

Interações Mediadas por Avatares no Metaverso: Percepções de Indivíduos com Características Comuns ao TDAH

Iasmim da Cruz Marinho¹, Ailton Ribeiro¹, Maria Clara Pestana¹
Victor Rafael Martinez Carmona¹, Vaninha Vieira¹

¹ Instituto de Computação, Universidade Federal da Bahia (UFBA)

{iasmimcm, ailton.ribeiro, mpestanda, victorcarmona, vaninha}@ufba.br

Abstract. *The metaverse comprises persistent three-dimensional virtual environments where users interact through avatars that mediate communication and collaboration. These environments may pose challenges for individuals with characteristics associated with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), especially due to sensory overload and attentional demands. This study investigates perceptions of this population through a focus group and a guided visit in contrasting virtual environments. Qualitative analysis revealed difficulties related to excessive stimuli, focus, and avatar expressiveness, highlighting the need to consider cognitive and sensory aspects in inclusive virtual environment design.*

Resumo. *O metaverso compreende ambientes virtuais tridimensionais persistentes nos quais usuários interagem por meio de avatares que mediam a comunicação e a colaboração. Esses ambientes podem impor desafios a pessoas com características associadas ao Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), devido à sobrecarga sensorial e às demandas atencionais. Este estudo investiga as percepções desse público por meio de um grupo focal e de uma visita guiada em ambientes virtuais contrastantes. A análise qualitativa identificou dificuldades relacionadas a estímulos excessivos, foco e expressividade dos avatares, reforçando a importância de aspectos cognitivos e sensoriais no design inclusivo.*

1. Introdução

Com a crescente digitalização da sociedade, atividades sociais, educacionais e profissionais passaram a ocorrer em ambientes virtuais tridimensionais associados ao conceito de metaverso, entendido como um ecossistema digital imersivo, persistente e partilhado [Dionisio et al. 2013]. Nesses espaços, a interação é mediada por avatares, que representam digitalmente os utilizadores por meio de voz, gestos, expressões faciais e movimentos corporais, desempenhando papel central na presença social e na colaboração [Collins et al. 2024]. Embora inicialmente vinculados ao entretenimento, esses ambientes expandiram-se para áreas como educação, saúde, cultura, pesquisa e trabalho remoto, impulsionados por avanços em Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e computação gráfica [Ismail and Buyya 2023, Meliande et al. 2024].

Entretanto, a experiência nesses contextos depende da capacidade de gerir múltiplos estímulos e coordenar comunicações verbais e não verbais, o que pode representar barreiras

para pessoas com Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). O TDAH caracteriza-se por padrões persistentes de desatenção, impulsividade e hiperatividade [Faraone et al. 2021], fatores que podem dificultar o foco e a navegação em ambientes virtuais, especialmente diante de sobrecarga sensorial e interfaces densas.

No campo da acessibilidade digital, apesar da existência de diretrizes consolidadas, como as Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) [WCAG 2012], os requisitos específicos para ambientes tridimensionais e acessibilidade cognitiva ainda apresentam lacunas. Embora estudos abordem acessibilidade no metaverso sob perspectivas generalistas [Xaur 2021, WAI 2019], há escassez de investigações aprofundadas sobre as necessidades de grupos neurodivergentes, como pessoas com TDAH, que enfrentam desafios particulares relacionados à regulação da atenção e à gestão de estímulos dinâmicos.

Dada esta lacuna na literatura, a presente pesquisa procura responder: quais são as percepções de pessoas com características comuns ao TDAH sobre os aspetos que influenciam a interação mediada por avatares no metaverso?. O objetivo geral é investigar e analisar tais percepções, identificando desafios de acessibilidade cognitiva, conduzindo grupos focais em ambientes imersivos e modelando espaços virtuais experimentais para avaliar o impacto dos estímulos sensoriais.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico e os trabalhos relacionados; a Seção 3 descreve os procedimentos metodológicos; as Seções 4 e 5 apresentam os resultados; a Seção 6 discute os achados e 7 apresentam a conclusão e os trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico e Trabalhos Relacionados

Esta seção fundamenta a investigação através da análise do ecossistema do metaverso e da mediação por avatares, discutindo as barreiras cognitivas e sensoriais enfrentadas por indivíduos com Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) à luz da literatura recente.

2.1. Metaverso e a Mediação por Avatares

O metaverso é descrito na literatura como um ecossistema de ambientes virtuais tridimensionais, interconectados e persistentes, que promovem interações síncronas em espaços compartilhados e ampliam a sensação de presença digital [Ismail and Buyya 2023, Meta 2022, Zallio and Clarkson 2022]. Nesse contexto, os avatares atuam como a principal forma de representação e comunicação do usuário, viabilizando a transmissão de sinais sociais verbais e não verbais em tempo real [Han et al. 2023]. Entretanto, a complexidade dessas interações implica o processamento simultâneo de múltiplos estímulos, podendo elevar a carga cognitiva. Além disso, embora a interoperabilidade permita a transição entre diferentes ambientes, a ausência de padronização nas interfaces pode comprometer a orientação e a continuidade da experiência, especialmente em atividades colaborativas que demandam atenção sustentada [Meta 2022].

2.2. TDAH: Desafios Cognitivos e Sensoriais no Contexto Digital

O TDAH é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por desatenção, impulsividade e hiperatividade, que afetam o funcionamento executivo [Palmini 2024]. Em

ambientes imersivos, a dificuldade em inibir estímulos irrelevantes compromete a manutenção do foco, sobretudo sob alta carga sensorial [Ghasemi et al. 2024, Panagiotidi et al. 2018, Meta 2022]. A combinação entre impulsividade e maior sensibilidade sensorial aumenta a vulnerabilidade a cenários virtuais complexos, nos quais múltiplos estímulos visuais e auditivos podem exceder a capacidade de processamento, resultando em fadiga cognitiva, estresse e hiperfoco em elementos distratores [Zallio and Clarkson 2022, Ghasemi et al. 2024].

Embora plataformas imersivas apresentem potencial inclusivo, a aplicação de diretrizes de acessibilidade, como as do W3C, ainda é limitada em ambientes tridimensionais e raramente contempla demandas cognitivas específicas [Zhang et al. 2025, Othman et al. 2024]. Elementos de design e estímulos visuais e sonoros, quando não orientados pela acessibilidade cognitiva, comprometem atenção, orientação espacial e engajamento. Neste estudo, esses fatores são analisados de forma integrada, fundamentando as dimensões analíticas para investigar a experiência de usuários com características associadas ao TDAH em ambientes virtuais tridimensionais.

2.3. Trabalhos Relacionados

A literatura evidencia um crescimento de estudos voltados à acessibilidade no metaverso e em ambientes de Realidade Virtual (RV), com especial atenção a indivíduos neurodivergentes. Entretanto, a maior parte dessas investigações adota uma abordagem generalista, o que resulta em lacunas importantes no que se refere à compreensão das experiências específicas de pessoas com Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). A Tabela 1 apresenta uma síntese comparativa desses estudos, destacando as plataformas utilizadas, os públicos-alvo e os principais artefatos produzidos.

Tabela 1. Comparação entre os trabalhos relacionados e o presente estudo

Referência	Plataforma	Público-alvo	Artefato Principal
[Alimamy 2024]	Não específica	Neurodivergentes	Proposições teóricas de acessibilidade
[Collins et al. 2024]	VRChat (RV)	TDAH e Autismo	Mapeamento de barreiras em RV
[Gualano et al. 2024]	VRChat (RV)	Deficiências invisíveis	Diretrizes de autorrepresentação
[Ribeiro et al. 2024]	Não específica	Usuários diversos	Framework VISHnu para avatares
[Zhang et al. 2025]	Diversas (RV)	Deficiências diversas	Diretrizes de design inclusivo
[Wang et al. 2025]	Não específica	Profissionais de RV	Diagnóstico de desafios técnicos
Presente Estudo	Spatial.io (Web)	Foco em TDAH	Recomendações para acessibilidade cognitiva

A revisão sistemática de [Alimamy 2024] reúne recomendações para acessibilidade digital voltadas a pessoas neurodivergentes, mas não aprofunda aspectos sensoriais nem interações sociais em ambientes imersivos. De forma complementar, [Collins et al. 2024] identificam barreiras de acessibilidade para indivíduos com TDAH e autismo em plataformas sociais de RV, sem analisar suas percepções em situações imersivas que simulem contextos do mundo físico. Estudos sobre avatares inclusivos destacam a importância da personalização [Ribeiro et al. 2024, Gualano et al. 2024, Zhang et al. 2025], porém a exploração da carga sensorial e a configuração espacial dos ambientes permanecem desafiadoras. Já [Wang et al. 2025] discutem desafios de implementação sob a perspectiva

de profissionais. Diante dessas lacunas, este estudo investiga as percepções de pessoas com características associadas ao TDAH sobre interações mediadas por avatares em ambientes virtuais tridimensionais acessíveis via navegador.

3. Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória, com foco na investigação das percepções de pessoas com características associadas ao Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) sobre interações mediadas por avatares em ambientes virtuais tridimensionais. A abordagem qualitativa foi adotada por permitir compreender experiências, interpretações e significados atribuídos pelos participantes durante a interação em contextos imersivos.

Este estudo foi conduzido por meio de quatro etapas metodológicas principais: (1) referencial teórico, (2) estudo exploratório, (3) estudo com usuários e (4) integração dos resultados. A Figura 1 apresenta uma visão geral dessas etapas, incluindo suas respectivas subetapas e a relação entre elas. As setas indicam o fluxo do processo e a ordem em que cada fase foi executada. Em determinados momentos, foi necessário retornar a etapas anteriores para revisar conceitos, ajustar procedimentos ou refinar decisões metodológicas.

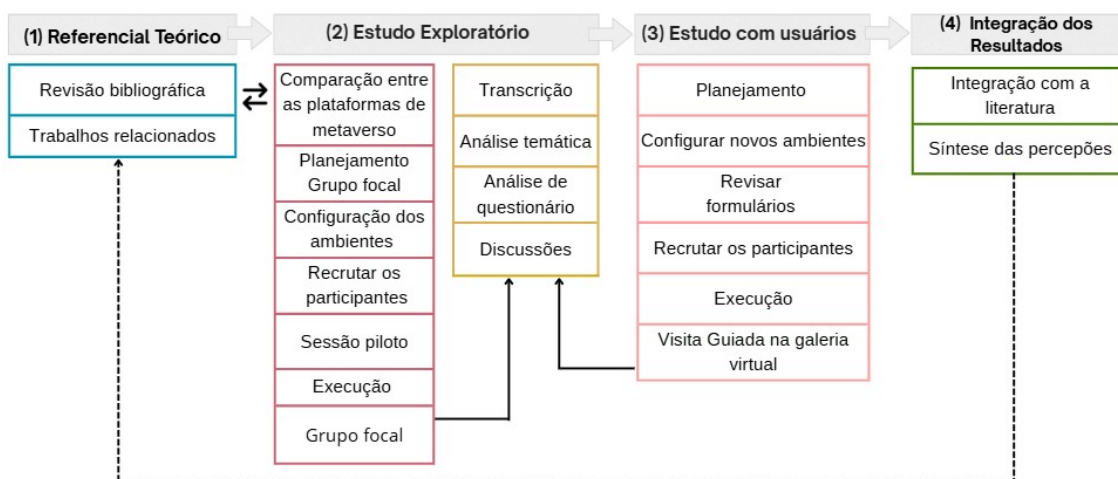


Figura 1. Diagrama de metodologia

Fonte: Autoria própria.

3.1. Seleção da plataforma

Inicialmente, foram analisadas três plataformas que aspiram ao conceito de metaverso: Spatial, VRChat e Meta Horizon Worlds, considerando critérios como acessibilidade via web, necessidade de dispositivos de realidade virtual, personalização de avatares, criação de ambientes e foco de uso. A plataforma Spatial.io foi selecionada por permitir acesso via navegador, dispensando o uso de headsets de RV, o que amplia a participação de usuários e reduz barreiras tecnológicas, além de oferecer recursos para criação e configuração de espaços virtuais.

3.2. Participantes e Instrumentos

Participaram indivíduos que se identificam com características associadas ao TDAH, independentemente de diagnóstico formal, alinhados a estudos de experiência do usuário

que consideram a autopercepção válida para análise. A literatura indica que traços elevados podem gerar efeitos semelhantes aos de indivíduos diagnosticados, além do transtorno ser frequentemente subdiagnosticado na vida adulta.

A Tabela 2 apresenta o código de cada participante, faixa etária, gênero, escolaridade e diagnóstico.

Tabela 2. Perfil dos Participantes do Grupo Focal e da Visita Guiada

ID	Faixa Etária	Gênero	Grau Acadêmico	Identificação com TDAH
Grupo Focal				
P1	18–28	Homem cisgênero	Ensino médio completo	Autodiagnóstico
P2	18–28	Homem cisgênero	Ensino médio incompleto	Autodiagnóstico
P3	18–28	Homem cisgênero	Ensino superior incompleto	Autodiagnóstico
P4	18–28	Mulher cisgênero	Ensino superior completo	Autodiagnóstico
Visita Guiada				
P5	40–50	Homem cisgênero	Pós-graduação	Diagnosticado
P6	29–39	Mulher cisgênero	Pós-graduação	Diagnosticado
P7	29–39	Mulher cisgênero	Ensino superior incompleto	Autodiagnóstico
P8	29–39	Homem cisgênero	Ensino superior incompleto	Autodiagnóstico
P9	18–28	Mulher cisgênero	Ensino superior completo	Autodiagnóstico
P10	29–39	Homem cisgênero	Ensino médio completo	Autodiagnóstico
P11	18–28	Homem cisgênero	Ensino médio completo	Diagnosticado

Fonte: Autoria própria.

Foram elaborados formulários de perfil, TCLE e questionários de feedback, aplicados via Google Forms e divulgados pelo WhatsApp. Uma sessão piloto com cinco participantes permitiu ajustes no roteiro e a identificação de dificuldades de usabilidade, como configuração de áudio e avatares.

3.3. Estudo exploratório: grupo focal em ambiente virtual

O grupo focal foi realizado em 6 de fevereiro de 2025, na plataforma Spatial.io, com duração aproximada de 1h30 e participação de quatro indivíduos autoidentificados com TDAH (Figura 2). A técnica foi escolhida por possibilitar a observação de interações em tempo real e a construção coletiva de percepções em ambiente imersivo. Um protocolo prévio, contendo roteiro, questões norteadoras e instrumentos de coleta, foi elaborado e validado por sessão piloto.

A atividade ocorreu em dois ambientes virtuais: uma sala de aula para tarefa colaborativa e um espaço com disposição circular para discussão. A dinâmica incluiu: (i) familiarização por meio de atividade colaborativa mediada por avatares e IA generativa; (ii) discussão guiada sobre interação, atenção, comunicação e colaboração; e (iii) aplicação de questionário final. O formato síncrono em ambiente virtual favoreceu a participação e reduziu inibições.

3.4. Modelagem dos ambientes para a experiência guiada

A segunda etapa consistiu em uma visita guiada realizada em julho de 2025, com sete participantes (três com diagnóstico formal de TDAH e quatro autoidentificados), organizados em pequenos grupos. A atividade comparou dois ambientes virtuais configurados como galerias sobre mulheres na computação: um com estímulos visuais e sonoros moderados



Figura 2. Discussão do Grupo Focal

e elementos naturais, priorizando conforto e foco, e outro com cores intensas, estímulos dinâmicos e sons intermitentes, para analisar efeitos sobre atenção e sobrecarga sensorial.

Os ambientes foram modelados com base no grupo focal e em recomendações de design inclusivo. O recrutamento ocorreu por canais da UFBA e redes pessoais, com comunicação via WhatsApp. Após a experiência, ainda imersos, os participantes relataram suas percepções e responderam a um questionário estruturado, permitindo identificar padrões de conforto, atenção e preferências de design.

3.5. Coleta e análise de dados: integração dos resultados

A coleta envolveu múltiplas fontes: gravações das sessões, transcrições, respostas aos questionários e observações da pesquisadora. Na visita guiada, os participantes exploraram os ambientes e responderam ao questionário ainda imersos. Os dados foram analisados por análise temática, seguindo etapas de familiarização, codificação, identificação, revisão e definição de temas [Braun and Clarke 2006].

Os resultados do grupo focal e da experiência guiada foram integrados e relacionados à literatura, permitindo identificar convergências, lacunas e contribuições sobre acessibilidade cognitiva e design de ambientes virtuais inclusivos.

3.6. Aspectos Éticos

Esta pesquisa tem autorização do Comitê de Ética em Pesquisa em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia (CEP-FACED/UFBA). Sob registro da Plataforma Brasil. CAAE: 77995424.6.0000.0348. Os participantes foram recrutados de forma voluntária e todos concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial Generativa para o aprimoramento da escrita. Todo o conteúdo gerado por IA foi revisado e validado quanto à precisão e validade. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito.

4. Percepções pro Design Inclusivo de Avatares

Segundo os participantes, a preferência por ambientes virtuais 3D depende do contexto da atividade. Para reuniões breves, ferramentas convencionais como o Google Meet¹ foram consideradas adequadas; já para atividades interativas, os ambientes 3D foram percebidos como mais envolventes, sendo descritos como “*uma experiência mais divertida*” (P4).

Todos relataram perda de foco em algum momento, destacando desafios tanto com distrações internas quanto externas. Foi sugerido que o uso de óculos de Realidade Virtual (RV) pode favorecer maior imersão e redução de estímulos externos, contribuindo para a manutenção da atenção.

Quanto ao design do ambiente, houve preferência unânime pela sala 1, considerada menos sobrecarregada sensorialmente. A segunda foi descrita como “sufocante” (P1). Espaços mais amplos, abertos e com elementos naturais foram associados a maior conforto e sensação de liberdade, como apontado por P4.

Em termos de usabilidade, a navegação foi avaliada como intuitiva, possivelmente devido à familiaridade prévia com plataformas semelhantes. Contudo, sugeriu-se ampliar as possibilidades de movimento dos avatares (como agachar ou deitar), a fim de enriquecer a interação.

No que se refere à comunicação e expressão emocional, destacou-se a necessidade de ampliar formas de expressão dos avatares, com gestos mais realistas e variados, capazes de representar emoções como tristeza, medo, ansiedade e tédio. Também foram sugeridas expressões faciais em tempo real e a funcionalidade de “*nuvem de pensamentos*”, permitindo inserir textos e emojis flutuantes para tornar a comunicação mais clara e imersiva.

Os participantes consideraram a interação por avatares mais confortável do que a videoconferência tradicional, especialmente com desconhecidos, relatando maior sensação de pertencimento e abertura, como expresso por P3: “*Este ambiente realmente me ajudou a me abrir, relaxar e me sentir à vontade*”.

A análise contemplou os seguintes temas: comparação com videoconferências tradicionais; foco e atenção; design e sobrecarga sensorial; comunicação e expressão emocional; personalização; colaboração; e questões de privacidade e segurança. A Tabela 3 sintetiza pontos positivos, negativos e sugestões de melhoria identificados.

5. Resultados

As percepções dos participantes na visita guiada foram analisadas a partir da comparação entre os dois ambientes. Essa análise buscou identificar quais elementos de design, como cores, iluminação, sons, influenciaram de forma positiva ou negativa a experiência de navegação e aprendizado. A Figura 3 mostra o contraste entre os dois ambientes projetados.

A Tabela 4 resume como os participantes perceberam os dois ambientes virtuais. Em geral, dinâmicas guiadas ajudaram no foco, mas distrações ainda ocorreram. O primeiro ambiente foi visto como mais equilibrado, com menos sobrecarga visual e sonora, enquanto o segundo gerou incômodos por excesso de estímulos, especialmente cores fortes

¹Disponível em: [<https://meet.google.com/landing>](https://meet.google.com/landing)
Acessado em: 22 de agosto de 2025

Tabela 3. Síntese das percepções do grupo focal sobre a interação imersiva

Aspecto	Observações (Positivas + / Negativas -)	Sugestões de Melhoria
Foco/Atenção	+ Gamificação favorece engajamento. - Elementos aleatórios geram distração.	Bloqueio de novos elementos; controle de interatividade.
Design	+ Ambientes naturais são mais confortáveis. - Cenários cinzas e densos são "sufocantes".	Inserir elementos biofílicos; ampliar o espaço virtual.
Comunicação	+ Áudio espacial e sincronização labial. - Expressividade emocional limitada.	Inclusão de emojis, gestos e "nuvens de pensamento".
Colaboração	+ Realização de tarefas sem atritos. - Dependência de ferramentas externas.	Integração nativa com ferramentas de produtividade.
Segurança	- Receio de assédio em espaços públicos.	Controles de privacidade e sistemas de denúncia.
Acessibilidade	+ Ambiente descontraído. - Baixa representatividade de deficiências.	Avatares diversos e opções inclusivas.

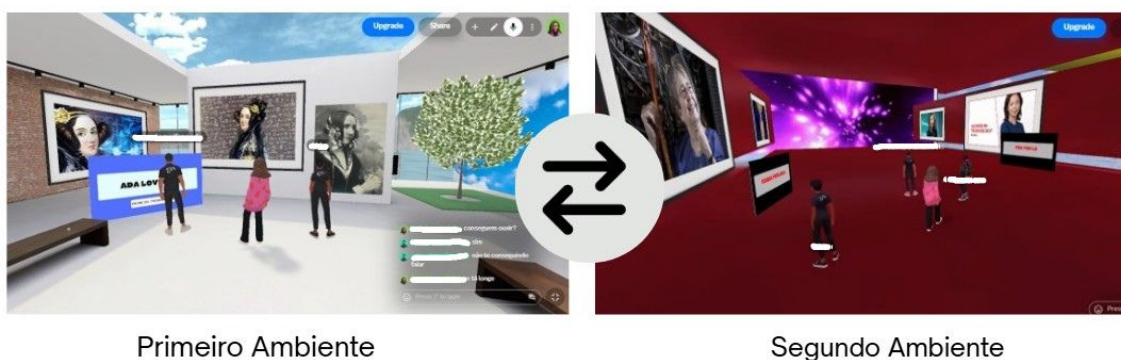


Figura 3. Comparação dos dois ambientes criados

e ruídos. Isso também influenciou as emoções: o primeiro ambiente transmitiu conforto, e o segundo despertou ansiedade em alguns. Por fim, o primeiro foi considerado mais confortável de modo geral apesar de não ser totalmente adequado.

O primeiro ambiente foi mais confortável e menos estressante do que o segundo ambiente. Isso foi atribuído ao fato do primeiro possuir cores mais neutras e menos estímulos visuais ou sonoros, como mencionado por P5, “*Achei o primeiro ambiente mais confortável do que o segundo ambiente. Os sons, as cores são menos agressivas, mais suaves*” e por P10, “*Para pessoas com TDAH como eu, o primeiro ambiente me deixou mais confortável*”. Já o segundo ambiente foi visto como desconfortável e inclui elementos que podem prejudicar o foco e a concentração, como apontou P10, “*Desconfortável, minha atenção diminuiu bastante se comparado ao primeiro ambiente*”.

Apesar disso, mesmo o estímulo sonoro sendo mínimo no primeiro ambiente, o som de pássaros foi um elemento de incômodo para a maioria dos participantes, que apontaram o som como uma barreira a concentração, como mencionou P7, “*Só fiquei incomodada com o som, não que pássaros me incomodem, mas o som constante enquanto eu tentava prestar atenção na imersão foi um pouco desconfortável*”. Já no segundo ambiente, os participantes demonstraram ainda mais incômodo com relação aos estímulos sonoros, os barulhos de passos e falatórios foram incômodos e demonstrou prejuízo ao foco e a atenção

Tabela 4. Aspectos discutidos e percepções identificadas na visita guiada

Aspecto	Percepções Identificadas
Foco e Atenção	<ul style="list-style-type: none">• Dinâmicas guiadas e interativas favorecem a manutenção do foco.• A distração externa permanece como um desafio persistente.
Design e Sobrecarga	<ul style="list-style-type: none">• <i>Ambiente 1</i>: Cores neutras e elementos naturais reduziram a sobrecarga.• <i>Ambiente 2</i>: Cor vermelha e efeitos visuais geraram fadiga sensorial.
Estímulos Sonoros	<ul style="list-style-type: none">• Sons repetitivos em locais de concentração são barreiras críticas.• Ruídos urbanos ("burburinhos" e passos) causaram incômodo e distração.
Resposta Emocional	<ul style="list-style-type: none">• <i>Ambiente 1</i>: Sensações de conforto, calma e bem-estar.• <i>Ambiente 2</i>: Relatos de ansiedade, irritabilidade e agitação.
Conforto Global	<ul style="list-style-type: none">• Preferência pelo primeiro cenário devido ao minimalismo sensorial e equilíbrio entre estímulos visuais e sonoros.

dos participantes. P6 destacou, "*Foi mais difícil de manter a atenção porque tinha barulho de pessoas falando e de passos*".

Em relação ao design dos ambientes e elementos visuais, a maioria considerou o primeiro ambiente mais favorável ao ser comparado com o segundo como explicou P8, "*O ambiente 1 porque o achei, como já disse, mais receptivo e mais familiar, além de ter componentes que o tornam bem confortável e relaxante, como cores mais neutras e uma paisagem marítima ao redor*". Os participantes concordaram que cores mais intensas como o vermelho pode não ser favorável para esse tipo de atividade como destacou P6, "*Achei mais agressivo o uso de cor vermelha*". Além disso outros elementos luminosos do segundo ambiente também causou sobrecarga sensorial e diminuição do foco como pontuado por P5, "*O tubo de hiperespaço com um monte de cores sobrecarrega os sentidos*".

Com relação ao foco e atenção, a maioria dos participantes demonstraram ter perdido o foco em alguns momentos em ambos os ambientes e atribuíram principalmente aos estímulos sonoros. No entanto, alguns participantes também sentiram que elementos externos contribuem para esses momentos de desvio de atenção como relatou P9, "*Eu confesso que eu peguei algumas vezes o meu celular porque eu não estava conseguindo prestar atenção na segunda parte*".

De modo geral, o primeiro ambiente foi avaliado mais positivamente, apesar de não ser totalmente adequado à pessoas com TDAH, de acordo P5 e P6 que disse, "*Apesar do primeiro ser menos desconfortável do que o outro, barulho repetitivo é uma coisa que me incomoda muito*". No entanto, todos concordaram que a combinação de cores mais neutras, elementos naturais como árvores e paisagens ajudaram a proporcionar um maior sentimento de bem estar nesse ambiente, como apontado por P9, "*Muito bom e confortável. foi como estar num museu com ar condicionado na temperatura 22. nem tão quente nem tão frio*". Por outro lado, o segundo ambiente desencadeou emoções mais negativas como estresse, cansaço, ansiedade e perda de concentração como expressadas por P5, "*Cansativo e mais estressante*" e por P7 "*Meio agressivo, pela cor e pelo tom dos estímulos. Muito barulho*".

Ao serem questionados sobre incorporar um avatar durante a realização da dinâmica, a maioria dos participantes disseram ter se sentido muito confortável ou um pouco

confortável, nenhum participante relatou desconforto com o uso do avatar para se autorrepresentarem durante a atividade. Além disso, alguns participantes viram a atividade de visita guiada como uma boa ferramenta educacional, para complementar conhecimento de forma interativa e mais divertida, como sugerido por P5, *“Achei bem interessante a proposta, e vi boas possibilidades como ferramenta auxiliar para o aprendizado a distância”*.

A análise considerou as observações registradas durante a atividade prática, a transcrição da sessão e as respostas do questionário aplicado ao final da experiência. Os resultados apontam para os seguintes temas: (1) Foco e Atenção; (2) Estímulos Sonoros; (3) Design de Ambiente e Sobrecarga Sensorial; (4) Resposta Emocional ao Ambiente; (5) Conforto do Ambiente.

6. Discussão e Implicações

A interpretação dos dados evidenciou aspectos relacionados à carga sensorial, à organização espacial dos ambientes e à expressividade dos avatares, os quais dialogam com a literatura sobre acessibilidade cognitiva em contextos imersivos. Os achados permitem discutir possíveis implicações para o design de ambientes virtuais considerando as percepções de pessoas com características associadas ao TDAH.

6.1. Carga Sensorial e Organização do Ambiente

A comparação entre os ambientes da visita guiada indicou que a escolha das cores e a densidade de elementos influenciaram a experiência relatada pelos participantes. Ambientes com paletas mais neutras e presença de elementos naturais foram associados a maior sensação de conforto, enquanto cenários com cores intensas e maior quantidade de estímulos visuais foram descritos como mais cansativos ou distrativos. Esses relatos estão alinhados a estudos que relacionam cores e cenários naturais à percepção de bem-estar e recuperação atencional [Jia et al. 2022, Jonauskaitė and Mohr 2025, Berto 2005].

De modo semelhante, espaços mais amplos e com menor concentração de objetos foram percebidos como facilitadores da navegação e permanência na atividade, em linha com estudos que indicam que o excesso de estímulos visuais pode elevar a carga cognitiva em ambientes imersivos [Zallio and Clarkson 2022, Ghasemi et al. 2024]. No âmbito sonoro, sons contínuos ou repetitivos dificultaram a concentração, enquanto a possibilidade de ajustar o volume ou se afastar das fontes foi apontada como estratégia eficaz para retomar o foco, corroborando recomendações sobre controle de estímulos em experiências imersivas [Zhang et al. 2025].

6.2. Atenção em Contextos Imersivos

As dificuldades relatadas na manutenção do foco durante as atividades corroboram estudos que indicam que ambientes virtuais podem ampliar a competição entre estímulos sensoriais [Collins et al. 2024, Faraone et al. 2021]. Estímulos auditivos e visuais presentes no ambiente foram mencionados como fontes de distração, especialmente em tarefas que exigiam maior concentração. Alguns participantes também destacaram que fatores externos ao ambiente virtual, como sons e interrupções no espaço físico onde estavam, interferiram na experiência. Esse aspecto evidencia que a dinâmica atencional em ambientes virtuais não depende exclusivamente do design do sistema, mas também das condições contextuais do usuário.

6.3. Representação e Expressividade dos Avatares

O uso de avatares foi bem recebido, especialmente por proporcionar conforto em interações com desconhecidos, em consonância com os achados de [Gualano et al. 2024] e [Han et al. 2023] sobre o papel da auto-representação na construção de confiança e pertencimento. Os participantes sugeriram principalmente ampliar a diversidade de gestos, expressões faciais e linguagem corporal, em linha com as descobertas de [Gualano et al. 2024], que indicam o desejo de incorporar características dinâmicas nos avatares. Além disso, foi recomendada a criação de recursos não verbais, como a “nuvem de pensamentos”, alinhando-se às recomendações de [Zhang et al. 2025] para explorar o espaço periférico do avatar e aumentar sua expressividade. As percepções levantadas apontam tanto desafios quanto boas práticas de design dos ambientes e dos avatares. Parte dessas percepções estão alinhadas com estudos que tratam de acessibilidade e inclusão no metaverso [Othman et al. 2024, Zallio and Clarkson 2022, Zhang et al. 2025], mas também incluem algumas inéditas derivadas das experiências observadas no contexto desta pesquisa.

6.4. Percepções Gerais: Desafios e Necessidades de Usuários com Características Associadas ao TDAH

A Tabela 5 apresenta as percepções dos participantes em cinco dimensões relacionadas ao design do ambiente, aspectos visuais e sonoros, comunicação por avatares e regulação de estímulos. De modo geral, ambientes com menor densidade de elementos, presença de componentes naturais e maior organização espacial foram associados a mais conforto, autonomia na navegação e menor sobrecarga, em consonância com estudos sobre restauração atencional e processamento sensorial em contextos imersivos [Xia et al. 2022, Ghasemi et al. 2024].

Tabela 5. Percepções Gerais: Desafios e Necessidades de Usuários com Características Associadas ao TDAH

Índice	Aspecto e Impacto
P1. Design do Ambiente Virtual	
P1.1	Elementos naturais promovem maior conforto e reduzem estresse cognitivo [Xia et al. 2022]. Exemplos: árvores, plantas, céu.
P1.2	Ambientes amplos facilitam navegação e reduzem sobrecarga sensorial [Ghasemi et al. 2024].
P2. Aspectos Visuais	
P2.1	Cores menos saturadas reduzem a sobrecarga visual e facilitam a concentração, conforme discutido em [Zallio and Clarkson 2022]. Exemplos: Evitar cores saturadas como o vermelho.
P2.2	Elementos piscantes ou animações rápidas geram sobrecarga e distração [Collins et al. 2024].
P3. Aspectos Sonoros	
P3.1	Ruídos de fundo e sons repetitivos prejudicam a atenção. Em conformidade com [Ghasemi et al. 2024, Zallio and Clarkson 2022].
P3.2	O uso de áudio espacial foi bem visto por permitir afastamento de fontes sonoras, auxiliando na autorregulação sensorial.
R4. Avatares e Comunicação	
P4.1	Limitações em expressões faciais e gestos comprometem a autoexpressão [Gualano et al. 2024, Zhang et al. 2025]. Exemplo: dificuldade em representar emoções complexas.
P5. Zonas de Recuperação	
P5.1	É desejável que seja possível fazer controle individual para fazer ajustes de brilho e efeitos, contribuindo para reduzir sobrecarga sensorial [Ghasemi et al. 2024].
P5.2	Criação de espaços neutros e com poucos estímulos para recuperação cognitiva.

No campo visual, paletas cromáticas mais neutras e a redução de animações, luzes piscantes e objetos altamente interativos favoreceram a concentração, reforçando evidências de que estímulos visuais intensos competem pela atenção e elevam a carga cognitiva [Zallio and Clarkson 2022, Collins et al. 2024]. De forma semelhante, estímulos auditivos contínuos ou repetitivos foram percebidos como prejudiciais ao foco, enquanto a possibilidade de ajuste individual do áudio e o controle do posicionamento em relação às fontes sonoras contribuíram para a retomada da atenção, aspecto alinhado às diretrizes de personalização sensorial [Ghasemi et al. 2024, Zhang et al. 2025].

No que se refere à interação social, os participantes destacaram que limitações na expressividade dos avatares, especialmente na variedade de gestos e expressões faciais, reduzem a clareza comunicacional, indicando a necessidade de recursos que ampliem a comunicação não verbal e a sensação de presença, conforme discutido na literatura sobre autorrepresentação em ambientes virtuais [Gualano et al. 2024, Zhang et al. 2025]. Embora estratégias de mitigação da sobrecarga já sejam discutidas em estudos sobre acessibilidade em ambientes imersivos, a proposição de zonas de recuperação aponta para a incorporação de soluções espaciais voltadas à autorregulação em ambientes virtuais tridimensionais.

6.5. Limitação

A pesquisa foi realizada em uma única plataforma e em contextos específicos de uso, como atividades educacionais e exposições virtuais, o que restringe a generalização dos resultados. A amostra foi reduzida e pouco diversa, com predominância de participantes autodeclarados com TDAH, sem a inclusão de indivíduos neurotípicos ou com outras neurodivergências, impossibilitando comparações entre perfis cognitivos. Além disso, a familiaridade limitada de alguns participantes com a plataforma pode ter influenciado suas percepções, assim como a ausência do uso de tecnologias imersivas, como Realidade Virtual e Realidade Aumentada, que poderiam alterar significativamente a experiência sensorial e cognitiva.

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

Esta pesquisa contribuiu para a compreensão da interação e colaboração mediadas por avatares no metaverso a partir das percepções de indivíduos neurodivergentes, com foco em pessoas com características associadas ao TDAH. Os resultados obtidos permitiram identificar percepções relevantes sobre a configuração de ambientes imersivos e apontar oportunidades de aprimoramento voltadas à acessibilidade cognitiva, contribuindo para as áreas de Interação Humano-Computador e Sistemas Colaborativos.

Como trabalhos futuros, propõem-se a ampliação da investigação para outros contextos do metaverso, a inclusão de grupos de controle neurotípicos, a diversificação da amostra, a colaboração com profissionais da saúde mental e a realização de estudos com tecnologias de RV e RA, além do desenvolvimento e avaliação de ambientes adaptativos com controle individual de estímulos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Interação Híbrida e Colaborativa (LA-IHC) e ao projeto UAware pelo apoio e incentivo ao longo deste trabalho.

Referências

- Alimamy, S. (2024). Neurodiversity in the metaverse: Advancing customer augmentation and service accessibility. In *SaudiCIS 2024 Proceedings*, number 43. AIS eLibrary.
- Berto, R. (2005). Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. *Journal of Environmental Psychology*, 25(3):249–259.
- Braun, V. and Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3:77–101.
- Collins, J., Ko, W., Shende, T., Lin, S. Y., Jiang, L., Stevenson Won, A., and Azenkot, S. (2024). Exploring the accessibility of social virtual reality for people with adhd and autism: Preliminary insights. In *Proceedings of the 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, ASSETS '24, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Dionisio, J. D. N., III, W. G. B., Gilbert, R., and othes (2013). 3d virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities. *ACM Comput. Surv.*, 45(3).
- Faraone, S. V., Banaschewski, T., Coghill, D., Zheng, Y., Biederman, J., Bellgrove, M. A., Newcorn, J. H., Gignac, M., Al Saud, N. M., Manor, I., et al. (2021). The world federation of adhd international consensus statement: 208 evidence-based conclusions about the disorder. *Neuroscience & biobehavioral reviews*, 128:789–818.
- Ghasemi, S., Behravan, M., Ubur, S. D., and Gračanin, D. (2024). Attention and sensory processing in augmented reality: Empowering adhd population. In *International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 301–320. Springer.
- Gualano, R. J., Jiang, L., Zhang, K., Shende, T., Won, A. S., and Azenkot, S. (2024). “i try to represent myself as i am”: Self-presentation preferences of people with invisible disabilities through embodied social vr avatars. In *The 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, ASSETS '24, page 1–15. ACM.
- Han, E., Miller, M. R., DeVeaux, C., Jun, H., Nowak, K. L., Hancock, J. T., Ram, N., and Bailenson, J. N. (2023). People, places, and time: a large-scale, longitudinal study of transformed avatars and environmental context in group interaction in the metaverse. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 28(2):zmac031.
- Ismail, L. and Buyya, R. (2023). Metaverse: A vision, architectural elements, and future directions for scalable and realtime virtual worlds.
- Jia, Y., Zhang, M., Zhang, J., and Li, S. (2022). Effects of different environmental color stimuli on the cognitive performance and brain activation of college students. *Brain Sciences*, 12(1):31.
- Jonauskaite, D. and Mohr, C. (2025). Do we feel colours? a systematic review of 128 years of psychological research linking colours and emotions. *Psychonomic Bulletin & Review*, 32(4):1457–1486. Epub 2025 Jan 13.
- Meliande, R., Ribeiro, A., Arouca, M. G., Amorim, A. M., Pestana, M. C., and Vieira, V. (2024). Meta-education: A case study in academic events in the metaverse. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC 2024)*, pages 28–41, Salvador, BA. Sociedade Brasileira de Computação.

- Meta (2022). What is the metaverse? Accessed: January 12, 2025.
- Othman, A., Chemnad, K., Hassanien, A. E., Tlili, A., Zhang, C. Y., Al-Thani, D., Altınay, F., Chalghoumi, H., S. Al-Khalifa, H., Obeid, M., Jemni, M., Al-Hadhrami, T., and Altınay, Z. (2024). Accessible metaverse: A theoretical framework for accessibility and inclusion in the metaverse. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(3).
- Palmini, A. (2024). Attention-deficit/hyperactivity disorder (adhd) in adults: a multilayered approach to a serious disorder of inattention to the future. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 82(7):s00441791513.
- Panagiotidi, M., Overton, P. G., and Stafford, T. (2018). The relationship between adhd traits and sensory sensitivity in the general population. *Comprehensive Psychiatry*, 80:179–185.
- Ribeiro, A., Vieira, V., Alves, L., and Maciel, C. (2024). Vishnu: An approach to support the personalization of self-expressive avatars using context-awareness. *International Journal of Human-Computer Studies*, 185:103243.
- WAI, W. W. W. C. W. W. A. I. (2019). Cognitive accessibility at w3c. <https://www.w3.org/WAI/cognitive/>. Primeira publicação: Março 2019; Atualizado: 25 Abr 2024. Acesso em: 25 nov. 2025.
- Wang, Y., Liu, X., Arora, C., Grundy, J., and Hoang, T. (2025). Understanding vr accessibility practices of vr professionals. In *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '25, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- WCAG, W. W. W. C. (2012). W3c publishes wcag 2.0 as iso/iec standard. <https://www.w3.org/press-releases/2012/wcag2pas/>. Acesso em: 25 nov. 2025.
- Xaur (2021). Xr accessibility user requirements. <https://www.w3.org/TR/xaur/>. Acesso em: 25 nov. 2025.
- Xia, G., Henry, P., Li, M., Queiroz, F., Westland, S., and Yu, L. (2022). A comparative study of colour effects on cognitive performance in real-world and vr environments. *Brain Sciences*, 12(1).
- Zallio, M. and Clarkson, P. J. (2022). Designing the metaverse: A study on inclusion, diversity, equity, accessibility and safety for digital immersive environments. *Telematics and Informatics*, 75:101909.
- Zhang, K., Spencer, Edward Glenn Scott, J., Manikandan, A., Li, A., Li, A., Yao, Y., and Zhao, Y. (2025). Inclusive avatar guidelines for people with disabilities: Supporting disability representation in social virtual reality. In *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '25, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.

A. Dados Suplementares

Os Dados Suplementares estão disponíveis online.²

²Dados Suplementares – (URL disponível)