica.

Ao identificar esses problemas, pesquisadores procuram diferentes soluções utilizando o design, a tecnologia e os conceitos de animação. Tanto Roberts et al. (2019) quanto Xu et al. (2020) trabalham com o desenvolvimento de algoritmos que identificam e geram sequências de *key frames* que correspondem ao movimento capturado. Por outro lado, uma pesquisa brasileira propõe uma ferramenta de reconhecimento e cartunização de movimentos capturados a partir da lógica de programação Fuzzy, agilizando assim a estilização de animações (Souza, 2019).

Outro exemplo de solução vem de Hwang et al. (2020), que perceberam o potencial da união entre Captura de Movimentos e modelo dinâmico. Essa junção possibilita manter a naturalidade da captura com as *constraints* do modelo, mas tem seu uso limitado pela sua lentidão. Os autores, cientes desse problema, produziram uma ferramenta baseada em código para agilizar o processo.

O processamento de alguns movimentos tende a ser mais complexos do que outros. A animação de expressões faciais é uma tarefa que demanda um maior período de tempo e uma maior especialização por parte do editor. Pensando nisso, a pesquisa de Benson et al. (2020) produziu um sistema de edição com o potencial de gerar animações faciais a partir de um movimento pré-existente.

Por maior que seja a diversidade entre as soluções, sua motivação continua a mesma. Tempo, dificuldade e custo afetam tanto a produção acadêmica quanto a industrial. Mesmo com as pesquisas atuais focadas nessa área, a demanda ainda é grande para novas técnicas de processamento.

3.2. Cultura

Sendo o segundo maior tema (abordado 6 vezes) encontrado no decorrer da revisão, a cultura abrange pesquisas diferentes das demais, ao não se focar em um problema generalizado de produção como agilidade ou facilitação para iniciantes. As pesquisas podem ser subdivididas em três temas de interesses voltados para a utilização da tecnologia como conservadora e assistente da produção cultural: patrimônio cultural intangível; dança; linguagem de sinais.

A dificuldade na conservação do patrimônio cultural intangível é o problema de um dos subtemas abordados. Essa tornou-se uma preocupação mundial nas últimas décadas por conta da sua tardia conscientização e grande incompatibilidade com os tradicionais meios de preservação. A pesquisa de Partarakis et al. (2020) apresenta uma base para a adaptação de movimentos de artesãos para demonstrações em realidade virtual. Seguindo a mesma linha, a pesquisa de Cadi et al. (2022) aprofunda na criação de humanos digitais com a intenção de preservar a herança cultural.

Ainda com o pensamento no patrimônio cultural imaterial, a pesquisa de Morris et al. (2022) procurou utilizar o conceito de design colaborativo para juntar pesquisadores e artistas. Ao capturar a performance de um tocador de *Uilleann Pipes* mostrou-se efetiva a utilização de Captura de Movimentos na absorção desses dados. O resultado, ao ser compartilhado com um conhecedor dessa tradição, apresentou o potencial de manifestar mínimos detalhes, como a forma de tocar do instrumentista ser específica de uma região. Ou seja, a captura não apenas é capaz de abranger dados gerais de uma performance, mas também preservar detalhes, possibilitando a passagem dessas informações para avatares e animações.

O segundo subtema é a dança (2 pesquisas). Sun (2022) propõe a Captura de Movimentos como ferramenta para a simulação de coreografias. É possível aplicar os dados em um personagem, com um figurino personalizado, possibilitando assim a eficaz visualização da apresentação. A pesquisa também levanta que essa utilização possibilita a conservação de danças minoritárias e de importância étnica cultural. A tese de Aires (2022) traz a elaboração de avatares dançantes, feitos a partir da Captura de Movimentos, e objetos escultóricos feitos a partir de impressões 3D. Para mostrar o potencial de diferentes camadas arquivísticas da produção coreográfica.

A pesquisa de Partarakis et al. (2022) propõe a implementação de humanos virtuais que narram a visita no museu utilizando a linguagem de sinais. A pesquisa aproveitou a Captura de Movimentos como ferramenta para o desenvolvimento desses narradores animados com potencial de expandir a acessibilidade. Foi possível realizar esse projeto apenas com o traje e luvas para Captura de Movimentos, um tradutor da linguagem de sinais e um grupo de Animação e 3D. Por conclusão, esse método se demonstra eficaz ao possibilitar um maior alcance cultural e educacional para pessoas surdas com um custo menor.

3.3. Metodologia

O tempo de produção, problema citado anteriormente, pode ser modificado de duas maneiras. A primeira é a modificação das ferramentas usadas, abordada no primeiro tópico dos resultados dessa pesquisa. A segunda é o fluxo de trabalho. Foi a

partir dessa última que a tese de Andaló (2019) buscou desenvolver um procedimento específico para a Captura de Movimentos. Essa pesquisa apontou a lacuna de estudos na área e produziu uma solução eficaz a partir de uma adaptação no modelo de produção de animações 3D.

Em uma pesquisa mais focada, Will (2021) desenvolveu uma metodologia para a incorporação de animações faciais em avatares sinalizantes. A utilização da Captura de Movimentos foi motivada pelo seu poder de otimizar o processo de integração entre sinais e expressões, correspondendo melhor as sentenças a serem sinalizadas. Como abordado no tópico anterior, o potencial dessa tecnologia assistiva se volta para a educação e integração das pessoas surdas, sendo possível reproduzir e compartilhar os vídeos produzidos.

Uma terceira pesquisa se voltou para o conceito de arte abstrata. A ideia do estudo é voltada para a exploração e documentação de estratégias de produção dessas animações (Van Opdenbosch, 2022). O resultado foi um fluxo de trabalho onde são mesclados um sistema generativo e Captura de Movimentos para produzir artefatos de animação abstrata.

3.4. Avaliação

Com o foco atual do design voltado para o usuário, três pesquisas se concentraram em avaliar a percepção destes em relação à Animação por Captura de Movimentos. A pesquisa de Niay et al. (2020) procura indicar quais parâmetros afetam a percepção do usuário sobre animações de caminhada a fim de possibilitar a produção de maiores variedades dessa ação. Neste caso foi mostrado que apenas a velocidade foi um fator constantemente notado como diferenciador. Outros testes, como amplitude das passadas, por exemplo, foram distinguidos de modo diferente para cada usuário.

Realidade virtual é outra tecnologia que tem ganhado notoriedade. A pesquisa de Fraser et al. (2022) se volta para esse nicho e procura entender como a expressividade corporal e facial de um avatar em condição de Captura de Movimentos em tempo real afeta a percepção do usuário de realismo. A pesquisa, incluindo um experimento com avatares com diferentes níveis de expressividade e uma posterior entrevista, mostrou os

personagens com mais alto nível de expressão corporal e facial como sendo os mais realísticos e confortáveis de interagir.

Outra pesquisa explora o impacto da fidelidade da animação do avatar no contexto de VR (Yun et al., 2022). Ela compara o uso de diferentes técnicas de animação: *Unity Inverse Kinematics (6 trackers)*; *Final Inverse Kinematics (6 trackers)*; e *MoCap* (17 sensores inerciais). Como resultado, foi determinado que os sensores inerciais são mais eficazes em copiar o movimento, mas que as animações por *IK* mostram melhor a sua posição no espaço.

4 CONSIDERAÇÕES

Esta revisão oferece uma visão abrangente das pesquisas realizadas nos últimos cinco anos nesse campo. Destacando-se uma série de descobertas e tendências significativas, bem como lacunas que ainda precisam ser preenchidas na pesquisa futura. Dito isto, cabe ressaltar as principais contribuições que este artigo traz: É destacada a importância atribuída à eficiência e à redução de custos nas pesquisas recentes, com mais de 12 das pesquisas abordando o tempo de produção e propondo soluções por meio de novas ferramentas de processamento e fluxos de trabalho otimizados.

Uma tendência emergente nas pesquisas é a preocupação com o conforto do usuário e do iniciante, com propostas de desenvolvimento de ferramentas que atendam às necessidades e habilidades desses grupos. Destaca-se a crescente preocupação social nas pesquisas, incluindo a preservação cultural e a acessibilidade, com estudos sobre a criação de avatares animados para traduzir discursos em linguagem de sinais e preservar o Patrimônio Cultural Imaterial.

Foi possível identificar o uso predominante da técnica de animação 3D, frequentemente combinada com a tecnologia de Captura de Movimentos em todas as 24 pesquisas analisadas. No entanto, observam-se lacunas importantes na produção atual, como a escassez de estudos voltados à cultura brasileira e a limitação do foco de acessibilidade, que se restringe, em sua maioria, às pessoas surdas.

Ao destacar essas tendências e lacunas, o artigo contribui para a identificação de áreas que carecem de aprofundamento, oferecendo uma base sólida para o

desenvolvimento de futuras investigações no campo da comunicação mediada pela integração entre Animação e Captura de Movimentos.

Dessa forma, a revisão proporciona uma visão abrangente e esclarecedora sobre o panorama atual da pesquisa nessa área, evidenciando tanto os avanços alcançados quanto os aspectos que ainda demandam maior atenção. Um exemplo disso é o potencial de estudos centrados no usuário, tema presente na literatura revisada, mas ainda explorado de maneira limitada.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a aplicação da Captura de Movimentos integrada à Animação em diferentes contextos, como inclusão no mercado de trabalho, práticas esportivas e ambientes educacionais. Além disso, é fundamental ampliar os estudos sobre acessibilidade, considerando a diversidade de públicos e promovendo abordagens mais inclusivas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc), ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU), ao POSDESIGN (CAPES PROEX), ao Departamento de Gestão, Mídias e Tecnologia, ao Curso de Animação e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AIRES, Daniel Silva. Choreobox: objetos hipercoreográficos ou partículas do tempo em dança. 2022. 292 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Artes Cênicas, Instituto de Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

ANDALÓ, Flávio. Desenvolvimento de procedimentos para utilização da captura de movimentos aplicada em personagens 3D. 2019. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design, Centro de Comunicação e Expressão, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019

NIAY, Benjamin et al. Walk ratio: Perception of an invariant parameter of human walk on virtual characters. In: **ACM Symposium on Applied Perception 2020**. 2020. p. 1-9.

BENTO, A. Como fazer uma revisão da literatura: considerações teóricas e práticas. Revista JA, ano VII, n. 65, p. 42-4, 2012. Disponível em:
<http://www3.uma.pt/bento/Repositorio/Revisaodaliteratura.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2017

BERSON, Eloïse et al. Intuitive Facial Animation Editing Based On A Generative RNN Framework. Computer Graphics Forum, [S.L.], v. 39, n. 8, p. 241-251, 24 nov. 2020. Mensal. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cgf.14117>.

Cadi Yazli N, Baka E, Magnenat-Thalmann N, Kaplanidi D, Partarakis N, Karuzaki E, et al. Modeling craftspeople for cultural heritage: A case study. Comput Anim Virtual Worlds. 2022;33(3-4):e2075. <https://doi.org/10.1002/cav.2075>

ECHER, Isabel Cristina. A revisão de literatura na construção do trabalho científico. Revista gaúcha de enfermagem. Porto Alegre. Vol. 22, n. 2 (jul. 2001), p. 5-20, 2001.

FARIA, Francisca Lowndes de Abreu Teixeira de. O Impacto da Animação Híbrida no Futuro da Animação. 2021. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design e Cultura Visual, Iade - Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação, Universidade Europeia, Lisboa, Portugal, 2022

FRASER, A. D., Branson, I., Hollett, R. C., Speelman, C. P., & Rogers, S. L. (2022). Expressiveness of real-time motion captured avatars influences perceived animation realism and perceived quality of social interaction in virtual reality. *Frontiers in Virtual Reality*, 3, Article 981400. <https://doi.org/10.3389/frvir.2022.981400>

H. Yun, J. L. Ponton, C. Andujar and N. Pelechano, "Animation Fidelity in Self-Avatars: Impact on User Performance and Sense of Agency," 2023 IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), Shanghai, China, 2023, pp. 286-296, doi: 10.1109/VR55154.2023.00044

JANG, Deok-Kyeong; LEE, Sung-Hee. Constructing Human Motion Manifold With Sequential Networks. Computer Graphics Forum, [S.L.], v. 39, n. 6, p. 314-324, 27 maio 2020. Mensal. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cgf.14028>.

J. HWANG, S. Ishii, T. Kwon and S. Oba, "Modularized Predictive Coding-Based Online Motion Synthesis Combining Environmental Constraints and Motion-Capture Data," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 202274-202285, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3036449

MCDONALD, John; FILHOL, Michael. Natural synthesis of productive forms from structured descriptions of sign language. **Machine Translation**, v. 35, n. 3, p. 363-386, 2021.

JOHNSTON, Ollie; THOMAS, Frank. The illusion of life: Disney animation. New York: Disney Editions, 1981.

KERLOW, I. V. - The Art of 3D Computer Animation and Effects (fourth edition), 2009.

KITAGAWA, M.; WINDSOR, B. MoCap for Artists. Workflow and Techniques for Motion Capture. Oxford, Focal Press, 2008.

LASSETER, John. Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation. Computer Graphics, Nova Iorque, v. 21, n. 4, p.35-44, jul. 1987
Memar Ardestani M, Yan H. Noise Reduction in Human Motion-Captured Signals for Computer Animation based on B-Spline Filtering. Sensors. 2022; 22(12):4629.
<https://doi.org/10.3390/s22124629>.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz et al. O USO DA TERMOGRAFIA E CAPTURA DE MOVIMENTOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS: um estudo de caso. Ergodesign & Hci, [S.L.], v. 7, n. , p. 64, 31 dez. 2019. Revista Ergodesign e HCI. <http://dx.doi.org/10.22570/ergodesignhci.v7iespecial.1307>.

M. Gonzalez-Franco et al., "MoveBox: Democratizing MoCap for the Microsoft Rocketbox Avatar Library," 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR), Utrecht, Netherlands, 2020, pp. 91-98, doi: 10.1109/AIVR50618.2020.00026..

MORRIS, Philip I.; RODRIGUEZ-AMAT, Joan Ramon. Collaborative Design in Kinetic Performance: safeguarding the uilleann pipes through inertial motion capture. Multimodal Technologies And Interaction, [S.L.], v. 6, n. 11, p. 97, 7 nov. 2022. MDPI AG.
<http://dx.doi.org/10.3390/mti6110097>.

PARTARAKIS, N.; Zabulis, X.; Chatziantoniou, A.; Patsiouras, N.; Adami, I. An Approach to the Creation and Presentation of Reference Gesture Datasets, for the Preservation of Traditional Crafts. Appl. Sci. 2020, 10, 7325. <https://doi.org/10.3390/app10207325>.

PARTARAKIS, N.; Zabulis, X.; Foukarakis, M.; Moutsaki, M.; Zidianakis, E.; Patakos, A.; Adami, I.; Kaplanidi, D.; Ringas, C.; Tasiopoulou, E. Supporting Sign Language Narrations in the Museum. Heritage 2022, 5, 1-20. <https://doi.org/10.3390/heritage5010001>.

ROBERTS, Richard et al. Optimal and interactive keyframe selection for motion capture. Siggraph Asia 2019 Technical Briefs, [S.L.], v. 18, n. 26, p. 1-4, 4 dez. 2018. Anual. ACM.
<http://dx.doi.org/10.1145/3283254.3283256>

ROOT, John. What is motion capture? In: OKUN, Jeffrey A.; ZWERMAN, Susan. The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures. Burlington, Ma: Focal Press, 2010. Cap. 4. p. 335-336.

SOUZA, Raphael Argento de. Do realismo ao cartum: sistematização de um modelo de conversão para captura de movimentos. 2019. 249 f. Tese (Doutorado em Design) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SUNG M, Kim Y. GPU-based Fast Motion Synthesis of Large Crowds Using Adaptive Multi-Joint Models. Symmetry. 2019; 11(3):422. <https://doi.org/10.3390/sym11030422>

SUN, Kaiqiang. Research on Dance Motion Capture Technology for Visualization Requirements. Scientific Programming, [S.L.], v. 2022, n. 2062791, p. 1-8, 17 nov. 2022. Anual. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2022/2062791>.

TEIXEIRA, E. et al. (2014). RIL métodos de revisão. Revista de Enfermagem da UFPI, 2(5), 3.

Van Opdenbosch, Paul M. Towards a Conceptual Framework for Abstracted Animation Derived from Motion Captured Movements. Animation, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 244-261, 13 jul. 2022. Trimestral. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/17468477221102499>

WELLS, B. (2011), 'Frame of reference: toward a definition of animation', Animation Practice, Process & Production 1: 1, pp. 11–32, doi: 10.1386/ap3.1.1.11_1

WELLS, P.. Understanding Animation, London, Routledge, 1998.

WANG, Huaijun; DU, Dandan; LI, Junhuai; JI, Wenchao; YU, Lei. A Cyclic Consistency Motion Style Transfer Method Combined with Kinematic Constraints. Journal Of Sensors, [S.L.], v. 2021, n. 5548614, p. 1-17, 29 jun. 2021. Anual. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2021/5548614>.

WILL, Ackley Dias. Modelagem e síntese de aspectos faciais da Língua de Sinais Brasileira para avatares sinalizantes. 2021. 128 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

WILLIAMS, Richard. The Animator's Survival Kit: A Manual of Methods, Principles, and Formulas for Classical, Computer, Games, Stop Motion, and Inter. Londres: Faber & Faber, 2001. 379 p.

XU, Chenxu et al. KeyFrame extraction for human motion capture data via multiple binomial fitting. Computer Animation And Virtual Worlds, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 199-203, 14 dez. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/cav.1976>.

Y. Liu, G. Wang, and N. Wei, "Motion Capture Technology of Digital Animation Art Based on Machine Learning," International Transactions on Electrical Energy Systems, vol. 2022, Article ID 4857250, 13 pages, 2022.

Zhiqi Yin, Zeshi Yang, Michiel van de Panne, and KangKang Yin. 2021. Discovering Diverse Athletic Jumping Strategies. ACM Trans. Graph. 40, 4, Article 91 (August 2021), 17 pages. <https://doi.org/10.1145/3450626.3459817>

Original recebido em: 23 de abril de 2024

Aceito para publicação em: 15 de março de 2025

Irander Izaquiel Paulo

Doutor em Design com ênfase em Tecnologia, na linha de pesquisa em Gestão de Design, com foco em Projeto de Produto e Materiais pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2024). Mestre em Design pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2021). Graduado em Design pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2019). Atualmente é aluno de Pós-Doutorado pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pesquisador no Núcleo de Gestão de

Design e do Laboratório e Usabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Foi premiado na XII edição do concurso internacional "Productos de Apoyo (Ayudas Técnicas) y Soluciones de Bajo Coste 2019".

Ana Cristina Alves Piza Duarte

Bolsista de mestrado pela Capes no programa de Pós Design da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na linha de pesquisa em Mídias. Com tema de pesquisa em desenvolvimento de personagens 3D para Animação no Design Lab. Bacharel em Animação pela UFSC. Ex-Aluna de iniciação científica no NGD-LDU na UFSC com foco no estudo da utilização da captura de movimento por sensores inerciais na área da Animação.

Eugenio Andrés Díaz Merino

Possui graduação em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina e coordena o Núcleo de Gestão de Design e o Laboratório de Design e Usabilidade. Participa dos programas de pós-graduação em Design (CAPES PROEX) e Engenharia de Produção (CAPES PROEX) ambos da UFSC. Atualmente é coordenador do programa de pós-graduação em Design da UFSC (CAPES PROEX) recentemente foi chefe do Departamento de Gestão, Mídias e Tecnologia (UFSC). Atualmente é pesquisador CNPq PQ 1A.



Esta obra está licenciada com uma Licença
Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional