VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
A inovação e o desafio do projeto na sociedade: A qualidade como alvo
Londrina, 17 a 19 de Novembro de 2021

CATEDRAI: UM SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO EM REALIDADE AUMENTADA PARA O CONGRESSO NACIONAL DE BRASÍLIA[1]

CATHEDRAI: A VISUALIZATION SYSTEM IN ENHANCED REALITY FOR THE NATIONAL CONGRESS OF BRASILIA

ANDRADE, Ludmila Santos de (1); SILVA, Félix Alves (2)

(1) Universidade de Brasília, lud.de.andrade.08@gmail.com

(2) Universidade de Brasília, felix.alves@unb.br

RESUMO

Este artigo apresenta o processo de produção de experiências de Realidade Aumentada (RA) com o objetivo de melhorar a experiência de visitação turística do Congresso Nacional em Brasília. O processo proposto demonstra como é possível integrar informação documental arquitetônico (desenhos técnicos, modelos tridimensionais, textos históricos, etc) com o bem de interesse turístico. Para isso foi apresentado a etapa inicial do desenvolvimento de um aplicativo, CatedRAI, que permitirá a sobreposição do cenário físico com informações digitais.

Palavras-chave: *Realidade Aumentada. Turismo. Congresso Nacional*

ABSTRACT

This article presents the process of producing Augmented Reality (AR) experiences with the aim of improving the tourist visiting experience of the National Congress in Brasília. The proposed process demonstrates how it is possible to integrate architectural documentary information (technical drawings, three-dimensional models, historical texts, etc.) with the property of tourist interest. For this, the initial stage of the development of an application, CatedRAI, was presented, which will allow the superposition of the physical scenario with digital information.

Keywords*: Augmented Reality. Tourism. Congresso Nacional.*

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) tornaram-se, no século XXI, presente no cotidiano de toda a sociedade. Os processos de informação e comunicação através das telecomunicações estão modificando a maneira de aprender e observar as cenas reais do cotidiano, afetando diretamente os processos de aprendizagem e ensino em diversas áreas de atuação.

O turismo inteligente corresponde ao turismo construído e baseado no estado da arte da infraestrutura tecnológica de TIC'S. Neste contexto é possível proporcionar interação entre o turista e o território turístico, sem comprometer a integridade do

---

[1] ANDRADE, Ludmila Santos de; SILVA, Félix Alves. Catedral: um sistema de visualização em realidade aumentada para o Congresso Nacional de Brasília. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 7., 2021, Londrina. **Anais...** Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. p. 1-10. DOI https://doi.org/10.29327/sbqp2021.438153

patrimônio preservado (MUÑOZ e SÁNCHEZ, 2015).

O acesso a informações históricas, culturais e arquitetônicas de maneira digital oferecem múltiplos benefícios à cultura e reafirmam identidade e a memória coletiva local, e o próprio turismo (BARCELO, FORTE e SANDERS, 2000). A utilização destas tecnologias na atividade turística protege e facilita o acesso à atração turística. Na visitação tradicional informações específicas e (ou) detalhadas não estão disponíveis durante a visita, sendo necessário a utilização de outros repositórios de informação que nem sempre estão disponíveis ao visitante. No geral, estratégias de fácil acesso, e com elevada possibilidade de interatividade compõem o paradigma do turismo inteligente (GRETZEL, ZHONG e KOO, 2016).

A implantação da Realidade Aumentada (RA) no cenário do turismo inteligente tem o objetivo de incrementar a experiência turística em destinos tecnologicamente avançados. A tecnologia permite a sobreposição da visualização de objetos virtuais ao ambiente real, o conceito seminal da RA estabelece as condições de simultaneidade, tridimensionalidade, e interação em tempo real (AZUMA, 2001). Por meio da RA é possível uma grande variedade de informações digitais, tais como: textos, vídeos, imagens, gráficos etc. (BARHORST, MCLEAN, *et al.*, 2021).

A RA incrementa a experiência do usuário ao sobrepor informações digitais interativas ao "mundo real", a combinação de informações virtuais e reais estendem a percepção do indivíduo que está em contato com elemento de interesse turístico. O deslocamento no percurso turístico no ambiente aumentado, dotado de elementos físicos e digitais, é interativo já que depende do percurso executado pelo usuário. Ao delegar ao visitante a capacidade de decidir o percurso ele se torna um visitante ativo. Ele compreende sua autonomia e descobre quais são os trajetos mais relevantes para aprender e compreender o monumento (GEROPANTA, KARAGIANNI e PANAGIOTIS, 2019).

Este artigo apresenta o estado atual do processo em desenvolvimento de um sistema de RA para o Congresso Nacional, o CatedRAI. Este sistema possibilitará que os usuários possam visualizar o Congresso Nacional em RA e outras informações de interesse da edificação. O Congresso Nacional foi escolhido para ser reproduzido no protótipo do sistema CatedRAI, por ser um marco arquitetônico de identidade histórica e cultural para o coletivo nacional, além de receber mais de 1 milhão de visitantes por ano. Outro aspecto considerado foi o fato de que existe uma grande quantidade de informações relativas ao seu processo de concepção e construção. Estas informações não estão disponíveis durante a visitação do congresso.

A mistura de dados digitais e espaços físicos criam espaços de natureza híbrida fortalecendo o caráter educativo do sistema CatedRAI. As informações justapostas a realidade permitirão que o visitante durante o percurso tenha acesso a elementos textuais, vídeos e objetos tridimensionais, para que ele possa ter acesso a informações complementares que ampliarão a percepção do visitante ao mesmo tempo que reforça a sua interação com o monumento e com a sua identidade cultural nacional.

Devido ao seu valor cultural, histórico e social, para as sociedades que os possuem, o símbolo cultural, as informações referentes à história e a herança dos valores culturais se tornam imateriais, portanto, o turismo inteligente auxilia os processos cognitivos da memória coletiva (GABELLONE, 2009).

O trabalho foi estruturado da seguinte forma: a seção 1 apresenta um breve Estado

da Arte do monumento e das tecnologias de Realidade Aumentada e suas potencialidades na aplicação de turismo inteligente. A seção a seguir inclui uma breve descrição do projeto CatedRAI, incluindo as premissas básicas e os principais componentes do sistema, assim como uma apresentação do cenário proposto. Na Seção 3, foi apresentada a metodologia do trabalho e as funcionalidades já implementadas no CatedRAI. Finalmente, a Seção 4 apresenta as conclusões alcançadas até o momento e algumas repercussões possíveis do trabalho.

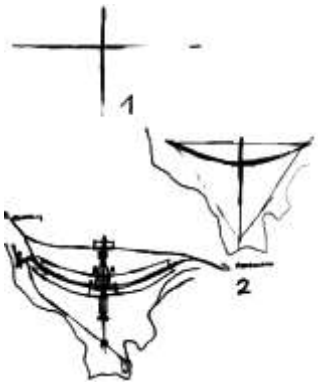
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Congresso Nacional como monumento

A transferência da capital do Brasil para a cidade de Brasília foi coordenada pelo presidente do Brasil, Juscelino Kubistchek, que durante o seu mandato viabilizou a mudança e a construção da nova capital brasileira. O concurso do Plano Piloto da cidade teve o seu edital lançado em setembro do mesmo ano. Com isso, iniciava-se a concentração de esforços dos dirigentes da Companhia Urbanizadora da Nova Capital Federal para em juízo escolher a proposta que mais definisse o símbolo da nova era de progresso.

Das propostas apresentadas o traçado de Lucio Costa se destacou segundo a avaliação da comissão de avaliação por sua simplicidade e capacidade de ser facilmente compreendida, além do elevado potencial de obtenção de valores que simbolizavam a época de sua construção. Estas características podem ser percebidas já nos croquis iniciais da proposta do urbanista (Figura 1).

Figura 1 - Croqui de Lucio Costa para o Plano Piloto de Brasília



Fonte: Costa, adaptado pelos autores (1995).

Situada no eixo leste do Eixo Monumental, a Praça dos Três Poderes que circunda os edifícios que representam e configuram os poderes Executivo, Legislativo e Judiciário teve suas obras iniciadas em 1957. O ponto focal da verticalidade do Congresso Nacional estabelece o eixo de referência para a simetria da praça. O volume vertical contrasta com a base horizontal que apoia os plenários nas duas cúpulas, Senado (forma convexa) e Câmara (forma côncava). O conjunto edilício tem a função de resguardar os dois órgãos do Legislativo sem interferência na independência das duas Casas. Como resultado, simboliza a balança do discurso Legislativo em prol da sociedade sem ser influenciada por posições particulares.

Os palácios de Brasília, projetados por Niemeyer no final da década de 1950, representam as particularidades e força da Arquitetura Moderna brasileira (MACEDO e SILVA, 2011). O congresso Nacional, pela sua configuração formal e

pelas funções que abriga, se estabelece como símbolo de um período da produção arquitetônica do país. O congresso Nacional é uma edificação chave na concepção simbólica do Eixo Monumental de Brasília, sendo uma das obras mais relevantes de Oscar Niemeyer, traz em sua composição a simplicidade, representado pelos volumes geométricos puros, e a assimetria, denotada pelas cúpulas invertidas (FICHER e ANDREY, 2010).

Figura 2 - Congresso Nacional.



Fonte: https://www.archdaily.com.br/br/803043/classicos-da-arquitetura-congresso-nacional-oscar-niemeyer/55f9ba65e58ecec1f800035e-ad-classics-national-congress-oscar-niemeyer-image. Acesso em 13 de setembro de 2021.

O Congresso Nacional corresponde a uma edificação relevante para o imaginário arquitetônico brasileiro, haja visto, que simboliza o poder político do país. A preservação do patrimônio moderno arquitetônico passa pelo acesso às informações documentais e pelo contato direto com a obra.

O programa do volume horizontal retangular do Edifício Principal organiza as funções legislativas de apoio aos plenários e também serve de embasamento visual para as cúpulas. Como parte da composição principal, o elemento prismático vertical, as duas torres de vinte e oito pavimentos, denominado Anexos, tem as funções administrativas e de escritório de cada Casa e oito pavimentos para serviços administrativos e escritórios.

2.2 Estado da arte da Realidade Aumentada:

Realidade Aumentada é uma variação da Realidade Virtual. Comparada com a Realidade Virtual, a Realidade Aumentada aprimora o mundo real em vez de substituí-lo (AZUMA, 1997). O usuário então pode ver o mundo real incrementado com textos, mídias digitais, vídeos ou gráficos 3D sobrepostos ao seu campo de visão.

A possibilidade de combinar objetos reais e virtuais nos novos espaços híbridos permite aos usuários se relacionarem com o espaço de maneira interativa e revela as potencialidades afetivas dos objetos (UNESCO, 2017). Como consequência dessa nova abordagem, o visitante do Congresso Nacional poderá visualizar de modo integrado a arquitetura (pelo contato direto), os fatos históricos, o patrimônio cultural, etc (GEROPANTA, KARAGIANNI e PANAGIOTIS, 2019).

As novas realidades aprimoradas pela justaposição de uma superfície digital sobre o espaço real introduzem novas experiências espaciais. Esse contexto em que o mundo real é complementado por informações digitais pode ser definido como

uma Realidade Misturada (BEC, MOYLE, *et al.*, 2021). A Realidade Aumentada corresponde a um tipo de realidade em que a quantidade de informação física (ou real) é maior do que a informação digital (TORI e HOUNSELL, 2018). Neste cenário, de uso da Realidade Aumentada, visitantes se envolvem em um diálogo interativo que transforma o próprio edifício em performances em tempo real. As informações extras podem ser de diversas disciplinas, isso permite ao visitante ser um aprendiz ativo.

Essa sincronização permite a coexistência de partes reais e virtuais, assim como a visualização integrada destes elementos em uma perspectiva realística, produzindo uma experiência de Realidade Misturada (MILGRAM, TAKEMURA, *et al.*, 1994). A técnica de RA para o sistema CatedRAI será proposta com o uso de marcadores visuais no ambiente real como meio de ancoragem para a visualização em RA. Em RA os marcadores são elementos (imagens ou objetos físicos) que servem de referência para o correto posicionamento dos elementos digitais no mundo físico (LAVALLE, 2020).

Os sistemas de RA não estão submetidos a limitação temporal, uma vez que o usuário pode acessar as informações antes, durante e depois da visitação. Essa premissa de acesso à informação a qualquer momento contribui para a extensão da interação entre o indivíduo e o elemento sem a necessidade de estar no mesmo ambiente ou no trajeto turístico realizado. Esta nova relação é uma das características centrais do turismo inteligente, que faz uso ostensivo de TIC, para incrementar a experiência do turista (BEC, MOYLE, *et al.*, 2021).

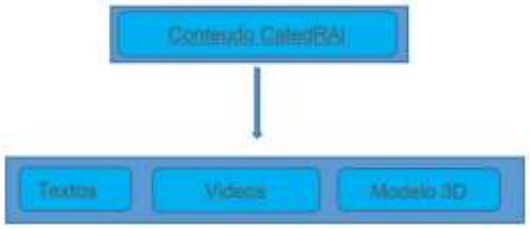
3 METODOLOGIA E PROCESSOS

O desenvolvimento do protótipo do sistema CatedRAI, foi dividido em quatro etapas. A primeira consiste na modelagem tridimensional da catedral; a segunda corresponde a definição de um marcador para a sobreposição do modelo 3D; a terceira corresponde à definição das informações de texto e vídeo e a sua inserção no sistema; por fim à definição de uma interface que possibilite a rápida visualização do modelo e das informações propostas. Este trabalho apresenta a implementação das duas etapas iniciais do projeto de pesquisa.

O CatedRAI é basicamente um sistema de visualização interativo composto por microprocessadores que controlam por meio dos sensores de inércias a sincronização das imagens de acordo com o mundo real a partir do campo de visão do visitante, esse processo de sobreposição ocorre em tempo real por meio de óculos de RA ou na tela de dispositivos móveis.

O sistema CatedRAI apresenta as informações relacionadas ao turismo sob um novo ponto de vista, permitindo aos turistas interagir com as informações multimídias. As informações fornecidas serão textos, imagens em 2D (mapas, fotografias antigas), clipes de filme ou modelos 3D arquitetônicas para facilitar a compreensão dos sistemas construtivos. Desta forma, o sistema proposto vai ser utilizado para integrar informações de modelagem tridimensional com informação textual e vídeos, conforme a ilustrado na Figura 3.

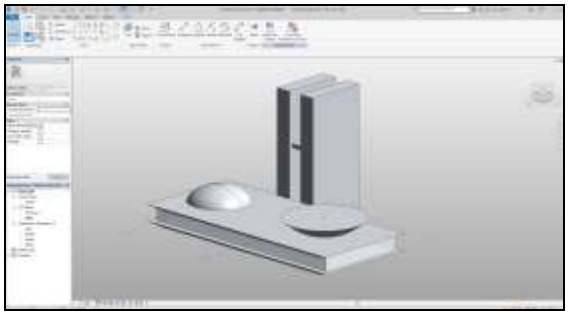
Figura 3 - Dados do sistema CatedRAI



Fonte: Autores (2021).

A etapa de modelagem, inicialmente foi realizada no sistema BIM Revit Autodesk®. É necessário que o modelo BIM da edificação seja confiável e preciso, para garantir a interoperabilidade com os aplicativos gratuitos de RA (ISHIDA, MILSTED, *et al.*, 2015). A interoperabilidade é uma característica que visa garantir a troca correta e eficiente de informação entre modelos BIM produzidos em *softwares* proprietários diferentes (EASTMAN, PAUL, *et al.*, 2011). Com o objetivo de otimizar o modelo, para viabilizar a visualização do protótipo em RA, nessa etapa adotou-se os procedimentos de modelagem que utilizam o mínimo número de faces e texturas para facilitar a manipulação do objeto na cena (Figura 4).

Figura 4 - Modelo do Congresso Nacional



Fonte: Autores (2021).

Nos ambientes de RA a posição dos objetos tridimensionais gráficos na parte virtual da cena leva em consideração a técnica de ambiente esférico. Esse método permite a inclusão dos objetos virtuais à cena de maneira realística. Essa abordagem de vector fixo fornece informações geográficas exatas sobre os ângulos do ponto central da cena, permitindo que o posicionamento e a distância do visitante sejam processados e transmitidos de maneira a não perder os parâmetros originais propostos. As informações digitais, neste processo, são sobrepostas sobre o mundo físico por meio das câmeras dos dispositivos móveis. A câmara é controlada pelos dados inerciais do sensor, que garantem que a informação sobreposta se desloque de acordo com os movimentos do espectador.

Uma vez que se busca a replicabilidade desse sistema para vários outros cenários de turismo inteligente nacional optou-se por buscar uma solução gratuita e de fácil acesso para todos. Neste caso, foram selecionadas as ferramentas: Autodesk Revit®, Vuforia® e a *game engine* Unity®. Estas aplicações foram selecionadas por se tratarem de sistemas gratuitos ou com versões de uso educacional. Outra razão foi o fato de serem ferramentas com uma grande base de usuários o que permite o acesso a uma rede ampla de soluções e tutoriais de utilização.

Para os modelos tridimensionais optou-se pelo uso de arquivos com a extensão *fbx* que é um formato da Autodesk® FBX de modelos 2D ou 3D. A compressão do

arquivo mantém a total fidelidade e funcionalidade de camadas de informação do modelo original e interoperável por vários programas de modelagem e cinema. Ele é usado para a criação e para a troca de arquivos entre aplicativos 3D. A plataforma Vuforia® é um kit de desenvolvimento de software de realidade aumentada (SDK) para dispositivos móveis que permite a criação de aplicativos de realidade aumentada (Figura 5).

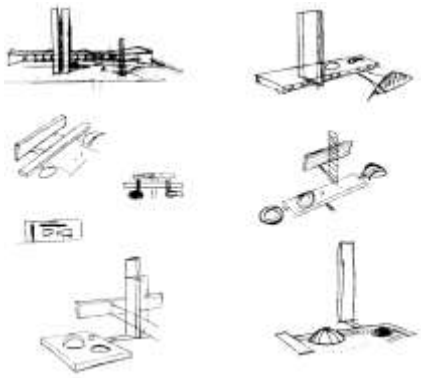
Figura 5 – Interface do Vuforia®.



Fonte: Autores (2021).

Na plataforma Vuforia® para dar início a licença de aplicativo é necessário criar uma conta para o aplicativo novo e também definir quais imagens, textos ou vídeos farão parte dos marcadores. Por se tratar de plataforma gratuita e de fácil manipulação o desenvolvimento do sistema CatedRAI se desenvolveu eficazmente em tal aplicativo. Como marcadores para o posicionamento do modelo tridimensional foi escolhida a imagem dos croquis iniciais do congresso nacional feitos por Oscar Niemeyer durante a definição da solução arquitetônica final do projeto (Figura 6). A escolha destas imagens como marcadores tem como objetivo demonstrar para o usuário parte do processo de concepção. Já que ele poderá visualizar possibilidades formais que foram especuladas, mas que não foram tidas como promissoras. Dentre as funcionalidades do sistema proposto está a associação da informação geométrica e os croquis com textos informativos que discorram sobre as relações formais identificadas nos croquis com a solução final adotada.

Figura 6 – Croquis de Estudo de Oscar Niemeyer do Congresso Nacional



Fonte: Hugs e Salles (1994).

A escolha de uma imagem como marcador foi feita pelo fato de uma imagem poder estar integrada a materiais de comunicação visual ou a equipamentos urbanos. Deste modo a informação em RA pode ser acessada de forma eficiente.

Para a produção da sobreposição do modelo digital no cenário real, foi utilizado uma *game engine*, o Unity®. Este sistema é multi-plataforma desenvolvida pela Unity Technologies. Ele pode ser usado para criar jogos tridimensionais, bidimensionais, de realidade virtual e de realidade aumentada, além de simulações e outras experiências (TORI e HOUNSELL, 2018).

Figura 7 – Interface do Unity.



Fonte: Autores (2021).

5 RESULTADOS PRELIMINARES E DISCUSSÃO

Os primeiros testes da funcionalidade do sistema CatedRAI foram satisfatórios como pode se observar nas imagens abaixo. A visualização em Realidade Aumentada do Congresso Nacional ocorreu por meio da utilização de um marcador visual, no caso a imagem dos croquis iniciais do arquiteto. O rastreamento dos marcadores é sincronizado com a câmera nativa do computador. O fluxo do vídeo e a movimentação do objeto no cenário foi calculado de modo eficaz pelos algoritmos nativos do aplicativo que calcula a posição exata da câmera e a reorienta de acordo com o marcador permitindo as alterações nos dados em tempo real.

Figura 8 – Modelo tridimensional posicionado com Marcador



Fonte: Autores (2021).

No estado atual do protótipo do sistema é possível verificar que a informação escolhida para ser exibida em RA(o modelo tridimensional) é facilmente identificável pelas câmeras integradas ao notebook. Não se verificou perda de qualidade no rastreio da imagem, mesmo com a reprodução do marcador (os croquis) em impressões de baixa qualidade. No entanto, este processo de rastreio foi comprometido quando foram utilizadas impressões com tamanho reduzido. Outro ponto importante positivo foi o fato de que o modelo se deslocou de forma conjunta a imagem quando esta foi movimentada de maneira eficiente. A perda

de qualidade no rastreamento do marcador só ocorreu quando foram utilizadas imagens reduzidas. Outro resultado observado foi o fato de que o modelo foi facilmente carregado o que demonstra que a estratégia de produzir um modelo com um número reduzido de faces facilitou o processamento do modelo tridimensional.

É necessário avançar no desenvolvimento do trabalho para verificar a performance junto a dispositivos móveis com diferentes capacidades, para assim, verificar se existe perda de qualidade no processamento de imagens e no mapeamento do marcador por meio das câmeras de celular.

6 CONCLUSÃO

A introdução das tecnologias de comunicação e informação no turismo inteligente vem alterando a nossa maneira de apreciar monumentos. De fato, esse cenário deverá estar cada vez mais presente nas atividades turísticas nacionais. O uso de Realidade Aumentada e Virtual integrada a servidores online possibilita que o usuário possa interagir com os elementos de interesse sem que compartilhe o mesmo local que a atração turística. Associar o objeto físico com informações virtuais representa uma ruptura no modo como acessamos estes bens, ampliando o caráter educacional dessas visitas, uma vez que o usuário tem acesso em tempo real a uma vasta quantidade de informações.

Apesar do seu estado inicial este trabalho contribui com os processos de implementação de TIC's, por meio do uso de RA, no contexto do Turismo. A contribuição se configura, pelo fato deste trabalho poder servir de referência para outras pesquisas e pela utilização de ferramentas de baixo custo. Ao se apresentar desta maneira esta pesquisa aponta caminhos para a efetiva produção de experiências turísticas em RA. Estas experiências tanto incrementam a relação entre o usuário e o bem de interesse como auxilia na manutenção e preservação dos elementos turísticos já que a interação direta com o objeto físico é limitada ou inexistente.

REFERÊNCIAS

AZUMA, R. Augmented Reality: Approaches and Technical Challenges. In: CAUDELL, W. B. A. T. **Fundamentals of wearable Computers and Augmented Reality**. [S.l.]: Lawrence Erlbaum, 2001. p. 22-67.

AZUMA, R. T. A Survey of Augmented Reality. **Presence:** Teleoperators and Virtual Environment, 1997.

BARCELO, J. A.; FORTE, M.; SANDERS, D. Virtual Reality in Archaeology. **ArcheoPress**, 2000.

BARHORST, J. B. et al. Blending the real world and the virtual world. **Journal of Business Research**, n. 122, 2021. 423-436.

BEC, A. et al. Virtual reality and mixed reality for second chance tourism. **Tourism Management**, v. 83, 2021.

COSTA, L. **Registro de uma vivência**. 1. ed. São Paulo: Empresa das Artes, 1995.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook:** A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2ª. ed. Indianapólis: Wiley Publishing, 2011.

FICHER, S.; ANDREY, S. **Guia de Obras de Oscar Niemeyer**. 1ª. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 2010.

GABELLONE, F. Ancient contexts and virtual reality: From reconstructive study to the construction of knowledge models. **Journal of Cultural Heritage**, 2009.

GEROPANTA, V.; KARAGIANNI, A.; PANAGIOTIS, P. ICT for user-experience transformations in Sustainable - Smart Projects Tourism. **Proceedings of 37 eCAADe and XXIII SIGraDi Joint Conference Architecture in the Age of the 4Th Industrial Revolution**, 2019.

GRETZEL, U.; ZHONG, L.; KOO, C. Application of smart tourism to cities. **Internationational Journal of Tourism Cities**, 2016.

HUG, A.; SALLES, E. **Revendo BRASILIA neu gesehen**. Brasília (DF): Fundação Athos Bulcão Goethe-Institut Brasília, 1994.

ISHIDA, C. Y. et al. Realidade Aumentada: Tecnologias Inovadoras para o ensino em Engenharia e Arquitetura. **Revista UniCuritiba**, 2015.

KATINSKY, J. Olhar Arquitetura. **Cadernos de riscos originais: projeto do edifício da FAUUSP**, 1968.

LAVALLE, S. M. **VIRTUAL REALITY**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2020.

MACEDO, D. M.; SILVA, E. G. D. Ordens tectônicas no Palácio do Congresso Nacional. **Arquitextos**, São Paulo, ano 11, n. 131.00, Vitruvius, abr., 2011. Disponível em:<.>. Acesso em: setembro 2021.

MILGRAM, P. et al. **Augmented reality:** a class of displays on the reality-virtuality continuum. PROCEEDINGS OF SPIE 2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies. Boston: SPIE. 1994.

MUÑOZ, A. L. D. Á.; SÁNCHEZ, S. G. Destinos turísticos inteligentes. **Economía industrial**, n. 395, p. 61-69, 2015. ISSN ISSN 0422-2784.

RONCHI, A. **eCulture**. [S.l.]: Springer, 2009.

TORI, R.; HOUNSELL, M. D. S. **(org.).Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2018.

UNESCO. **Portal da UNESCO sobre Turismo Sustentável**. [S.l.]. 2017.