

INTERFACES IMERSIVAS E A EXPERIÊNCIA DO VALE DA ESTRANHEZA EM PERSONAGENS VIRTUAIS

English title: *IMMERSIVE INTERFACES AND THE VALLEY OF STRANGENESS EXPERIENCE IN VIRTUAL CHARACTERS*

 DOI NUMBER: 10.33726/akedia2447-7656v17a112025p108a123

PORTARI JÚNIOR, SÉRGIO CARLOS¹

RESUMO: O crescimento de tecnologias imersivas e o surgimento do metaverso impulsionaram a necessidade de criar personagens virtuais mais realistas, a fim de proporcionar experiências imersivas e mais convincentes. No entanto, conforme esses personagens se aproximam do realismo humano, surge o fenômeno do ‘Vale da Estranheza’, que descreve o desconforto gerado pela percepção de falhas em personagens quase-humanos. Este trabalho investiga como diferentes tecnologias de visualização influenciam a percepção de semelhança, estranheza e simpatia em personagens humanoides 3D, dotados com movimentos faciais e corporais. Foram conduzidos experimentos com ambientes imersivos, explorando o efeito do realismo e da dinâmica dos movimentos desses personagens sobre a experiência do usuário. Os resultados indicam que dispositivos imersivos podem atenuar a percepção de estranheza, contribuindo para um maior realismo e aceitação dos personagens em mídias digitais.

PALAVRAS-CHAVE: Vale da Estranheza, Personagens Virtuais, Imersão

ABSTRACT: The growth of immersive technologies and the emergence of the metaverse have driven the need to create more realistic virtual characters in order to provide immersive and more compelling experiences. However, as these characters approach human realism, the phenomenon of the “Uncanny Valley” arises, which describes the discomfort generated by the perception of flaws in quasi-human characters. This work investigates how different visualization technologies influence the perception of similarity, strangeness, and sympathy in 3D humanoid characters with facial and body movements. Experiments were conducted with immersive environments, exploring the effect of realism and the dynamics of these characters' movements on the user experience. The results indicate that immersive devices can mitigate the perception of strangeness, contributing to greater realism and acceptance of characters in digital media.

KEYWORDS: Valley of Strangeness, Virtual Characters, Immersion

¹ Pesquisador de Produtividade em Pesquisa – PQ/UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, doutor, sergio.junior@uemg.br.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o avanço das tecnologias digitais e a crescente convergência entre o mundo físico e o virtual têm revolucionado a forma como interagimos com os ambientes digitais. A ascensão do metaverso, aliada ao desenvolvimento de dispositivos de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), transformou significativamente as práticas comunicacionais e a percepção dos usuários acerca de experiências imersivas. Essa transformação se evidencia na construção e utilização de personagens virtuais, ou avatares, que, além de representarem os usuários em ambientes digitais, passam a exercer funções essenciais em contextos que vão desde o entretenimento e os jogos até aplicações em treinamento, educação e interações sociais.

O fenômeno conhecido como “Vale da Estranheza” (UNCANNY VALLEY) tem sido amplamente discutido na literatura especializada e se refere à resposta emocional negativa que ocorre quando personagens virtuais se aproximam, mas não alcançam, um nível de realismo pleno. Conforme apontam Mori, MacDorman e Kageki (2012), pequenas imperfeições na representação de personagens que imitam o ser humano podem gerar desconforto, uma vez que a discrepância entre a aparência e a expectativa de naturalidade provoca uma sensação de repulsa.

Esse conceito, inicialmente proposto na informática no âmbito da robótica, passou a ser aplicado em diversos campos, incluindo a computação gráfica e as mídias digitais, tornando-se um elemento central na discussão sobre o *design* e a funcionalidade de interfaces imersivas.

A relevância desse fenômeno se intensifica quando consideramos a influência dos dispositivos de visualização na percepção dos usuários. Monitores tradicionais, apesar de amplamente utilizados, oferecem uma experiência mais distante e podem acentuar a percepção de imperfeições dos avatares. Por outro lado, dispositivos imersivos, como capacetes de RV e RA, proporcionam uma sensação de presença e envolvimento que pode, em determinadas condições, mitigar o desconforto decorrente do realismo imperfeito.

Estudos empíricos demonstram que a utilização de ambientes imersivos pode reduzir a percepção das discrepâncias, corroborando os achados de Hepperle *et al.* (2022) sobre a mitigação do efeito do ‘Vale da Estranheza’ em contextos de RV. Essa dualidade impõe desafios para designers e pesquisadores

na busca de experiências que sejam simultaneamente tecnicamente sofisticadas e emocionalmente satisfatórias.

A presente pesquisa propõe uma investigação experimental que analisa, de forma comparativa, a influência de diferentes dispositivos de visualização – monitores, capacetes de RV e capacetes de RA – na percepção do ‘Vale da Estranheza’, em personagens virtuais 3D.

O estudo adota uma abordagem inter e transdisciplinar, integrando fundamentos teóricos provenientes das áreas de comunicação, tecnologia e psicologia, com o objetivo de compreender como a materialidade digital (entendida como a interface entre *hardware*, *software* e experiência do usuário) contribui para a construção de significados e para a formação da percepção estética dos personagens virtuais.

A investigação se fundamenta em uma extensa revisão bibliográfica, na qual são abordadas as principais teorias relacionadas ao ‘Vale da Estranheza’, à imersão em ambientes virtuais e à interação humano-computador. Estudos demonstram que a experiência imersiva pode alterar significativamente a forma como os usuários percebem a qualidade dos movimentos e a naturalidade dos personagens (LUGRIN; LATT; LATOSCHIK, 2015).

Ao mesmo tempo, pesquisas em *design* de interfaces sugerem que a integração de movimentos dinâmicos – como expressões faciais, gestos e sincronização labial – desempenha um papel crucial na criação de experiências que minimizam a sensação de estranheza (JIANG *et al.*, 2023).

No contexto desta pesquisa, foram elaborados experimentos controlados para avaliar a percepção dos usuários em condições distintas. Os participantes foram expostos a 15 personagens virtuais exibidos em três plataformas diferentes: monitores tradicionais, capacetes de RV e capacetes de RA (Figura 1):



FIGURA 1 – Exemplo de dispositivo imersivo: Meta Quest 3. FONTE – do Autor

Cada personagem foi desenvolvido com variações intencionais nos movimentos faciais e corporais, apresentando versões estáticas e dinâmicas, de forma a testar a hipótese de que a imersão pode moderar os efeitos do Vale da Estranheza. Os dados foram coletados, por meio de questionários estruturados, que mensuraram três dimensões fundamentais: semelhança com o ser humano, nível de estranheza e grau de simpatia.

As análises estatísticas empregadas, que incluem a Análise de Variância (ANOVA) e testes post-hoc, de Tukey, permitiram a identificação de diferenças significativas entre as condições experimentais. Os resultados indicam que os dispositivos imersivos têm o potencial de reduzir a percepção de estranheza, proporcionando uma experiência mais agradável e engajadora. Em contrapartida, a visualização, por meio de monitores, evidenciou uma maior acuidade na percepção de discrepâncias, reforçando a importância do contexto imersivo na modulação das respostas emocionais dos usuários (Figura 2):

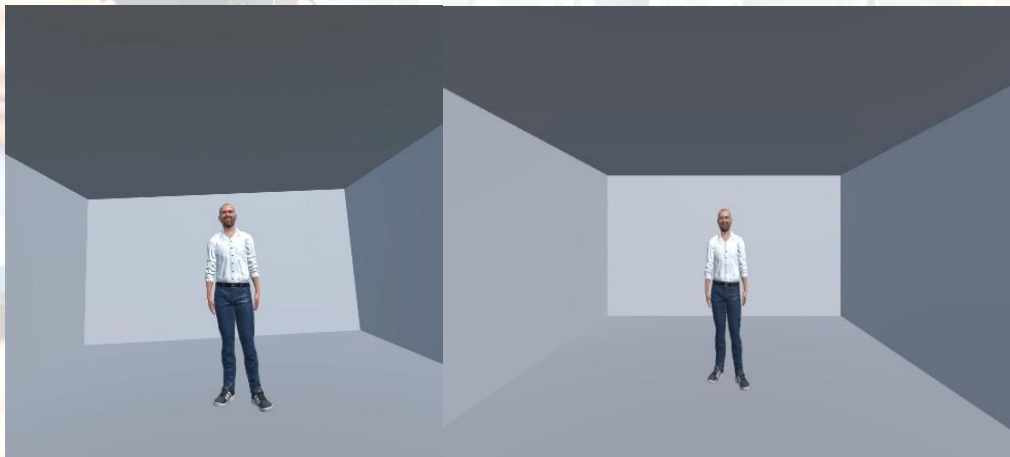
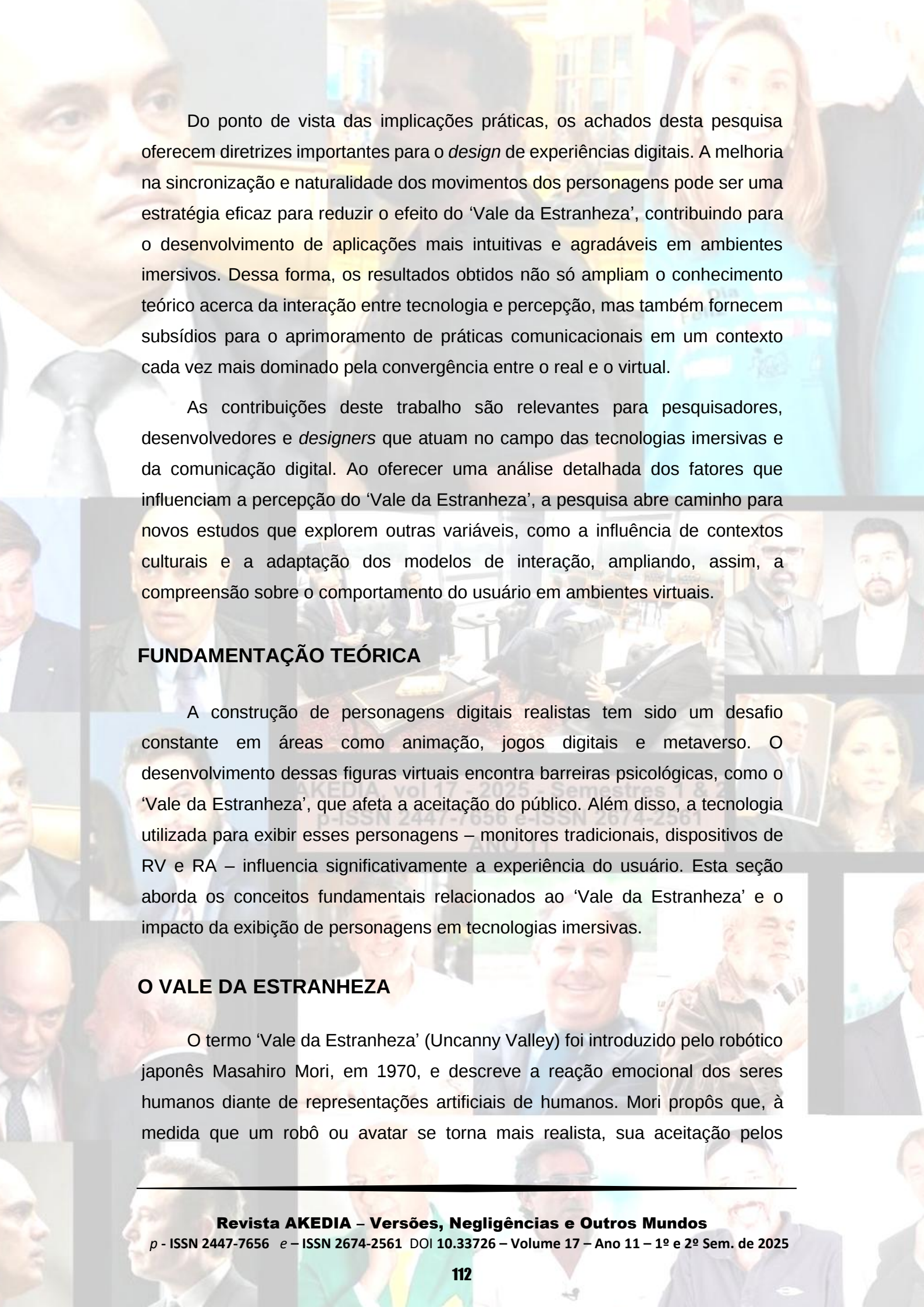


FIGURA 2 – Comparação entre a experiência em dispositivo imersivo e monitor tradicional
FONTE – do Autor

Além disso, a pesquisa destaca a importância de se considerar a qualidade dos movimentos dos personagens. Personagens que exibem movimentos naturais e sincronizados tendem a ser avaliados de forma mais positiva, o que sugere que a naturalidade das expressões faciais e corporais é um fator determinante para a eficácia das interfaces digitais. Esse aspecto é particularmente relevante, em cenários onde a interação direta com o personagem é fundamental para a experiência do usuário, como em treinamentos e simulações imersivas.



Do ponto de vista das implicações práticas, os achados desta pesquisa oferecem diretrizes importantes para o *design* de experiências digitais. A melhoria na sincronização e naturalidade dos movimentos dos personagens pode ser uma estratégia eficaz para reduzir o efeito do 'Vale da Estranheza', contribuindo para o desenvolvimento de aplicações mais intuitivas e agradáveis em ambientes imersivos. Dessa forma, os resultados obtidos não só ampliam o conhecimento teórico acerca da interação entre tecnologia e percepção, mas também fornecem subsídios para o aprimoramento de práticas comunicacionais em um contexto cada vez mais dominado pela convergência entre o real e o virtual.

As contribuições deste trabalho são relevantes para pesquisadores, desenvolvedores e *designers* que atuam no campo das tecnologias imersivas e da comunicação digital. Ao oferecer uma análise detalhada dos fatores que influenciam a percepção do 'Vale da Estranheza', a pesquisa abre caminho para novos estudos que explorem outras variáveis, como a influência de contextos culturais e a adaptação dos modelos de interação, ampliando, assim, a compreensão sobre o comportamento do usuário em ambientes virtuais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção de personagens digitais realistas tem sido um desafio constante em áreas como animação, jogos digitais e metaverso. O desenvolvimento dessas figuras virtuais encontra barreiras psicológicas, como o 'Vale da Estranheza', que afeta a aceitação do público. Além disso, a tecnologia utilizada para exibir esses personagens – monitores tradicionais, dispositivos de RV e RA – influencia significativamente a experiência do usuário. Esta seção aborda os conceitos fundamentais relacionados ao 'Vale da Estranheza' e o impacto da exibição de personagens em tecnologias imersivas.

O VALE DA ESTRANHEZA

O termo 'Vale da Estranheza' (Uncanny Valley) foi introduzido pelo robótico japonês Masahiro Mori, em 1970, e descreve a reação emocional dos seres humanos diante de representações artificiais de humanos. Mori propôs que, à medida que um robô ou avatar se torna mais realista, sua aceitação pelos

espectadores aumenta, até atingir um ponto crítico em que pequenas imperfeições tornam a experiência perturbadora (MORI, 1970). Esse efeito é ilustrado na Figura 3, que representa o gráfico do ‘Vale da Estranheza’:

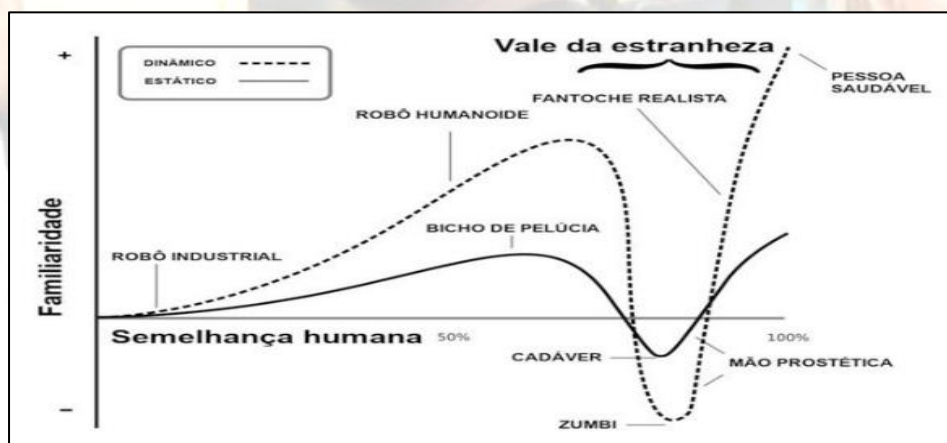


FIGURA 3 – O Vale da Estranheza de Mori. FONTE – Adaptado de Mori (1970)

Estudos posteriores reforçaram a teoria de Mori, demonstrando que a estranheza percebida ocorre especialmente, quando um personagem exibe aparência quase humana, mas apresenta movimentos faciais ou corporais não naturais (MACDORMAN *et al.*, 2006). Esse fenômeno é especialmente relevante em personagens 3D utilizados em filmes, jogos e aplicações de RV e RA.

Diversos experimentos demonstraram que o ‘Vale da Estranheza’ pode ser reduzido, quando os personagens possuem estilização gráfica coerente ou animações mais suaves e naturais (SEYMOUR *et al.*, 2017). A integração de inteligência artificial também tem sido explorada para melhorar o realismo da movimentação dos personagens e reduzir a percepção de estranheza (KIM; PAN; ANJYO, 2019).

TECNOLOGIAS DE EXIBIÇÃO E SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO DO VALE DA ESTRANHEZA

A forma como os personagens virtuais 3D são apresentados ao usuário influencia diretamente sua aceitação. Dispositivos não imersivos, como monitores 2D tradicionais, proporcionam uma barreira entre o espectador e o ambiente virtual, enquanto dispositivos imersivos, como capacetes de RV e RA, aproximam os usuários da experiência, modificando sua percepção do ‘Vale da Estranheza’ (LUGRIN; LATT; LATOSCHIK, 2015).

Monitores 2D são amplamente utilizados para a exibição de personagens virtuais em jogos, filmes e animações. No entanto, estudos indicam que a visualização em telas planas cria um efeito de distanciamento, reduzindo a imersão e, consequentemente, a sensação de estranheza (KÄSTNER *et al.*, 2021).

O distanciamento proporcionado pelos monitores permite que falhas sutis no realismo dos personagens sejam menos perceptíveis. Como resultado, a reação negativa ao 'Vale da Estranheza' pode ser atenuada quando comparada a dispositivos mais imersivos.

Os Head-Mounted Displays (HMDs) de RV proporcionam uma experiência imersiva total, isolando o usuário do mundo físico. Essa tecnologia aumenta a presença e a proximidade perceptual dos personagens, intensificando tanto os efeitos positivos quanto os negativos do 'Vale da Estranheza' (GONZÁLEZ-FRANCO; PECK, 2018).

Pesquisas indicam que a qualidade das animações faciais é um fator crítico na aceitação de avatares virtuais em RV. Movimentos oculares naturais e expressões faciais bem sincronizadas com o áudio da fala reduzem a sensação de estranheza (ROTH *et al.*, 2020).

Por outro lado, quando a qualidade da animação não é suficientemente alta, a sensação de estranheza pode ser intensificada. Usuários relataram desconforto ao interagir com avatares que apresentavam olhares fixos ou movimentos labiais descoordenados em ambientes de RV (BOULANGER *et al.*, 2021).

Diferente da RV, que insere o usuário em um mundo completamente virtual, a RA sobrepõe elementos virtuais ao ambiente físico. Essa tecnologia oferece uma interação híbrida, permitindo a coexistência de personagens virtuais com elementos do mundo real.

Estudos sugerem que a RA pode mitigar os efeitos do 'Vale da Estranheza', pois o contexto do mundo real fornece pistas adicionais que ajudam na aceitação dos personagens (LEE *et al.*, 2022). No entanto, quando um avatar não está bem integrado ao ambiente físico – devido a sombras incorretas, iluminação inconsistente ou interações imprecisas – a sensação de estranheza pode ser amplificada.

Além disso, a escala e posição dos personagens influenciam sua aceitação. Personagens muito pequenos ou grandes demais em relação ao ambiente real podem ser percebidos como menos convincentes e aumentar a sensação de desconforto (RAUTENBERG; KLUGE, 2021).

Diante dos desafios apresentados pelo 'Vale da Estranheza', diversas estratégias vêm sendo exploradas para minimizar seus efeitos e melhorar a aceitação dos personagens digitais. Algumas abordagens incluem:

- a) Estilização Gráfica: Personagens com aparência menos realista, mas estilizada, tendem a evitar o 'Vale da Estranheza' (GELLER; MCKINNEY, 2020);
- b) Aprimoramento da Animação Facial: Melhorar a sincronização labial, expressões naturais e rastreamento ocular pode aumentar a aceitação dos personagens (ROTH *et al.*, 2020); e,
- c) Integração Física Aprimorada na RA: Melhorar a iluminação, sombras e interações dos personagens no mundo real pode reduzir a estranheza (LEE *et al.*, 2022).

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada para este estudo baseia-se na construção e experimentação de ambientes de RV e RA, visando avaliar a percepção dos usuários sobre personagens virtuais humanoides. Para isso, foi necessário estabelecer um protocolo experimental que permitisse a coleta de dados de forma sistemática e replicável.

Segundo Phillips e Pugh (2010), existem três principais tipos de pesquisa acadêmica: (i) pesquisa de teste, que busca validar teorias já existentes em novos contextos; (ii) pesquisa de resolução de problemas, focada na aplicação de métodos científicos a desafios práticos; e (iii) pesquisa exploratória, cujo objetivo é estudar fenômenos ainda pouco compreendidos. Com base nessa classificação, o presente estudo enquadra-se como uma pesquisa de teste, pois busca validar a teoria do 'Vale da Estranheza' na interação de usuários com personagens virtuais utilizando diferentes dispositivos de visualização.

Para a realização dos experimentos, foi desenvolvida uma infraestrutura tecnológica composta por componentes de *hardware* e *software*.

Os dispositivos utilizados foram:

- a) Computador: responsável pelo processamento e renderização dos

ambientes virtuais;

b) Meta Quest 3: capacete de realidade virtual utilizado para os experimentos imersivos; e,

c) Apple iPhone 15 Pro: utilizado para a captura dos movimentos faciais, utilizando o sensor FaceID.

Foram utilizados diversos *softwares* para a construção dos ambientes interativos, incluindo:

a) Blender, Adobe Mixamo, Union Avatars, Avatar SDK e Avaturn.ME: para a modelagem e animação dos personagens virtuais;

b) Unity: para a implementação dos ambientes RV e RA; e,

c) Python: para análise estatística dos dados coletados.

Os ambientes de RV e RA foram projetados para conter as seguintes cenas experimentais:

a) Cena de Calibração: etapa inicial para garantir que os dispositivos estavam ajustados corretamente para cada participante;

b) Cena de Treinamento: onde os usuários se familiarizaram com os comandos e interações;

c) Cena de Apresentação dos Personagens: fase em que os avatares são exibidos nos diferentes dispositivos; e,

d) Cena do Questionário: onde os participantes respondem a perguntas sobre suas percepções dos personagens.

Os 15 personagens utilizados no experimento, divididos em 5 personagens por categoria, foram modelados com diferentes graus de realismo para analisar a influência do efeito do 'Vale da Estranheza'. Eles foram categorizados da seguinte forma:

a) Modelo de Alto Realismo (Figura 4A): baseado em digitalizações de pessoas reais;

b) Modelo Semi-Realista (Figura 4B): uma versão estilizada com características mais suavizadas; e,

c) Modelo Cartunesco (Figura 4C): personagens com características exageradas e menos detalhes realistas:

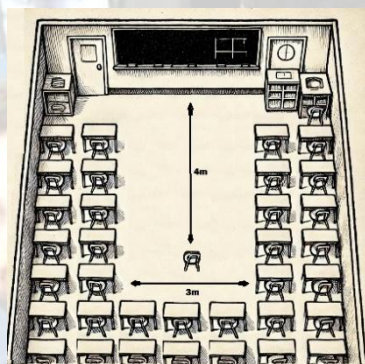


FIGURA 4 – Níveis de realismo dos personagens. Em A alto realismo; em B Semi-realismo; e em C Cartunesco. FONTE – dos Autores

A animação dos personagens incluiu movimentação facial e corporal para verificar a influência do dinamismo na percepção dos participantes.

TESTES E RESULTADOS

Os testes foram conduzidos em dois locais: uma sala de aula na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) e um laboratório na Faculdade Barretos. Ambos os ambientes foram ajustados para minimizar distrações externas, como mostra a Figura 5:



(A)



(B)

FIGURA 5 – Locais de experimentação. Em A esboço do ambiente; e em B teste em andamento. FONTE – dos Autores

O objetivo dos testes foi avaliar a percepção dos participantes em relação a diferentes personagens virtuais, explorando aspectos como semelhança, simpatia, naturalidade e estranheza. Para isso, foram realizados experimentos em dois ambientes distintos: um laboratório de informática e uma sala de aula adaptada.

No espaço experimental, os participantes permaneciam sentados enquanto interagiam com personagens virtuais através de dispositivos de RV e RA (Figura 6). As configurações incluíam calibração prévia dos equipamentos e definição de áreas seguras para a movimentação dos usuários:



FIGURA 6 – Ambiente de RA no Laboratório de Informática (visão do Meta Quest 3).

FONTE – dos Autores

Os experimentos foram realizados com o capacete de realidade virtual Meta Quest 3, que exigiu calibração prévia para definição de áreas seguras e ajuste dos sensores. O *software* utilizado para exibição dos personagens foi desenvolvido com Unity, permitindo a visualização de movimentos faciais e corporais dos personagens. A calibração foi repetida antes do início de cada sessão experimental.

Os experimentos foram divididos em quatro principais categorias:

- a) Percepção de Semelhança e Estranheza: Avaliação do impacto visual dos personagens estáticos;
- b) Percepção de Simpatia e Estranheza: Análise do quanto os avatares eram percebidos como amigáveis;
- c) Naturalidade dos Movimentos Oculares: Testes com animações de piscar e acompanhamento do olhar do usuário; e,
- d) Naturalidade dos Movimentos Corporais: Avaliação da fluidez dos movimentos, incluindo caminhada e gestos.

Os experimentos foram realizados com o capacete de realidade virtual Meta Quest 3, que exigiu calibração prévia para definição de áreas seguras e ajuste dos sensores, e em monitores de tela plana do laboratório de informática, no ambiente não imersivo. O *software* utilizado para exibição dos personagens, em ambos os casos, foi desenvolvido com Unity, permitindo a visualização de movimentos faciais e corporais dos personagens.

Para a análise dos dados coletados, foram utilizadas as seguintes abordagens estatísticas:

- a) ANOVA (Análise de Variância) para comparação dos diferentes personagens em relação às variáveis de percepção;
- b) Teste Post-Hoc de Tukey, para avaliar diferenças específicas entre grupos; e,
- c) Gráficos de dispersão e regressão, ilustrando a relação entre estranheza e naturalidade.

O primeiro experimento investigou como os participantes percebiam a semelhança e a estranheza dos personagens estáticos. Os resultados indicaram que personagens com características de alto realismo geravam maior sensação de estranheza, confirmando a teoria do 'Vale da Estranheza'. As análises estatísticas mostraram que os personagens mais cartunizados foram considerados menos estranhos.

No segundo experimento, avaliou-se a simpatia dos personagens. Personagens que apresentavam expressões neutras ou levemente sorridentes foram considerados mais simpáticos. A estranheza permaneceu como um fator relevante, especialmente em personagens com expressões faciais ambíguas.

A terceira avaliação focou na naturalidade dos movimentos oculares. O acompanhamento do olhar do personagem pelos participantes foi percebido como natural em personagens bem modelados, mas em personagens mais robóticos, essa característica causou desconforto. O teste de ANOVA indicou diferenças estatisticamente significativas entre os tipos de personagens testados.

A sincronização labial com o áudio do personagem foi avaliada no quarto experimento. Os resultados indicaram que pequenos atrasos na sincronia eram rapidamente notados pelos participantes, diminuindo a sensação de realismo. Personagens com sincronia perfeita tiveram avaliações significativamente mais positivas.



A última fase dos testes analisou os movimentos corporais, como caminhada e gesticulação. Quando os movimentos eram muito suaves ou excessivamente mecânicos, os participantes relataram um maior grau de estranheza. A inclusão de movimentos mais naturais ajudou a aumentar a sensação de realismo.

Os resultados confirmam que a percepção de estranheza está fortemente relacionada à fidelidade dos movimentos e expressões dos personagens. Modelos com animações naturais foram mais bem aceitos, enquanto os que apresentavam pequenas inconsistências reforçaram a sensação de desconforto. O estudo contribui para a compreensão do 'Vale da Estranheza', indicando caminhos para o desenvolvimento de personagens mais realistas.

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Os resultados apresentados ao longo deste estudo confirmam a influência dos diferentes dispositivos de visualização na percepção da naturalidade e estranheza de personagens virtuais. Em particular, foi constatado que o uso de dispositivos imersivos, como HMDs de RV e HMDs de RA, proporciona uma experiência mais favorável em comparação com monitores convencionais. Essa constatação reforça a hipótese de que a tecnologia utilizada para exibir avatares digitais desempenha um papel crucial na mitigação do efeito do 'Vale da Estranheza'.

Os experimentos conduzidos indicaram que a naturalidade dos movimentos faciais, labiais e corporais dos personagens tem um impacto significativo na percepção do usuário. A análise estatística revelou que personagens exibidos por meio de HMDs foram percebidos como mais naturais e menos estranhos, enquanto aqueles exibidos em monitores apresentaram uma maior taxa de rejeição.

Além disso, personagens mais realistas emergiram como um fator importante em sua aceitação. Usuários que perceberam suas características faciais, expressões e sincronismo relataram menor estranheza e maior afinidade. Este resultado sugere que isso pode desempenhar um papel essencial na humanização da interação em ambientes virtuais e metaversos.

A Figura 7 mostra o grau de semelhança com um humano obtido por cada personagem, estando ele estático (sem nenhum movimento) ou com movimentos corporais, faciais e oculares:

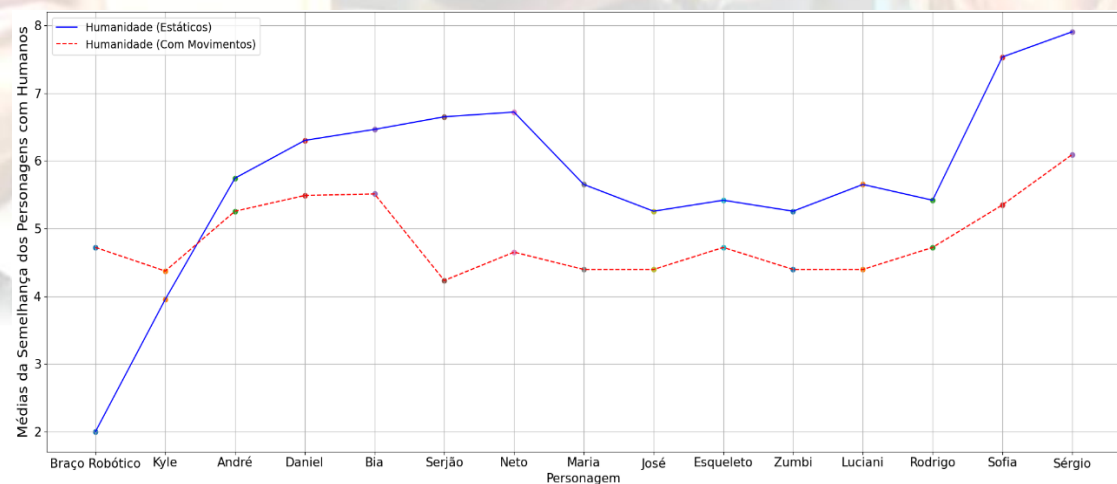


FIGURA 7 – Gráfico da comparação de semelhança dos personagens com humanos reais para cada personagem. FONTE – dos Autores

Os achados deste estudo não apenas confirmam a relevância do ‘Vale da Estranheza’ no *design* de personagens digitais, mas também destacam como a escolha do meio de exibição e a complexidade dos movimentos influenciam a aceitação desses personagens. Essa constatação tem implicações diretas para áreas como entretenimento, educação, *marketing* digital e treinamentos virtuais, onde a interação com personagens realistas é um fator determinante para a experiência do usuário.

Dado o impacto dos dispositivos imersivos na percepção de personagens virtuais, várias direções de pesquisa podem ser exploradas para aprimorar ainda mais a experiência do usuário e reduzir a estranheza percebida. Algumas sugestões incluem:

- Aprimoramento de técnicas de animação facial e corporal: O desenvolvimento de algoritmos mais avançados para captura e reprodução de movimentos faciais e corporais em tempo real pode contribuir significativamente para reduzir a percepção de estranheza. A inteligência artificial pode desempenhar um papel fundamental na sincronização precisa dos movimentos labiais e expressões faciais em ambientes imersivos;
- Estudos sobre personalização de personagens: Explorar como permitir que usuários ajustem características físicas e movimentos dos personagens pode influenciar sua aceitação e reduzir a estranheza percebida. A personalização pode ser um diferencial para tornar a experiência mais natural, principalmente em ambientes emergentes como o metaverso;

c) Investigação sobre narrativas interativas e imersivas: O impacto de personagens humanoides em narrativas digitais ainda é um campo a ser aprofundado. Pesquisas futuras podem analisar como diferentes graus de realismo dos avatares afetam a imersão e a conexão emocional do usuário, tanto em videogames quanto em simulações virtuais; e,

d) Desenvolvimento de métricas automáticas para avaliar estranheza e simpatia: O uso de aprendizado de máquina para mensurar percepções subjetivas de estranheza e simpatia em tempo real pode trazer avanços significativos para a criação de personagens virtuais mais naturais e agradáveis. Sistemas automáticos de ajuste dinâmico podem proporcionar *feedback* instantâneo durante interações com avatares digitais.

Essas direções futuras podem contribuir para o desenvolvimento de personagens digitais mais realistas e envolventes, com aplicações que vão desde o entretenimento até a comunicação digital e a educação. O aprofundamento dessas pesquisas pode permitir interações virtuais mais fluidas e naturais, consolidando o papel dos avatares digitais em um mundo cada vez mais imersivo e interconectado.

AKEDIA, vol 17 - 2025 - Semestres 1 & 2
p-ISSN 2447-7656 e-ISSN 2674-2561
ANO 11

REFERÊNCIAS

BOULANGER, A.; CHABOT, R.; LACHANCE, J. The impact of facial animation quality on avatar acceptance in virtual reality environments. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, v. 18, n. 3, p. 112-128, 2021.

GELLER, T.; MCKINNEY, B. Avoiding the uncanny valley in stylized character design: Perception and artistic strategies. *Digital Creativity*, v. 31, n. 2, p. 85-102, 2020.

GONZÁLEZ-FRANCO, M.; PECK, T. C. Avatar embodiment: A standardized questionnaire. *Frontiers in Robotics and AI*, v. 5, n. 74, p. 1-11, 2018.

HEPPERLE, D. et al. The Impact of the Uncanny Valley in Virtual Reality Environments. *Journal of Virtual Reality*, 2022.

JIANG, et al. Dynamics of Facial and Bodily Movements in Immersive Environments. *Journal of Digital Media*, 2023.

KÄSTNER, T.; STEINICKE, F.; LUGRIN, J. L. Investigating distance perception and the uncanny valley in virtual environments. *ACM Transactions on Applied Perception*, v. 18, n. 4, p. 45-62, 2021.

KIM, J.; PAN, Z.; ANJYO, K. AI-driven motion synthesis for lifelike animation. *Computer Animation and Virtual Worlds*, v. 30, n. 5, p. 1-15, 2019.

LEE, J.; PARK, H.; SHIN, D. Reducing the uncanny valley effect in augmented reality applications through environmental integration. *Computers & Graphics*, v. 101, p. 45-58, 2022.

LUGRIN, J.; LATT, J.; LATOSCHIK, M. How Realism Influences the Uncanny Valley Effect in Virtual Characters. In: *VIRTUAL HUMANS SYMPOSIUM*, 2015.

MACDORMAN, K. F.; GREEN, R. D.; HO, C.; KOHN, K. Too real for comfort? Uncanny responses to computer-generated faces. *Computers in Human Behavior*, v. 24, n. 3, p. 695-710, 2006.

MORI, M. The uncanny valley. *Energy*, v. 7, n. 4, p. 33-35, 1970.

MORI, M.; MACDORMAN, K. F.; KAGEKI, N. The Uncanny Valley. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 2012.

PHILLIPS, E.; PUGH, D. S. *How to get a PhD: a handbook for students and their supervisors*. 5th ed. McGraw-Hill Education, 2010.

RAUTENBERG, D.; KLUGE, S. Size and scale perception in augmented reality: Investigating the uncanny effect of improper proportions. *Augmented Reality Journal*, v. 15, n. 2, p. 87-105, 2021.

ROTH, D.; LUGRIN, J. L.; PRYTZ, R.; LATOSCHIK, M. E. The influence of eye gaze and facial animations on user perception in virtual reality avatars. *IEEE Transactions on Games*, v. 12, n. 1, p. 45-58, 2020.

SEYMOUR, M.; CAHILL, L.; GARNER, J. Realism in digital human avatars: How motion and facial expression affect perception. *Digital Humans Journal*, v. 4, n. 2, p. 1-14, 2017.