

ambientes virtuais inspirados em biomas brasileiros

uma análise do potencial restaurador

UFSC

Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Trabalho de Conclusão de Curso | 2022.2

Daniela Kramer | 18100491

Orientador: Carlos Vaz



RESUMO

Pesquisas na área de Psicologia Ambiental geraram resultados consistentes ao longo dos anos, comprovando que o contato com a natureza é essencial na recuperação da fadiga mental e dos malefícios gerados pelo estresse crônico nos seres humanos. No entanto, diversos fatores da vida contemporânea impedem que grande parte da população possa ter acesso aos ambientes naturais adequados, com a regularidade ideal.

Nesse sentido, a tecnologia pode ser uma aliada na manutenção da saúde mental. A exposição a simulações de natureza (através de imagens, vídeos, sons e similares) têm demonstrado efeitos positivos na recuperação da capacidade de atenção plena, diminuição nos níveis de estresse e no tratamento de ansiedade, depressão e até mesmo dores agudas e crônicas em pacientes hospitalares. Também observa-se que fatores como realismo, imersão, qualidade gráfica e inclusive as espécies de vegetação presentes, influenciam diretamente no potencial restaurador das simulações, indicando que é necessário um projeto cuidadoso do ambiente, a fim de obter uma restauração mais eficaz.

Assim, esta pesquisa busca analisar se é possível obter benefícios restauradores, em profissionais e estudantes de diferentes áreas, através da imersão por óculos de realidade virtual em um ambiente tridimensional interativo, projetado de acordo com os parâmetros estabelecidos pela psicologia ambiental aplicada à arquitetura, urbanismo e paisagismo.

SUMÁRIO

1. introdução

1.1 Motivação e justificativa	4
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Metodologia e organização do caderno.....	4

2. referencial teórico

2.1 Arquitetura e Mundos Virtuais.....	5
2.2 Reflexão.....	5
2.3 Conceitos de psicologia ambiental.....	6
2.3.1 Ambientes Restauradores	6
2.3.1.1 ART.....	6
2.3.1.2 PET.....	6

3. estudos de caso

3.1 Pesquisas semelhantes.....	7
3.1.1 Matilla et al., (2020).....	7
3.1.2 Wang et al., (2022).....	7
3.1.3 A hipótese de Han.....	7

4. diretrizes

4.1 Diretrizes técnicas.....	8
4.2 Diretrizes projetuais.....	8
4.3 Diretrizes de apresentação.....	8

5. proposta

5.1 Composição.....	9
5.1.1 Partido.....	9
5.1.2 O que é um bioma?.....	9
5.1.3 Volumetria inicial	9
5.1.4 Materiais.....	10
5.1.5 Relevo.....	10
5.1.6 Percurso.....	10

5.2 Representação.....	11
5.2.1 Implantação.....	11
5.3 Pantanal.....	12
5.3.1 Características.....	12
5.3.2 Referências	12
5.3.3 Vegetação	12
5.3.4 Perspectivas	13

5.4 Mata Atlântica	14
5.4.1 Características	14
5.4.2 Referências	14
5.4.3 Vegetação	14
5.4.4 Perspectivas.....	15

5.5 Cerrado	16
5.5.1 Características.....	16
5.5.2 Referências.....	16
5.5.3 Vegetação.....	16
5.5.4 Perspectivas.....	17

5.6 Caatinga	18
5.6.1 Características.....	18
5.6.2 Referências.....	18
5.6.3 Vegetação	18
5.6.4 Perspectivas.....	19

5.7 Interações	
5.7.1 Caminhabilidade	20
5.7.2 Interações sonoras	20
5.7.3 Iluminação	21
5.7.4 Clima e Ambientação	21

5.8 Otimização e testes	
5.8.1 Simplificação do modelo	22
5.8.2 Testes de exportação	22

6. simulação

6.1 Aplicação.....	23
6.1.1 Especificações.....	23
6.1.2 Método de apresentação.....	23
6.1.3 O teste.....	23
6.2 Resultados	24
6.2.1 Impressões gerais.....	24
6.2.2 Feedback.....	24
6.2.3 Comentários e sugestões.....	24

7. considerações finais

7.1 Resultados	25
7.1.1 Análise	25

8. referências.....26

lista de figuras

Figura 1 - Mapa do Mundo Virtual Decentraland.....	5
Figura 2 - Captura de tela da floresta proposta.....	7
Figura 3 - Interações disponíveis no parque virtual.....	7
Figura 4 - Biomas brasileiros	9
Figura 5 - Etapas de composição.....	9
Figura 6 - Esquema de Blueprints do material.....	10
Figura 7 - Elementos de direcionamento do caminho.....	10
Figura 8 - Etapas de construção do projeto.....	10
Figura 9 - Referências Pantanal.....	12
Figura 10 - Referências Mata Atlântica.....	14
Figura 11 - Perfil esquemático da planície costeira e da serra submontana	14
Figura 12 - Referências Cerrado.....	16
Figura 13 - Esquema do gradiente fitofisionômico do cerrado	16
Figura 14 - Referências Caatinga.....	18
Figura 15 - Esquema do gradiente fitofisionômico da Caatinga	18
Figura 16 - Texturas prejudicadas devido à otimização.....	22

INTRODUÇÃO

motivação e justificativa

A motivação deste trabalho surgiu a partir de uma inquietação pessoal. Ao longo do período do curso de Arquitetura e Urbanismo, a área de tecnologia despertou meu interesse; no entanto, por diversas vezes tive a sensação de não estar explorando ao máximo as ferramentas disponíveis, muitas vezes por falta de tempo hábil ou cansaço devido às demandas cotidianas. Foi possível perceber também esses mesmos sentimentos em outros colegas.

Somou-se a isso a questão de ter enfrentado a pandemia de COVID-19 em meio à graduação. Estar em frente às telas, estudando e trabalhando durante a maior parte dos dias, e ver os efeitos negativos desse distanciamento para a comunicação, desempenho acadêmico e também minha saúde mental, motivou-me a querer entender como a tecnologia poderia se tornar uma aliada, e não uma barreira, em cenários como este.

Ao entrar em contato com as teorias da Psicologia Ambiental, pude perceber de maneira mais clara o quanto o ambiente poderia influenciar diretamente nos níveis de estresse e produtividade, gerando, inclusive, esgotamento psicológico e outras consequências relacionadas ao estresse.

Através de pesquisas iniciais, compreendi que estas questões estão diretamente relacionadas ao modo de vida atual. Cada vez há maior necessidade de atenção dirigida (no trabalho, estudo, trânsito). Em contrapartida, enfrenta-se uma disponibilidade cada vez menor de tempo livre e locais físicos que auxiliem no alívio do estresse, o que resultou em uma piora nos índices de saúde mental das sociedades ocidentais nas últimas décadas, com aumento no nível de doenças mentais relacio-

nadas ao estresse, como Síndrome de Burnout e depressão (OLIVEIRA et al., 2014).

Pude compreender também que a pandemia de COVID-19 surgiu como um agravante a esta situação já delicada. A necessidade de isolamento social impediu o acesso aos ambientes físicos que poderiam reduzir os níveis de estresse, além de exigir um nível de atenção dirigida muito maior, uma vez que, precisando cumprir as obrigações diárias de trabalho e estudo remotamente, estando no ambiente residencial e vivendo um cenário de luto, medo e incerteza (ORNELL et al., 2020), inibir as distrações torna-se uma tarefa ainda mais desafiadora, e a fadiga mental surge como consequência.

Portanto, este TCC surge como uma tentativa de utilizar as ferramentas digitais para compreender melhor a influência psicológica dos ambientes, e, se possível auxiliar na manutenção da saúde mental em contextos em que o deslocamento físico é limitado ou os locais físicos disponíveis são insuficientes.



objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral compor um protótipo através do qual seja possível analisar quais devem ser as características de um ambiente virtual para que ele possa exercer benefícios psicológicos. Além disso, aproximar a discussão a respeito das tecnologias de modelagem 3D, renderização e mundos virtuais, do meio acadêmico. Para tais fins, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Relacionar os conceitos de Mundos Virtuais e Arquitetura, para buscar compreender como se dá a participação de arquitetos e urbanistas nesse cenário;

- Investigar, através de pesquisa bibliográfica, conceitos relacionados à psicologia ambiental e também ao contexto de mundos virtuais, buscando entender como a experiência virtual poderia influenciar na qualidade de vida dos indivíduos;

- Entender quais serão as melhores ferramentas para a construção e apresentação desse ambiente virtual;

metodologia e organização do caderno

Após a sistematização dos processos ocorridos ao longo destes meses de trabalho, optou-se por organizar o caderno em tópicos, de acordo com as etapas de pesquisa que foram necessárias para a elaboração do protótipo, descritos abaixo:

1. REFERENCIAL TEÓRICO

Etapa inicial de pesquisa e compreensão de conceitos norteadores, a fim de entender melhor a produção de outros pesquisadores acerca do tema e também as principais teorias já consolidadas que o permeiam;

2. ESTUDOS DE CASO

Seleção e estudo mais aprofundado de alguns projetos com objetivos similares para auxiliar no direcionamento da pesquisa, buscando estabelecer correlações que possam auxiliar na definição dos parâmetros para o protótipo;

3. DIRETRIZES

Definição, com base nas etapas anteriores, de parâmetros que sirvam de base para a elaboração do ambiente virtual, levando em conta desde a tecnologia necessária, até princípios de composição e paisagismo;

4. PROPOSTA

Consiste na etapa prática de criação, modelagem e testagem do ambiente, conforme os critérios pré-estabelecidos e a viabilidade técnica;

5. SIMULAÇÃO

Fase de aplicação do modelo em um grupo de voluntários, a fim de coletar suas percepções, sugestões e verificar se o protótipo é efetivamente capaz de produzir efeitos benéficos para estresse e fadiga mental.

REFERENCIAL TEÓRICO

Arquitetura e mundos virtuais

Metaverso é o termo utilizado para descrever um conceito de internet futura, composta por um conjunto de espaços virtuais tridimensionais e compartilhados (MONETA, 2020).

O conceito de metaverso foi utilizado pela primeira vez em Snow Crash, livro de ficção científica escrito por Neal Stephenson, de 1992. Nessa época, ainda não era viável a execução de um universo virtual tridimensional, devido a limitações tecnológicas. No entanto, o desenvolvimento atual e o crescente interesse por plataformas sociais cada vez mais imersivas, têm levado o mercado e os usuários nessa direção.

A expressão mais significativa desses conceitos no cenário atual está ligada à indústria de jogos. Já existem mundos virtuais ativos e contendo com diversos usuários, nos quais é possível realizar diversas atividades (transações financeiras, compra e venda de bens digitais, comunicação) além do jogo em si.

Uma limitação tecnológica enfrentada pelos criadores de jogos relaciona-se a uma questão de hardware. Grande parte dos usuários, mesmo os com acesso a tecnologia de ponta, não possuem computadores potentes o suficiente para reproduzir um cenário complexo e realista, que já pode ser atingido através de modelagem tridimensional em softwares como Unreal Engine (desenvolvido pela criadora de jogos Epic Games), mas torna-se muito pesado para ser utilizado com fluidez pelos jogadores. Softwares como esse utilizam tecnologia de renderização em tempo real, que necessita de processadores e placas gráficas que ainda são inacessíveis para a maioria dos usuários.

No entanto, a popularização desses programas entre arquitetos e artistas de ArchViz visualização arquitetônica, representação

gráfica de projetos voltada para o mercado imobiliário) têm sido crescente, devido a sua integração com os softwares já utilizados por esse público e seu resultado fotorrealista, além de considerar que esses profissionais já costumam possuir equipamentos de hardware mais avançado, devido a complexidade dos outros softwares da área.

Apesar disso, ainda é pequena a presença de arquitetos na construção dos mundos virtuais. As principais plataformas da atualidade estão sendo construídas por programadores, desenvolvedores de jogos e pelos próprios usuários, que nem sempre possuem o conhecimento técnico a respeito de critérios importantes como estética, interação cultural e social e argumentos conceituais, que são base para a formação de arquitetos e urbanistas. O resultado são ambientes muito fantasiosos, similares a cenários de desenhos animados (Figura 1), que muitas vezes apenas reproduzem características do mundo real, mesmo que não faça sentido no virtual (MONETA, 2020).

Os arquitetos, como profissionais responsáveis por criar ambientes qualificados, e familiarizados com representações bidimensionais e tridimensionais de projetos, seriam indispensáveis na criação desses espaços. O universo digital rompe barreiras do mundo físico, permitindo uma expressão mais genuína da criatividade e do potencial artístico da arquitetura, e deixando de lado condicionantes físico-ambientais, como clima, insolação, legislação e até mesmo a gravidade. Por outro lado, diversos partidos arquitetônicos baseiam-se justamente nessas condicionantes, podendo ser um desafio criar objetos arquitetônicos sem elas - e este pode ser um dos motivos pelos quais os arquitetos ainda demonstram certo receio em projetar para o metaverso.

Outro ponto relevante é que os mundos virtuais permitem que os objetos arquitetônicos sejam visualizados e testados pelos usuários, podendo ser modificados de acordo com as necessidades, ou até mesmo descartados caso não atinjam seu propósito. Essa condição é praticamente impossível de ser replicada no mundo real, e a possibilidade tornaria o trabalho dos arquitetos mais colaborativo e eficiente, inclusive em casos de edificações a serem construídas posteriormente no mundo real.



Figura 1 - Mapa do Mundo Virtual Decentraland. Mesmo não havendo necessidade física de ruas, calçadas ou bancos, esses elementos foram reproduzidos. Este mundo é criado diretamente pelos usuários.

REFLEXÃO: pandemia e saúde mental

A pandemia de Coronavírus (COVID-19), doença infecciosa de alto potencial de contágio, estendeu-se pelos anos de 2020 a 2022, modificando a maneira como a sociedade humana organizou-se durante milhares de anos. Uma situação que inicialmente acreditou-se ser temporária, mostrou que há a possibilidade de um mundo remoto - com menos deslocamentos, menos contato humano direto e maior presença de dispositivos tecnológicos. Isso afetou diretamente a rotina familiar, acadêmica e laboral, mudando a maneira de se relacionar com os outros e com o espaço, e trazendo consequências à saúde mental da população que talvez ainda não possam ser compreendidas em sua totalidade.

Em um contexto pandêmico, profissionais da saúde tendem a focar mais no patógeno e em seu tratamento, prevenção e contágio, numa busca por diminuir a transmissão e a gravidade da doença. Efeitos psicológicos e psiquiátricos, a nível individual e coletivo, tendem a ser colocados em segundo plano e, por muitas vezes, subestimados (ORNELL et al., 2020). Os níveis de estresse e ansiedade nos indivíduos aumentam, o que é agravado pela constante disseminação de informações falsas a respeito da doença, e pela incerteza de quando a vida poderá voltar ao “normal”.

Durante a pandemia, houve um aumento significativo por parte dos brasileiros por aplicativos que se propõem a auxiliar no alívio do estresse e ansiedade e melhoria da qualidade do sono (CAVALCANTE, 2020).

Nesse contexto, a criação de novas plataformas e ambientes virtuais que permitam uma experiência menos desgastante aos usuários, ou mesmo que ofereçam ambientes capazes de fornecer alívio a estas questões, pode agregar diversos benefícios.

CONCEITOS DE PSICOLOGIA AMBIENTAL

AMBIENTES RESTAURADORES

A Psicologia Ambiental concentra-se em estudar a relação entre os fatores ambientais e o comportamento humano. O conceito de ambientes restauradores ganhou destaque nos estudos científicos do meio a partir da década de 1980, através de nomes como Altman & Wohlwill, Rachel e Stephen Kaplan e Roger Ulrich; os três últimos foram responsáveis pelo cunho do termo (ambiente restaurador), e por desenvolverem as duas principais teorias para melhor entendê-lo: A ART (Teoria da Restauração da Atenção, Attention Restoration Theory), de Kaplan e Kaplan, e a PET (Teoria Psicoevolucionista), de Ulrich (SILVEIRA et al., 2019).

Apesar de diferirem em alguns aspectos sobre o processo restaurador, as duas teorias concluem que os ambientes, principalmente os naturais, podem exercer papel ativo na recuperação das habilidades e recursos afetados por estímulos estressores. Estes estímulos advêm de diversas situações do cotidiano, e podem gerar prejuízos à saúde mental e física, caso o indivíduo não seja capaz de recuperar-se. Por isso, a importância de proporcionar ambientes que auxiliem nesse processo restaurador.

A seguir, estão descritos com mais detalhes os efeitos negativos que o estresse pode gerar no corpo humano, assim como uma breve explicação das duas teorias principais sobre Ambientes Restauradores e os conceitos relacionados a elas.



ESTRESSE

Ulrich define estresse como o conjunto de reações a eventos, situações ou ambientes percebidos por um indivíduo como uma ameaça que desafia o seu bem-estar (ULRICH et al., 1991). Aos eventos que desencadeiam estresse, dá-se o nome de fatores estressores.

A fim de combater esses fatores ameaçadores, são desencadeadas diversas reações psicofisiológicas no corpo, que vão desde o surgimento de sentimentos negativos, até o aumento da frequência cardíaca, tensão muscular e liberação de hormônios como o cortisol.

Esse esforço para mobilizar recursos necessários para combater o estresse pode trazer diversos prejuízos à saúde do indivíduo, tanto a curto quanto a longo prazo. Sem a recuperação adequada, surgem sintomas como a fadiga, perda de desempenho e danos crônicos no sistema cardiovascular e imunológico.

Teoria Psicoevolucionista (PET)

Para a Teoria Psicoevolucionista, a restauração é necessária para restabelecer as condições físicas e psicológicas que antecedem ao fator estressor.

Ulrich defende que essa recuperação é inerente ao ser humano, pois trata-se de um mecanismo de sobrevivência. O ambiente físico demonstraria influência direta na recuperação dos efeitos causados pelo estresse, podendo permitir ou mesmo promover essa restauração.

O papel passivo do ambiente (ou seja, quando permite a restauração) se dá pelo simples fato de eliminar os fatores estressores, como ruído constante ou pouca privacidade. Alguns ambientes, no entanto, podem atuar também de maneira ativa na recuperação. Esses seriam os chamados ambientes restauradores.

O ambiente restaurador da PET possui características que se alinham às necessidades primitivas do ser humano: proteção, controle, fácil movimentação e acesso a água e alimentos (Ulrich et al., 1991), sendo que o ambiente natural imaculado, aquele que melhor atende a estes critérios.

Para garantir essa sensação de proteção, o ambiente deveria ter, portanto, complexidade moderada, profundidade e limites claros, certa ordem, presença de um ponto focal, porém permitindo que se tenha uma visão ampla do todo, a fim de identificar prontamente possíveis ameaças que possam surgir. Ou seja: um ambiente muito carregado de informações visuais, como é o caso do urbano, não seria eficaz.

Teoria de Restauração da Atenção (ART)

Esta teoria possui uma lógica diferente. Para Kaplan, a atenção pode ser solicitada de maneira natural e involuntária, quando um estímulo parece suficientemente interessante ao indivíduo ao ponto que ele não precise de esforço para manter o foco (denominada fascinação); ou, através da decisão deste indivíduo, que escolhe direcionar sua atenção a tarefas que por si só não gerariam fascinação, mas que ele acredita que devam ser concluídas (denominada atenção dirigida).

Para sustentar a atenção na tarefa desinteressante, é necessário um esforço por parte do cérebro, que atua inibindo possíveis distrações. Porém, este mecanismo inibitório tende a perder efetividade, uma vez que está sujeito à fadiga.

Ao experienciar um ambiente que cumpra os requisitos abaixo, o cérebro teria a chance de recuperar-se do estado tenso e fatigado em que se encontrava após horas de atividades direcionadas, permitindo o resgate da eficiência na habilidade de tomada de decisões, juntamente com a capacidade de processamento psicológico e emocional (DILLON; CAI, 2022).

- Afastamento: mudança no conteúdo mental do indivíduo, daquilo que causou a fadiga para um assunto diferente, seja envolvendo deslocamento físico ou não;

- Fascinação: elementos que atraíam atenção de maneira involuntária, pois isso permite o descanso da mente fatigada;

- Extensão: refere-se ao engajamento do sujeito com a situação, ou seja, se aquilo o entretém, mas de maneira organizada suficiente para não causar impressão de caos;

- Compatibilidade: identificar-se, ou seja a atividade deve estar alinhada com os desejos e subjetividades do indivíduo.

ESTUDOS DE CASO

PESQUISAS SEMELHANTES

Matilla et al.(2020)

Dentre a bibliografia estudada, esta pesquisa é a que mais se assemelha ao TCC, por isso foi analisado de maneira mais aprofundada.

Foi proposto um ambiente de floresta em realidade virtual, muito similar ao idealizado nesta pesquisa, além de utilizar o mesmo software de modelagem (Unreal Engine) e óculos de RV com tecnologia similar (HTC Vive), e de apresentar um procedimento muito similar: os pesquisadores modelaram um entorno natural limitado, levando em consideração as espécies de vegetação escolhidas, limitando o tempo de exposição e mantendo o maior nível de detalhamento possível do modelo (Figura 2). Assim, algumas características adotadas pelos pesquisadores após vários testes, podem ser replicadas no protótipo e serão retomadas a seguir, nas DIRETRIZES.

O estudo em questão foi realizado na Finlândia e contou com mais de 100 participantes que responderam diversos questionários de medição, obtendo dados mais precisos. Os resultados indicam que, após uma pequena pausa nas tarefas diárias utilizando a floresta virtual, os participantes obtiveram melhoras significativas de vitalidade, humor e restauração (relaxamento, restauração de fadiga mental e clareza de pensamentos).



Figura 2 - Captura de tela da floresta proposta

“O sistema de RV [Realidade Virtual] móvel pode permitir que trabalhadores e estudantes mentalmente fatigados sintam algum alívio dos fatores estressantes do mundo real, como se tivessem realmente experimentado um período de férias. Além disso, pessoas com deficiência, idosos e pacientes hospitalares poderiam usar facilmente a terapia com natureza em RV em ambientes domésticos e de hospitais. [...] Em conjunto, os resultados deste estudo sugerem que a terapia de natureza com VR pode um dia fornecer um tratamento de auto-ajuda e autoadministrado para fadiga mental e de atenção na vida cotidiana.”

(CHUNG; LEE; PARK, 2018)

Wang et al. (2022)

Este trabalho comparou a eficácia de quatro experiências imersivas diferentes. Foi criado um ambiente virtual de parque, no qual cada área permitia ao usuário executar uma ação diferente através do óculos de realidade virtual, como é possível observar na imagem 3.



Figura 3 - Interações disponíveis no parque virtual: soltar pipa, regar plantas, pescar no lago e alimentar os pássaros no gramado.

Sua relevância para esta pesquisa se dá principalmente porque a criação do espaço contou com a participação de profissionais de arquitetura, paisagismo e design, e utilizou ferramentas mais habituais, como Autocad, SketchUp e Lumion, realizando a imersão através do Unity.

Apesar de proporcionar um nível de realismo menor, o ambiente pode ser executado com mais simplicidade por profissionais da área e também foi possível obter pontos a se atentar através de seus resultados: os usuários questionaram a iluminação e saturação das cores, além da escala de alguns objetos que pareceu irreal.

A HIPÓTESE DE HAN

Esta pesquisa comparou os seis maiores biomas naturais - deserto, tundra, savana, floresta conífera, floresta temperada e floresta tropical - para verificar se havia diferença no potencial restaurador e nas impressões dos voluntários sobre esses ambientes.

Assim como em Matilla, levantou-se a hipótese de que o tipo de vegetação, relevo e outras condicionantes naturais poderia gerar resultados diferentes de restauração nos voluntários, mesmo todos sendo ambientes naturais intocados. Apesar de ter sido realizado com ferramentas pouco imersivas (projeção de imagens estáticas das paisagens de cada bioma), o autor obteve resultados conclusivos, indicando que a maior parte dos voluntários respondeu melhor aos biomas Tundra e Floresta Conífera.

Diversos pesquisadores buscaram compreender quais seriam os critérios evolutivos que poderiam levar a tendências de preferência por certas paisagens, e uma das teorias mais aceitas, como já mencionado anteriormente, é a presença de condições adequadas à sobrevivência, como boa visibilidade e presença de fontes de água. No entanto, esta pesquisa demonstrou que, além disso, a densidade de copas de árvores e presença de variações de cores, além do próprio ambiente físico que os participantes vivem, pode, influenciar nos resultados. Por exemplo, para os participantes do Texas, que enfrentavam clima quente e úmido, o ambiente preferido foi o de floresta conífera, que é justamente frio e seco.

A realização de um estudo similar com participantes brasileiros, levando em consideração as diversas paisagens naturais que o país possui, poderia produzir resultados interessantes a respeito da influência da composição vegetal na restauração da atenção, e a experiência imersiva demonstra-se a maneira mais eficiente de realizar essa simulação.

DIRETRIZES

Conforme elucidado pela bibliografia estudada, o realismo e nível de detalhe gráfico do cenário utilizado é essencial para a eficácia do processo restaurador. Além disso, para seguir os parâmetros de interoperabilidade e acessibilidade que garantam a possibilidade de que o protótipo possa ser utilizado como um mundo virtual funcional, é necessário utilizar um software que se adeque ao propósito.

Os dois softwares mais eficientes atualmente são o Unreal Engine e o Unity. Ambos surgiram como motores de jogos e contam com tecnologia de renderização em tempo real, proporcionando resultados fotorealistas.

Além disso, também foram extraídas diversas variáveis de projeto e de apresentação a partir das pesquisas semelhantes, principalmente em relação à experiência do usuário. Percebe-se que a relação entre qualidade da modelagem e fluidez da experiência deve sempre ser priorizada, uma vez que uma modelagem com detalhes demais, pode acabar prejudicando o desempenho dos dispositivos (computador e óculos de Realidade Virtual) e deixando a experiência desagradável.

Diretrizes técnicas

SOFTWARE

O Unreal Engine 5.0.3 foi escolhido para este estudo porque, além de sua qualidade gráfica, permite diversas interações para o usuário, como sons e movimento em tempo real dos objetos, através de seu sistema de Blueprints.

HARDWARE

Para utilização do Unreal, é necessário um computador que possua placa gráfica e processador avançados, uma vez que a renderização em tempo real de cenários detalhados exige dos componentes.

Já para a apresentação, optou-se pelo óculos de Realidade Virtual Quest 2, por questão de acessibilidade e portabilidade (pode ser utilizado sem muitas configurações prévias e permite integração com o Unreal).



+



Quest 2

Diretrizes projetuais

A partir dos estudos similares, foram extraídos alguns parâmetros para o protótipo, em termos de composição projetual:

- Manter o máximo nível de detalhamento possível, considerando as limitações de software e hardware, para não prejudicar a fluidez da experiência;

- Considerar as espécies de vegetação utilizadas no protótipo, buscando as mais próximas possíveis das reais;

- Utilizar artifícios sensoriais para elevar a percepção de presença (sons, simulação de vento), tornando a experiência multisensorial;

- Manter os objetos próximos da escala real, utilizar brilho e saturação de imagem medianos (evitar cores vibrantes e excesso de luminosidade);

- Evitar movimentações aceleradas dos elementos, pois pode gerar tontura ou atrapalhar o processo de relaxamento.

- Compor o espaço de modo que o usuário sintase convidado a explorar, mas manter alguns elementos direcionadores para evitar frustração na experiência.

Diretrizes de apresentação



- Limitar o tempo de exposição. Os estudos demonstraram que, após certo período, os usuários tendiam a ficar agitados ou frustrados;

- Realizar a imersão em um ambiente calmo, com o participante sentado. Os pesquisadores perceberam que, ao explorar o ambiente em pé, os usuários tendiam também a maior agitação, podendo prejudicar o efeito de relaxamento.

- Considerar o nível de familiaridade dos usuários com a tecnologia apresentada. É importante realizar a explicação prévia dos comandos básicos do ambiente, uma vez que, possivelmente, os voluntários não terão experiência prévia com o óculos de RV. Se houver dificuldade de manuseio do ambiente ou desconforto (como tontura ou excesso de luminosidade), os resultados podem ser prejudicados.

PROPOSTA

COMPOSIÇÃO

PARTIDO

O objetivo desta etapa é realizar a modelagem do ambiente virtual tridimensional de acordo com os critérios estabelecidos.

Para este protótipo, será levada em consideração a hipótese estudada por Han e outros pesquisadores, a fim de verificar se os diferentes biomas naturais podem trazer experiências distintas ao usuário.

Conforme citado anteriormente, os ambientes com maior potencial restaurador são os de natureza intocada ou com poucas intervenções. Por isso, optou-se por uma composição orgânica, que mistura diversos materiais e espécies vegetais, a fim de buscar uma estética mais próxima à da natureza real.

Para reproduzir esses cenários, buscou-se referências em alguns dos principais biomas brasileiros. Para melhor compreensão, buscou-se primeiramente explorar melhor este conceito de bioma.

O QUE É UM BIOMA?

Segundo a definição do IBGE:

"Bioma é um conjunto de vida vegetal e animal, constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação que são próximos e que podem ser identificados em nível regional, com condições de geologia e clima semelhantes e que, historicamente, sofreram os mesmos processos de formação da paisagem, resultando em uma diversidade de flora e fauna própria."

Ou seja, além de considerar a formação vegetal, é necessário também tentar reproduzir o relevo e o clima que caracterizam cada bioma, pois são essenciais para sua identificação. Ainda segundo o IBGE, o território brasileiro conta com seis grandes biomas:



Figura 4 - Biomas brasileiros

Para este projeto, foram selecionados os biomas PANTANAL, MATA ATLÂNTICA, CERRADO e CAATINGA. Esta escolha se deu devido ao contraste entre as paisagens dessas regiões, o que poderia permitir uma experiência mais variada. Com a simulação, além de coletar os relatos e sugestões dos voluntários sobre o modelo, serão investigadas empiricamente também algumas questões:

1. O sistema virtual utilizado é capaz de fornecer sensação de presença ao usuário de maneira que ele se sintasse visitando o bioma em questão?
2. Um bioma com maior disponibilidade de recursos de sobrevivência (água e densidade vegetal) tende a ser preferido pelos usuários, em termos de beleza estética e de restauração?
3. O local físico no qual os usuários vivem pode afetar suas preferências, fazendo-os optar por um cenário diferente, como aconteceu no experimento do Texas?

VOLUMETRIA INICIAL

Para determinar a área necessária para o protótipo, foram levadas em consideração as condicionantes ditadas pelo software utilizado e pelo próprio projeto, uma vez que não se trata de um terreno físico.

Como o Unreal Engine é um software de modelagem de jogos, a ferramenta de criação de terrenos permite grandes dimensões. Assim, o primeiro passo foi definir qual seria o melhor tamanho e formato para o percurso.

Através de diversos testes, percebeu-se que um terreno com menos de 100 metros de largura ocasionava uma baixa resolução no programa, por isso estabeleceu-se como valor mínimo. Devido a algumas pré-definições do programa, chegou-se à medida de 127m.

Quanto à proporção, optou-se por um terreno em formato linear de 1:4, para auxiliar na organização do percurso. Como não existia um relevo pré-definido, foi utilizado um Mapa de Alturas criado pela autora, que destacava o caminho central e criava algumas depressões, principalmente na área do bioma Pantanal, para proporcionar a modelagem de áreas alagadas.

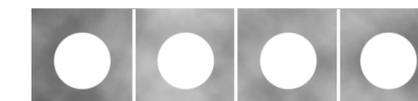
O caminho central foi desenhado de modo orgânico e levemente elevado, para que o usuário pudesse obter mais ângulos de observação de cada uma das paisagens. Ainda assim, optou-se por deixar todo o terreno disponível para exploração, mantendo o caminho apenas como uma sugestão de trajeto. Imaginou-se que a não presença de um caminho guia poderia gerar uma exploração estressante para alguns usuários.

O esquema com as etapas compositivas do terreno está apresentado ao lado.

Etapas de composição



Etapa 1 - Mapa de alturas aleatório gerado a partir do Photoshop, apenas para gerar algumas nuances iniciais de relevo.



Etapa 2 - Divisão equidistante para as 4 áreas, cada uma correspondendo a um bioma. Os círculos brancos representam a área de maior densidade de vegetação, e a área próxima às linhas, as faixas de transição entre as regiões.



Etapa 3 - as áreas mais densas foram deslocadas para as laterais, a fim de camuflar as margens do terreno. As áreas opostas serão trabalhadas com blocos de relevo, a fim de compor um ambiente que não pareça 'flutuar no espaço', o que poderia gerar estranheza.



Etapa 4 - traçado do caminho curvo que percorre o espaço entre as áreas mais densificadas.



Etapa 5 - geração do mapa base de alturas para ser importado no Unreal. As áreas mais escuras representam depressões para acomodar lagos nos biomas em que a presença de áreas alagadas é característica. As bordas do caminho foram suavizadas para não gerar uma quebra abrupta no relevo.

Figura 5 - Etapas de composição

PROPOSTA

COMPOSIÇÃO

MATERIAIS

O software utilizado possui uma vasta biblioteca de materiais e elementos provenientes do escaneamento de objetos e superfícies reais, por isso, apresentam alto nível de realismo. O sistema de aplicação de materiais ocorre como uma pintura, e para isso é necessária a programação de alguns comandos, através do sistema de Blueprints.

Inicialmente, foram selecionados os quatro materiais abaixo:



- 1 - Solo úmido de floresta com folhas secas
- 2 - Solo rochoso de floresta
- 3 - Areia seca
- 4 - Solo de floresta com musgos e grama

Utilizando os mapas PBR (que contém informações de relevo, cores e brilho das texturas), foi criado um material misto que permitiu que fossem estampadas as texturas no terreno.

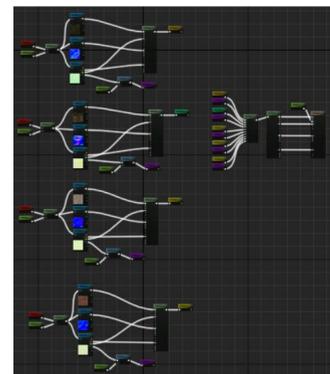


Figura 6 - Esquema de Blueprints do material

RELEVO

A importação do mapa de alturas gerou um terreno conforme a perspectiva A do esquema ao lado, após alguns ajustes e refinamentos com as próprias ferramentas de modelagem do Unreal.

As áreas definidas anteriormente para serem trabalhadas com relevo característico receberam uma composição de elementos escaneados, de modo a compor a paisagem perante a perspectiva do usuário (B).

Foi adicionado um plano de água na região dos lagos e realizada a pintura dos materiais, buscando criar um degradê entre os biomas para gerar uma transição suave.

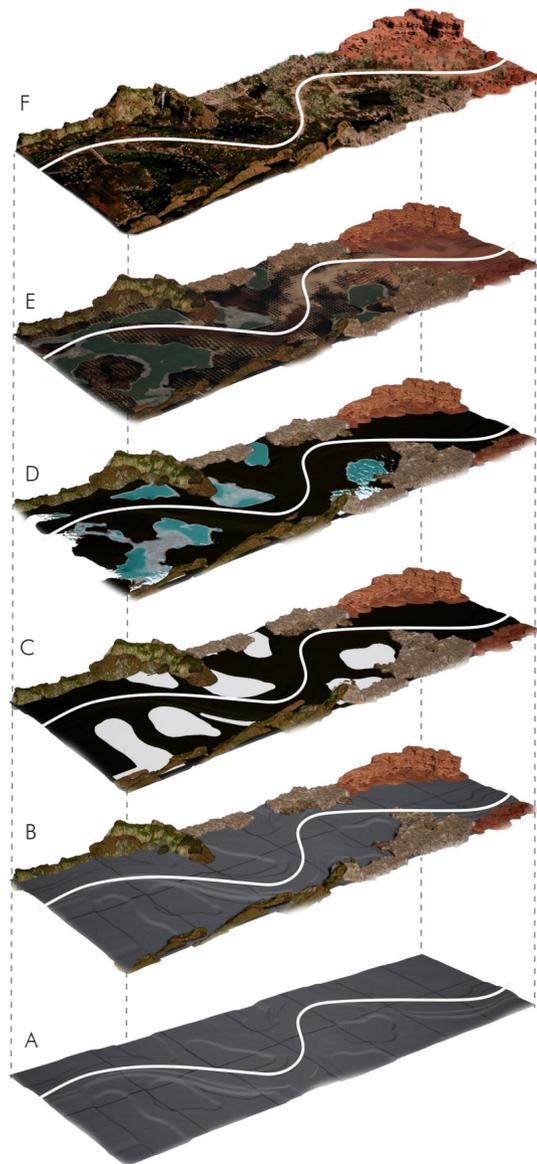
O PERCURSO

Foram utilizadas estratégias compositivas para criar um trajeto que permitisse diversos ângulos de visão ao observador e evitar confusão mental.

O material ao longo do caminho foi mantido de maneira mais uniforme, e foram adicionados alguns poucos elementos construídos (caminhos de madeira suspensos e no chão) para auxiliar no direcionamento.



Figura 7 - Elementos de direcionamento do caminho



(F) Projeto após a adição dos demais elementos (vegetação, elementos construídos, cachoeira, etc)

(E) Aplicação dos materiais complexos criados anteriormente, através de pintura.

(D) Configuração das regiões de lagos.

(C) Adição de materiais básicos ao terreno.

(B) Composição dos elementos de relevo de cada bioma utilizando elementos escaneados.

(A) Terreno gerado a partir do mapa de alturas, com alguns refinamentos.

Figura 8 - Etapas de construção do projeto

PROPOSTA

REPRESENTAÇÃO

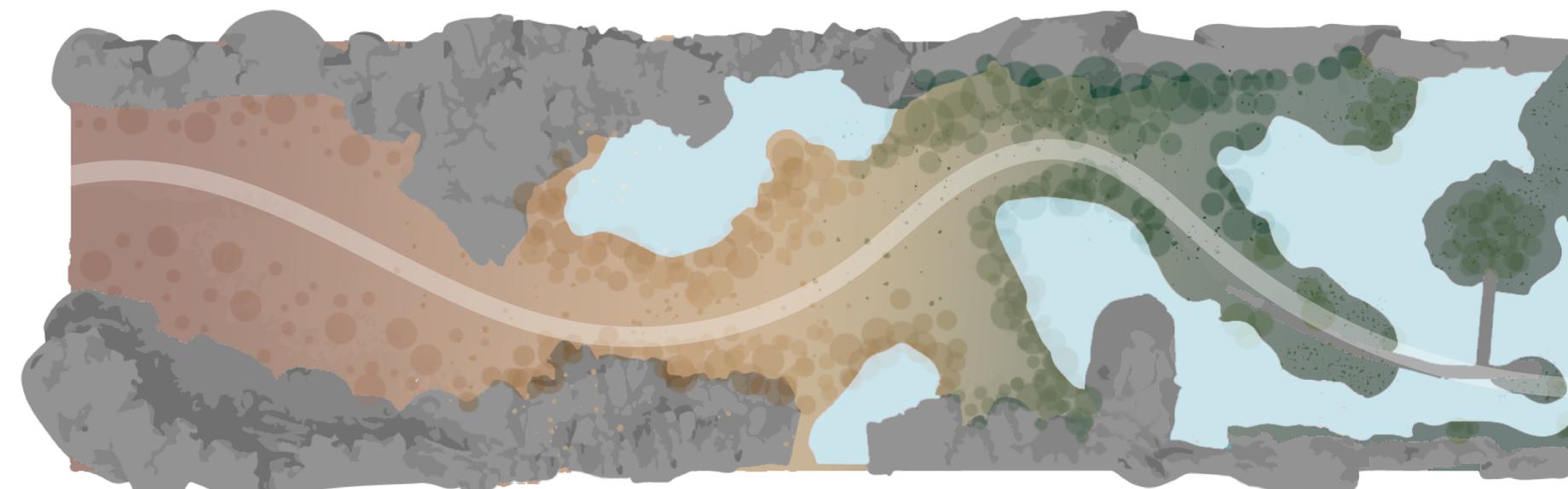
IMPLANTAÇÃO

Para melhor compreensão do projeto, devido ao grande número de elementos, foi elaborada um esquema de implantação simplificado. A densidade e tipo de vegetação estão indicados conforme as cores.



MODELO SOMBREADO

0 30,2 60,4 38,1 m



MODELO ESQUEMÁTICO

É importante ressaltar que o projeto foi elaborado com blocos de vegetação pré-configurados para Unreal, a fim de otimizar o modelo. Por isso, foram selecionados de maneira mais similar possível, porém nem todos correspondem exatamente à espécie que se desejou representar, e alguns foram repetidos em mais de um bioma.

LEGENDA

- Pantanal
- Mata Atlântica
- Cerrado
- Caatinga
- Lagos

0 12,7 25,4 38,1 m

PROPOSTA

PANTANAL

CARACTERÍSTICAS

O Pantanal é um Sistema Complexo localizado na região Centro-Oeste do Brasil, recoberto cerca de 2% do território nacional. Por localizar-se em uma planície, a drenagem da água ocorre de forma lenta, gerando alternância entre épocas de enchentes e vazantes e constituindo a maior planície inundável do mundo.

Possui clima tropical estacional, com alternância entre o período de chuvas (primavera-verão) e seca (outono-inverno). Durante o período de inundação, formam-se lagoas de água doce ou salobra. As baías (lagoas de água doce) concentram grande variedade de espécies vegetais e animais, sendo recobertas por vegetação aquática. Em contraponto, as salinas (lagoas de água salgada) são rodeadas por uma faixa de areia, desprovida de vegetação e também de espécies animais, devido à alcalinidade da água.

O Pantanal não pode ser considerado um bioma, pois não apresenta as características de uniformidade necessárias, apresentando características de biomas adjacentes, como Amazônia, Cerrado e Chaco Argentino.

A característica mais marcante da paisagem do Pantanal é a presença da baías e aguapés, reunindo espécies como *Eichhornia crassipes*, *Eichhornia azurea*, *Eichhornia subovata*, *Pontederia ovalis*, *Tipha sp.*, *Alfalfa-d'água*, além da flutuante vitória-régia (*Victoria amazonica*), enquanto as áreas não inundáveis concentram espécies similares a outros biomas. Essa foi o cenário que o protótipo buscou reproduzir.

REFERÊNCIAS



Figura 9 - Referências Pantanal

VEGETAÇÃO

Algumas espécies de referência para a escolha dos blocos:

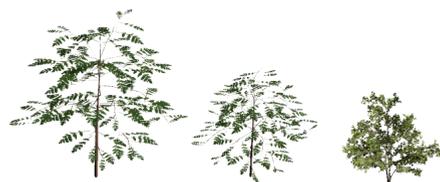
- Eichhornia crassipes*, *azurea*, *subovata* (aquáticas)
- Alfalfa-d'água* (aquática)
- Victoria amazonica* (aquática)
- Oryza latifolia* (capim)
- Guazuma ulmifolia* (árvore)



Aquáticas:
Vitória-régia e aguapés



Forração:
gramas e capins



Médio porte:
arbustos



Grande porte:
árvores



Perspectivas Pantanal

PROPOSTA

MATA ATLÂNTICA

CARACTERÍSTICAS

O nome Mata Atlântica designa o conjunto de diversos biomas de Floresta Atlântica, Tropical e Quente-Temperada. Esses biomas possuem características muito distintas entre si, por isso foi escolhido apenas um para ser representado no protótipo, a Floresta Atlântica Densa Sempre-Verde de Planície.

Como a ideia é gerar sensações distintas no usuário ao longo do percurso, optou-se por uma floresta mais densa e com características tropicais. Essa floresta concentra-se nas planícies costeiras ao longo de todo o litoral brasileiro, e é semelhante às florestas tropicais pluviais densas da Amazônia, característica que se deve à temperatura elevada e alta pluviosidade, devido ao clima equatorial.

A paisagem da mata de planícies (figura 11) é caracterizada por diversas espécies lenhosas arbóreas, herbáceas epífitas e pequenas palmeiras. Devido a essa variedade compositiva, foi possível explorar mais camadas de vegetação nessa área, mantendo a fidelidade com o relevo proposto (poucas elevações).

REFERÊNCIAS



Figura10 - Referências Mata Atlântica

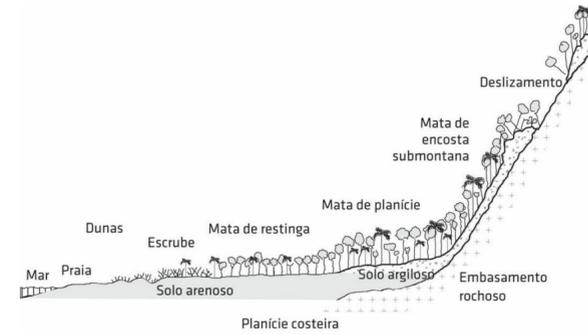


Figura 11 - Perfil esquemático da planície costeira e da serra submontana

VEGETAÇÃO

Algumas espécies de referência para a escolha dos blocos:

- Euterpe edulis (palmito juçara)
- Caesalpinia echinata (pau-brasil)
- Dalbergia nigra (jacarandá-da-bahia)
- Colocasia esculenta
- Hygrophila costata



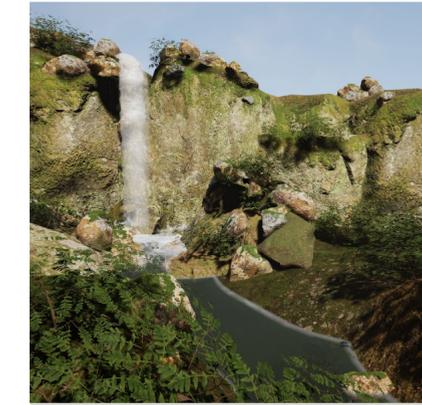
Forração:
gramas e capins



Médio porte:
arbustos e
árvores



Grande porte:
árvores



Perspectivas Mata Atlântica

PROPOSTA

CERRADO

CARACTERÍSTICAS

Cerrado é o nome regional dado ao bioma de Savana Tropical Estacional no Brasil, que recobre cerca de 1,5 milhão de quilômetros quadrados, sendo que sua região nuclear concentra-se no Planalto Central.

O clima característico é o Tropical Estacional, que permite distinção clara de uma estação úmida, que concentra 80% das chuvas anuais, indo de outubro a abril, e uma estação seca, de junho a agosto. Apesar dessa diferenciação de umidade, não há tanta variação de temperatura ao longo do ano, com médias anuais entre 20-26°C.

A vegetação do cerrado possui diversas variações, sendo constituída basicamente por duas camadas, o estrato herbáceo, que é contínuo, e o estrato lenhoso, cuja densidade varia conforme a região, conforme o esquema ao lado (Figura 12). A principal característica das árvores do cerrado é a presença de troncos tortuosos.

A presença do fogo também é uma característica marcante no cerrado, seja por origem antropogênica ou natural (raios). Por isso, o estrato herbáceo é altamente adaptado a essa condicionante.

As cores da paisagem do cerrado variam muito de acordo com a época do ano e do local. Na época seca, as herbáceas costumam ser afetadas pela deficiência hídrica, e seus ramos e folhas secam, gerando uma paisagem de tons terrosos, intercalada com as árvores que, por possuírem raízes mais profundas, mantêm as colorações de verde.

Para a composição da área no protótipo, optou-se por uma fisionomia de campo cerrado, com arbustos e gramíneas variando entre tons verdes e amarelados, e árvores espaçadas com os característicos troncos tortuosos.

REFERÊNCIAS

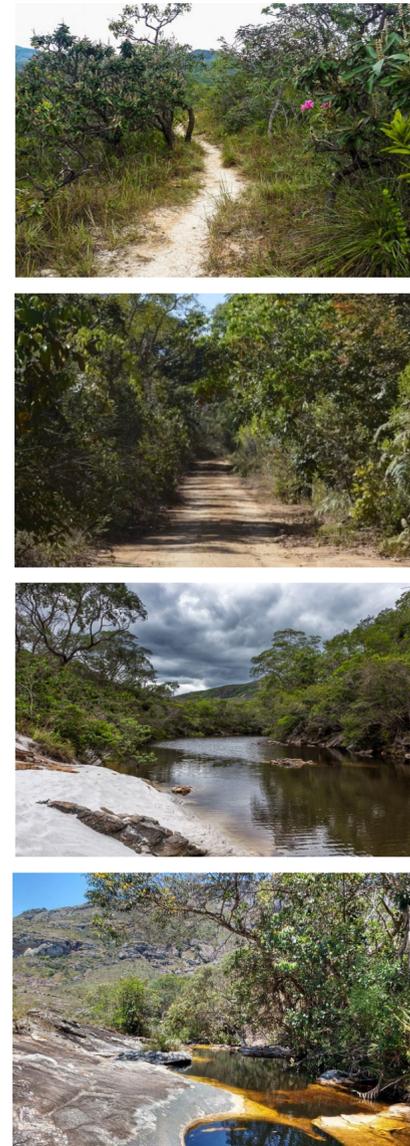


Figura 12 - Referências Cerrado

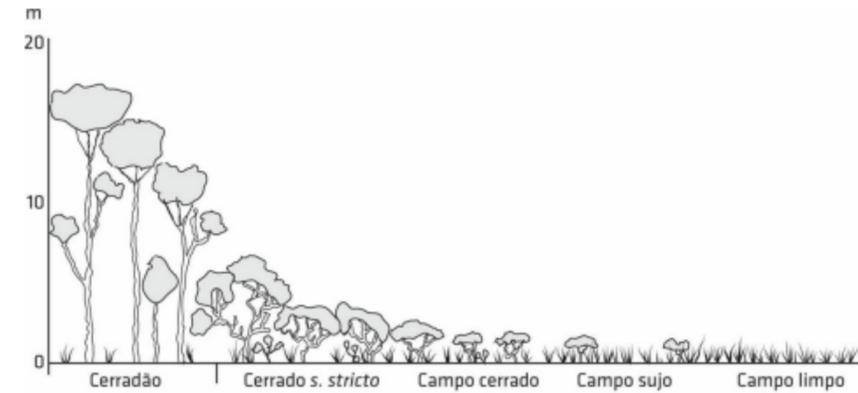


Figura 13 - Esquema do gradiente fitofisionômico do cerrado.

VEGETAÇÃO

Algumas espécies de referência para a escolha dos blocos:

- Bulbostylis paradoxa (forração)
- Stylosanthes capitata (arbusto)
- Tetrapteryx humilis (arbusto)
- Stryphnodendron adstringens (árvore)
- Dalbergia violacea (árvore)



Forração:
gramas e capins
(secos)



Médio porte:
arbustos e
árvores



Grande porte:
árvores



Perspectivas Cerrado

PROPOSTA

CAATINGA

CARACTERÍSTICAS

O nome Caatinga refere-se ao bioma Savana Tropical Estacional Semiárida, que ocorre na região nordeste do Brasil.

O clima da região é tropical estacional semiárido, com baixa pluviosidade e longos períodos de seca, principalmente em alguns anos. A temperatura média gira em torno dos 27°C, não havendo períodos mais frios.

O solo da caatinga é fragmentado e pedregoso. Sua vegetação é de savana semiárida, xerofítica e decídua. É comum a presença de espécies suculentas e recobertas de espinhos. Assim como o cerrado, a caatinga apresenta variações em seu estrato, podendo apresentar desde apenas espécies rasteiras até árvores de grande porte, dependendo da espessura do solo (Figura 14)

Para o protótipo, optou-se por utilizar um estrato de caatinga arbórea, com presença de algumas espécies de cactáceas, suculentas, arbustos e gramineas secas e algumas árvores de grande porte. Também foi trabalhado o relevo para caracterizar as chapadas e serras, que fazem parte da paisagem da caatinga.

REFERÊNCIAS



Figura 14 - Referências Caatinga



Figura 15 - Esquema do gradiente fitofisionômico da caatinga.

VEGETAÇÃO

Algumas espécies de referência para a escolha dos blocos:

- Pilosocereus gounellei*
- Cereus jamacaru*
- Mimosa sp*
- Myracrodruon urundeuva* (aroeira)

Forração:
gramas e capins
(secos)



Médio porte:
suculentas e
cactáceas



Grande porte:
árvores



Perspectivas Caatinga

PROPOSTA

INTERAÇÕES

CAMINHABILIDADE

Por padrão, o programa disponibiliza uma visualização dos controles do Oculus Quest durante o percurso. No entanto, os controles permanecem "flutuando".



Para elevar a sensação de presença do usuário, foi programado uma malha esquelética que simula as mãos e a sombra do corpo, e também reproduz os movimentos de maneira mais fluida.



LEGENDA

- 1 - Visão das mãos do personagem;
- 2 - Sombra do usuário que espelha seus movimentos ao longo do percurso;
- 3 - Animação de pássaros;
- 4 - Animação e sonorização da água;
- 5 - Som geral do percurso.

INTERAÇÕES SONORAS

Também com intuito de elevar a sensação de presença, foram adicionados sons ambiente. Escolheu-se um som de natureza de longa duração e com variações para permanecer por todo o percurso, e foi adicionado também um som de cachoeira próximo à água, para tornar a experiência mais realista.

Foi programado movimento para todos os blocos de vegetação, para que simulem o vento soprando as folhas. A água, tanto dos lagos quanto da cachoeira, se move em tempo real. Foi adicionada também uma animação de pássaros em algumas áreas.

PROPOSTA

INTERAÇÕES

ILUMINAÇÃO

Foram feitos alguns testes de iluminação para verificar a configuração que geraria maior conforto ao longo do percurso. Inicialmente, o sol havia sido configurado para uma posição elevada;

No entanto, durante os testes, percebeu-se que essa iluminação estava gerando ofuscamento no usuário e estava deixando o ambiente com uma atmosfera fria. Por isso, optou-se por uma luz mais quente e suave.



CLIMA E AMBIENTAÇÃO

Para garantir maior realismo ao modelo, foram feitas algumas configurações adicionais. A adição de nuvens com movimento em tempo real e de uma leve neblina geram maior conforto visual, e foi adicionado também um Volume de pós-produção. Este elemento permite regular a saturação e exposição das cores para garantir que não haja descon-

forto ao caminhar, pois uma das principais observações dos participantes das pesquisas analisadas foi referente ao desconforto visual devido às cores fortes. A imagem X mostra a diferença dessas configurações para a visão do usuário.

PROPOSTA

OTIMIZAÇÃO E TESTES

SIMPLIFICAÇÃO DO MODELO

Por se tratar de um modelo renderizado em tempo real e exibido no óculos de realidade virtual, foram necessárias algumas otimizações para que o percurso pudesse fluir com agilidade.

Primeiramente, o óculos de realidade virtual não possui a mesma capacidade de processamento de dados do que o computador, por isso é necessário tornar o projeto mais leve para que possa ser utilizado nele.

Ao longo do processo de projeto, foram executados diversos testes para verificar a fluidez. Após adicionar certa densidade de vegetação e texturas de alta qualidade, o protótipo apresentou piora de desempenho. Por isso, os blocos de vegetação foram otimizados individualmente para uma configuração com menos polígonos, e as texturas foram reduzidas, o que pode afetar o nível de detalhe e, conseqüentemente, a sensação de presença no ambiente. Por isso, alguns elementos mais relevantes foram mantidos com sua qualidade máxima.

Também foi necessário executar simplificações de modelagem nos blocos de relevo, o que gerou alguns pontos de textura em baixa resolução (Figura 16).



Figura 16 - texturas prejudicadas devido à otimização

Optou-se também por utilizar modelos de vegetação fornecidos pelos próprios desenvolvedores do programa. Apesar de ser possível adicionar outros, mais detalhados e com as espécies corretas, seriam necessárias muitas modificações para que estes fossem adequados para o modelo, e a quantidade de polígonos elevada prejudicaria o desempenho. Como se trata de uma experiência que deve ser agradável para o usuário, a qualidade máxima que poderia ter sido atingida em questão de realismo foi sacrificada, em detrimento da funcionalidade.

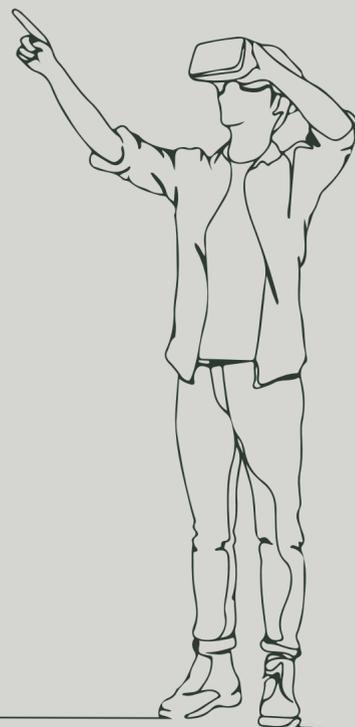
TESTE DE EXPORTAÇÃO

Ao elaborar um projeto em Unreal, é possível gerar um arquivo de jogo Android, o que permite a instalação em outros dispositivos de maneira independente, como um aplicativo.

Para isso, é necessário realizar a integração do programa com outras plataformas. Primeiramente, é necessário a instalação das versões corretas de Javascript e do ambiente de desenvolvimento para Android (Android Studio), além do ambiente de desenvolvimento da Microsoft (Visual Studio). Após algumas configurações, é possível gerar um arquivo instalável para o Oculus Quest 2.

As etapas foram realizadas, mas infelizmente, o número de faces do modelo é elevado demais para ser processado pelo dispositivo, por isso, a simulação tornou-se lenta demais e falha. No entanto, com um projeto mais simples, que não contenha tanta vegetação, é uma boa opção para realizar a simulação exclusivamente no óculos.

Assim, há outras duas maneiras de explorar o protótipo com o Oculus, que serão comentadas na etapa de aplicação da simulação, a seguir.



SIMULAÇÃO

APLICAÇÃO

ESPECIFICAÇÕES

A simulação foi realizada no Laboratório de Microcomputadores do departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Os dispositivos utilizados foram um computador com as seguintes especificações técnicas:

- Processador Ryzen 7 5800x
- Placa de Vídeo Nvidia GeForce GTX1660 Super
- 64 GB de RAM

É um óculos de realidade virtual modelo Quest 2.

O protótipo foi desenvolvido em Unreal Engine versão 5.0.3.



MÉTODO DE APRESENTAÇÃO

Conforme mencionado, existem duas maneiras de conectar o Oculus ao Unreal Engine. Uma delas é através da Steam, plataforma de distribuição de jogos para computadores.

Utilizando esta opção, não é necessário utilizar o cabo USB ligado ao computador.

No entanto, durante os testes, percebeu-se que a qualidade de reprodução fica prejudicada utilizando este modelo, uma vez que depende da conexão de internet dos dispositivos.

A outra opção é a conexão entre o Oculus e o computador através de cabo USB. Apesar de limitar os movimentos devido ao comprimento do cabo, esta configuração garante maior qualidade e fluidez da simulação, por isso, foi escolhida.

O TESTE

A simulação foi executada com os voluntários sentados, a fim de evitar agitação devido ao movimento.

Os voluntários receberam uma breve explicação a respeito dos objetivos do projeto e como a simulação ocorreria. Também foram instruídos sobre como utilizar os controles do Oculus para andar e olhar ao redor durante a simulação.

A autora estava ao lado para responder eventuais dúvidas que os participantes tivessem ao longo da experiência.

Após o início, foram perguntados se estavam se sentindo confortáveis ou estavam experienciando tontura.

Após as instruções iniciais, puderam percorrer o projeto por um tempo aproximado de cinco minutos.

Ao final da experiência, foram entrevistados para entender suas preferências, sensações e sugestões.

SIMULAÇÃO

RESULTADOS

IMPRESSÕES GERAIS

A simulação foi executada com quatro voluntários em dias diferentes. Foi possível perceber que os voluntários que já haviam tido experiência prévia com óculos de realidade virtual tiveram mais facilidade para se locomover no protótipo.

Foi perceptível também que, apesar de o caminho sugerido estar bem definido no modelo, os voluntários, ao optar por explorar outras áreas, tiveram dificuldade de retornar, o que pode ter gerado confusão mental ou estresse.

Outra questão foi que alguns objetos do modelo permitiam que o usuário os atravessassem, e por vezes ocorreu de terem dificuldade de sair dessa posição, o que também pode ter atrapalhado a experiência restauradora.

FEEDBACK

Os voluntários foram entrevistados a respeito da experiência e também deixaram sugestões.

1. PARTE FAVORITA DO TRAJETO

- Dois dos voluntários escolheram o Pantanal. Suas justificativas foram devido à proximidade com a água (cachoeira) e devido ao ângulo de visão proporcionado pela ponte elevada.

- Um dos voluntários considerou a cachoeira a parte mais relaxante do trajeto.

- Um dos voluntários preferiu a área de transição entre o Pantanal e a Mata Atlântica.

2. SENSações AO LONGO DO PERCURSO

De maneira unânime, os voluntários comentaram que, apesar de se sentirem imersos no modelo, o sistema de locomoção por teletransporte prejudicou a fluidez da experiência, pois se sentiram 'pulando' de um ponto a outro.

3. CAMINHABILIDADE

Quando perguntados sobre a facilidade de se localizar ao longo do percurso, os voluntários unanimamen-

te responderam que o caminho foi de fácil entendimento, porém, ao saírem para explorar outras partes do modelo, sentiram dificuldades de retornar.

4. RELAXAMENTO

Quando perguntados se haviam se sentido mais relaxados após a experiência, ou se havia sido estressante de algum modo, os voluntários responderam que sim, a experiência foi relaxante, principalmente devido à presença dos sons no ambiente. Um dos voluntários comentou que poderia ser uma ótima experiência para utilizar no cotidiano ao fazer exercícios físicos como esteira ou bicicleta ergométrica.

Outro ponto comentado foi que a presença da luz solar forte (em alguns testes, ainda não havia sido feita a modificação de iluminação) gerou ofuscamento e acabou por atrapalhar o relaxamento em alguns momentos.

COMENTÁRIOS E SUGESTÕES

Também foi pedido que os voluntários deixassem suas sugestões ou observações a respeito da experiência. Os seguintes comentários surgiram:

- Seria importante para a fluidez da experiência configurar um modo de andar mais natural do que o teletransporte, possivelmente adicionando os sons dos passos;

- Seria válido adicionar marcos visuais ou orientações para o participante voltar ao caminho caso desejasse explorar outra área;

- O final da experiência poderia ser melhor trabalhado, pois deixou a sensação de acabar 'do nada'. Houve a sugestão de contruir um local elevado ao final, onde o participante pudesse subir e ter uma visão mais ampla do percurso.

-Em relação à qualidade das texturas e densidade da vegetação, um dos participantes comentou que, em um cenário natural, haveria maior variedade de espécies, e que a qualidade de algumas texturas e objetos poderia melhorar. Um participante também comentou que seria interessante utilizar os materiais na cachoeira para que as pedras pareçam molhadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

RESULTADOS

ANÁLISE

Apesar de os testes terem sido realizados com um grupo pequeno de voluntários, foi possível obter conclusões interessantes.

A preferência da maior parte dos participantes pela área do Pantanal, vai totalmente de encontro à teoria de Han, pois os motivos indicados para a escolha foram justamente a boa visibilidade e a presença de água em abundância.

Também é possível traçar um paralelo com a Teoria Psicoevolucionista, uma vez que estes fatores também são os indicados por Ulrich para que um ambiente possa exercer função restauradora (proteção, controle, fácil movimentação e acesso a água e alimentos).

É interessante observar também que, assim como indica Ulrich, o bioma do Pantanal neste protótipo é o que possui maior ordenação (pois não apresenta tanta densidade de vegetação) e direcionamento para um ponto focal, devido ao caminho de madeira. Além disso, por se tratar de um caminho elevado, permite uma visão ampla do todo, justamente o fator que foi elogiado pelos participantes.

Embora não tenham sido levantados dados mais precisos através das

escalas de medição, o fato de os resultados, mesmo de um grupo pequeno, irem de encontro às teorias estudadas, pode ser um indicativo de que o ambiente projetado pode vir e possuir potencial restaurador.

Ainda há melhorias a serem feitas no protótipo, principalmente para tornar a experiência mais imersiva. Elevar a qualidade dos blocos de vegetação, embora possa prejudicar a performance, parece ser um fator importante a ser executado.

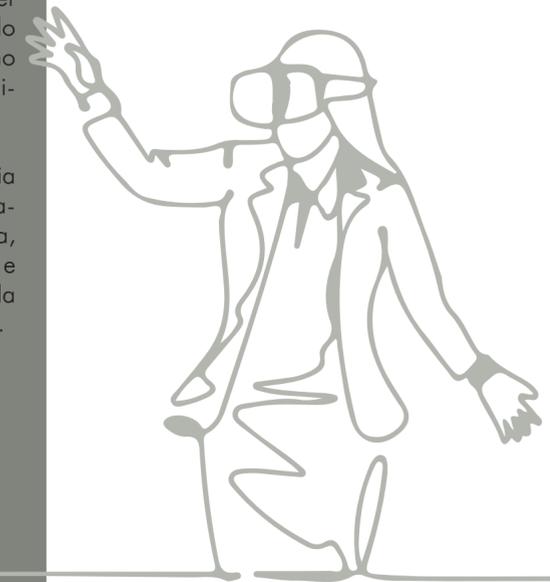
Ademais, adicionar elementos que elevam a sensação de presença, como a questão do som dos passos sugerida pelos participantes, e modificar o modo de movimentação para que fique mais similar ao andar, podem ser modificações relativamente simples que produzam resultados eficientes.

Outra questão a ser desenvolvida é em relação às interações com os materiais da cena. O Unreal permite que sejam configurados efeitos de chuva e respingos quando o personagem pisa na água, por exemplo, o que sem dúvidas seria enriquecedor para a experiência.

Por fim, a adição de mais variáveis de som, para que o usuário possa sentir a transição entre os biomas também pela audição, e de iluminação (projetar diferentes efeitos no céu de cada bioma), e adição de outros seres vivos animados, apesar de serem modificações mais complexas, também poderiam ser um caminho para a evolução do trabalho.

Apesar dos enriquecimentos que ainda podem ser acrescentados, acredito que o protótipo atingiu um nível satisfatório pelo tempo que levou para ser desenvolvido, e também considerando que não existia conhecimento prévio no programa, que é complexo, mas permitiu atingir resultados excelentes.

Sem dúvidas foi uma experiência enriquecedora desenvolver esse trabalho. Justamente como eu gostaria, aprendi diversas novas habilidades e entrego este caderno ainda animada para continuar evoluindo este projeto.



REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, F. R. Aplicativos para Smartphones que Possibilitam o Lazer em Tempos de Lockdown. **LICERE - Revista do Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Estudos do Lazer**, v. 23, n. 3, p. 369–390, 30 set. 2020.

CHUNG, K.; LEE, D.; PARK, J. Y. Involuntary Attention Restoration During Exposure to Mobile-Based 360° Virtual Nature in Healthy Adults With Different Levels of Restorative Experience: Event-Related Potential Study. **Journal of Medical Internet Research**, v. 20, n. 11, p. e11152, 30 nov. 2018.

DE KORT, Y. A. W. et al. What's wrong with virtual trees? Restoring from stress in a mediated environment. **Journal of Environmental Psychology**, v. 26, n. 4, p. 309–320, dez. 2006.

DILLON, D.; CAI, J. Virtual Reality Greenpaces: Does Level of Immersion Affect Directed Attention Restoration in VR Environments? **Multidisciplinary Scientific Journal**, v. 5, n. 3, p. 334–357, 5 ago. 2022.

FELSTEN, G. Where to take a study break on the college campus: An attention restoration theory perspective. **Journal of Environmental Psychology**, v. 29, n. 1, p. 160–167, mar. 2009.

GALINHA, I. C.; PEREIRA, C. R.; ESTEVES, F. Versão reduzida da escala portuguesa de afeto positivo e negativo - PANAS-VRP: Análise fatorial confirmatória e invariância temporal. **PSICOLOGIA**, v. 28, n. 1, p. 50–62, 2 jul. 2014.

GOUVEIA, V. V. et al. Escala de Vitalidade Subjetiva - EVS: evidências de sua adequação psicométrica. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 28, n. 1, p. 5–13, mar. 2012.

HAN, K.-T. Responses to Six Major Terrestrial Biomes in Terms of Scenic Beauty, Preference, and Restorativeness. **Environment and Behavior**, v. 39, n. 4, p. 529–556, 21 maio 2007.

HARTIG, T. et al. A measure of restorative quality in environments. **Scandinavian Housing and Planning Research**, v. 14, n. 4, p. 175–194, jan. 1997.

IBGE - Educa | Crianças. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/criancas/brasil/nosso-territorio/19635-ecossistemas.html#:~:text=Bioma%20%C3%A9%20um%20conjunto%20de>. Acesso em 10 fev 2023

IJSSELSTEIJN, W. et al. Effects of Stereoscopic Presentation, Image Motion, and Screen Size on Subjective and Objective Corroborative Measures of Presence. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 10, n. 3, p. 298–311, jun. 2001.

KORPELA, K. M. et al. Determinants of restorative experiences in everyday favorite places. **Health & Place**, v. 14, n. 4, p. 636–652, dez. 2008.

LEOPOLDO MAGNO COUTINHO. **Biomias brasileiros**. São Paulo, Sp, Brasil: Oficina De Textos, 2016.

MATTILA, O. et al. Restoration in a virtual reality forest environment. **Computers in Human Behavior**, v. 107, p. 106295, jun. 2020.

Mindfulness: como usar a técnica de atenção plena. Disponível em: <https://istoe.com.br/mindfulness-como-usar-a-tecnica-de-atencao-plena/>. Acesso em: 4 nov. 2022.

OLIVEIRA, H. C. et al. SAÚDE MENTAL X SÍNDROME DE BURNOUT: REFLEXÕES TEÓRICAS. **RAUnP - ISSN 1984-4204 - Digital Object Identifier (DOI): http://dx.doi.org/10.21714/raunp.**, v. 6, n. 2, p. 53–66, 9 out. 2014.

ORNELL, F. et al. "Pandemic fear" and COVID-19: mental health burden and strategies. **Brazilian Journal of Psychiatry**, v. 42, n. 3, 3 abr. 2020.

PARK, G. **Silicon Valley is racing to build the next version of the Internet. Fortnite might get there first**. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/video-games/2020/04/17/fortnite-metaverse-new-internet/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

RYAN, R. M.; FREDERICK, C. On Energy, Personality, and Health: Subjective Vitality as a Dynamic Reflection of Well-Being. **Journal of Personality**, v. 65, n. 3, p. 529–565, set. 1997.

ÜNAL, A. B. et al. Is virtual reality a valid tool for restorative environments research? **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 74, p. 1–13, 1 ago. 2022.

UNITED NATIONS. **68% of the World Population Projected to Live in Urban Areas by 2050, Says UN**. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>.

WANG, X. et al. Reducing Stress and Anxiety in the Metaverse: A Systematic Review of Meditation, Mindfulness and Virtual Reality. **arXiv:2209.14645 [cs]**, 29 set. 2022a.

WANG, Z. et al. Effects of Restorative Environment and Presence on Anxiety and Depression Based on Interactive Virtual Reality Scenarios. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 13, p. 7878, 27 jun. 2022b.

REFERÊNCIAS - imagens

Figura 1 - Mapa do Mundo Virtual Decentraland. **Decentraland Map - Everything You Need To Know**. Disponível em: <https://nftplazas.com/decentraland-map/>. Acesso em: 8 fev. 2023.

Figura 2 - Captura de tela da floresta proposta. MATTILA, O. et al. Restoration in a virtual reality forest environment. **Computers in Human Behavior**, v. 107, p. 106295, jun. 2020.

Figura 3 - Interações disponíveis no parque virtual. WANG, Z. et al. Effects of Restorative Environment and Presence on Anxiety and Depression Based on Interactive Virtual Reality Scenarios. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 13, p. 7878, 27 jun. 2022b.

Figura 4 - Biomas brasileiros **IBGE - Educa | Crianças**. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/criancas/brasil/nosso-territorio/19635-ecossistemas.html#:~:text=Bioma%20%C3%A9%20um%20conjunto%20de>.

Figura 9 - Referências Pantanal (A): **Pantanal: localização, fauna, flora, clima, solo**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/o-pantanal.htm>. Acesso em: 5 fev 2023.

(B): **vitória régia no Pantanal – Foto de Gasparetour Pantanal Tours**, Cuiabá - Tripadvisor. Disponível em: <https://www.tripadvisor.com.br/LocationPhotoDirectLink-g488170-d6867083-i-231488870-Gasporetour_Pantanal_Tours-Cuiaba_State_of_Mato_Grosso.html>. Acesso em: 2 fev. 2023.

(C): Sema entrega prêmio para vencedores de Concurso Fotográfico - Notícias - mt.gov.br. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/-/10005079-sema-entrega-premio-para-vencedores-de-concurso-fotografico>. Acesso em: 1 fev. 2023.

(C): **Sema entrega prêmio para vencedores de Concurso Fotográfico** - Notícias - mt.gov.br. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/-/10005079-sema-entrega-premio-para-vencedores-de-concurso-fotografico>. Acesso em: 1 fev. 2023.

(D): SUÇUARANA, M. DA S. **Pantanal - Biomas**. Disponível em: <https://www.info-escola.com/biomas/pantanal/>. Acesso em: 15 jan. 2023.

Figura 10 - Referências Mata Atlântica (A): **Curiosidades que você precisa saber sobre a Mata Atlântica** – Jardim das Ideias STIHL. Disponível em: <https://www.jardimdasideias.com.br/curiosidades-que-voce-precisa-saber-sobre-a-mata-atlantica/>. Acesso em: 15 dez. 2022.

(B): **Mais uma vez, no Ceará o desmatamento na Mata Atlântica é zero**. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/2020/05/27/mas-uma-vez-no-ceara-o-desmatamento-na-mata-atlantica-e-zero/>. Acesso em: 8 fev. 2023.

(C): **A Mata Atlântica está ficando mais jovem, e isso é má notícia**. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/a-mata-atlantica-esta-ficando-mais-jovem-e-isso-e-ma-noticia/>. Acesso em: 10 fev. 2023.

Figura 11 - Perfil esquemático da planície costeira e da serra submontana. LEOPOLDO MAGNO COUTINHO. **Biomias brasileiros**. São Paulo, Sp, Brasil: Oficina De Textos, 2016.

Figura 12 - Referências Cerrado (A, C): **Parque Estadual do Rio Preto - Trilha do Cerrado**. Disponível em: <https://www.nerdsviajantes.com/2016/08/08/parque-estadual-do-rio-preto-trilha-do-cerrado/>. Acesso em: 5 fev. 2023.

(B): BRAZILIENSE', C. **Jardim Botânico fará trilha guiada para celebrar o Dia Nacional do Cerrado**. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/cidades-df/2020/09/4873287-jardim-botanico-fara-trilha-guiada-para-celebrar-o-dia-nacional-do-cerrado.html>. Acesso em: 11 fev. 2023.

(D): SCHWINGEL', S. **Mais de mil espécies do cerrado estão ameaçadas de extinção, diz IBGE**. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/cidades-df/2020/11/4887049-mais-de-mil-especies-do-cerrado-estao-ameacadas-de-extincao-diz-ibge.html>. Acesso em: 1 fev. 2023.

Figura 13 - Esquema do gradiente fitofisionômico do cerrado. LEOPOLDO MAGNO COUTINHO. **Biomias brasileiros**. São Paulo, Sp, Brasil: Oficina De Textos, 2016.

Figura 14 - Referências Caatinga (A):TECH, S. **Bioma Caatinga: Por que é importante preservá-lo?** Disponível em: <https://geoinovacoes.com.br/bioma-caatinga-por-que-e-importante-preserva-lo/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

(B): COSTA, N. **Pesquisa revela que somente 1,3% da Caatinga é integralmente protegida**. Disponível em: <https://envolverde.com.br/pesquisa-revela-que-somente-13-da-caatinga-e-integralmente-protegida/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

(C): **Dia Nacional da Caatinga - 28 de abril**. Disponível em: <https://www.ema-terce.ce.gov.br/2021/04/28/dia-nacional-da-caatinga-28-de-abril/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

(D): **Biomias brasileiros: Caatinga - Plano de aula de geografia e ciências**. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/para-ensinar/planos-de-aula/biomias-brasileiros-caatinga/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

Figura 15 - Esquema do gradiente fitofisionômico da Caatinga. FONTE: LEOPOLDO MAGNO COUTINHO. **Biomias brasileiros**. São Paulo, Sp, Brasil: Oficina De Textos, 2016.

