



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO**



**CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE BACABAL  
PROGRAMA DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL – PROFITEC  
CURSO SUPERIOR EM TECNOLOGIA DE DESIGN DE INTERIORES**

**AMANDA ROGÉRIA RAMOS CALDAS**

**REALIDADE VIRTUAL X REALIDADE AUMENTADA APLICADA A  
DESIGN DE INTERIORES COM O USO DA METODOLOGIA BIM: REVIT  
UM ESTUDO DE APLICABILIDADE**

Bacabal – MA  
2023

**AMANDA ROGÉRIA RAMOS CALDAS**

**REALIDADE VIRTUAL X REALIDADE AUMENTADA APLICADA A  
DESIGN DE INTERIORES COM O USO DA METODOLOGIA BIM: REVIT  
UM ESTUDO DE APLICABILIDADE**

Monografia apresentada ao curso de Design de Interiores da Universidade Estadual do Maranhão como requisito necessário à obtenção do título de Tecnólogo em Design de Interiores.

Orientador: Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo

Bacabal – MA

2023

Caldas, Amanda Rogéria Ramos.

Realidade Virtual x Realidade aumentada aplicada a design de interiores com o uso da metodologia BIM: REVIT/ Amanda Rogéria Ramos Caldas. – Bacabal, 2023.

107 f

TCC (Graduação) – Curso Tecnólogo em Design de Interiores, Universidade Estadual do Maranhão, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo.

1.Realidade Virtual. 2.Realidade Aumentada 3.BIM. 3.Design Sacro 4.Revit.

AMANDA ROGÉRIA RAMOS CALDAS

**REALIDADE VIRTUAL X REALIDADE AUMENTADA APLICADA A  
DESIGN DE INTERIORES COM O USO DA METODOLOGIA BIM: REVIT**

Monografia apresentada ao curso de Design de Interiores da Universidade Estadual do Maranhão como requisito necessário à obtenção do título de Tecnólogo em Design de Interiores.

Orientador: Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo

Aprovada em, 17 /02 /2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo (ORIENTADOR)  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO -UEMA

---

Prof. Dr. Igor Mendes Monteiro  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO -UEMA

---

Prof. Yvio Leonardo  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO -UEMA

A Deus todo poderoso, meus pais e família por todo incentivo, pela Livicam Engenharia e ao Studio h.a.gd interiores que foram essenciais neste processo de desenvolvimento.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela força diária de crescer e me desenvolver.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração, que dedicaram e dedicam seu tempo ao desenvolvimento de novos profissionais.

Ao meu professor orientador Érico Peixoto Araújo pelo imenso apoio, novamente em mais um trabalho de conclusão de curso, que me acompanha desde a engenharia civil e agora no design de interiores, isso só demonstra que nossos laços entre aluno e professor mesmo que não nos conheçamos pessoalmente se tornaram laços de incentivo e confiança.

A minha mãe Raimunda N. R. Souta, ao meu pai Arnaldo Caldas Silva e a minha irmã Arlany Ramos.

A minha sogra Livramento Sirqueira O., pilar base ao longo desses anos de curso em Bacabal, ao meu sogro Welberty Oliveira.

A Livicam Engenharia, minha empresa que vem trazendo um desenvolvimento profissional e empresarial gigantesco.

Ao Studio h.a.gd. interiores que trouxe pessoas maravilhosas como sócias e design de interiores inspiradoras. A Gleyce Nunes por estar nos últimos meses ao meu lado e em constante aprendizagem.

Ao meu namorado, marido, companheiro João Alerson por estar do meu lado sempre, incentivando, não apenas como apoio físico, mas psicológico, tornando – se essencial.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*“A criatividade é a inteligência se divertindo”*  
**(Albert Einstein).**

# REALIDADE VIRTUAL X REALIDADE AUMENTADA APLICADA A DESIGN DE INTERIORES COM O USO DA METODOLOGIA BIM: REVIT

Caldas, Amanda Rogéria Ramos<sup>1</sup>

## RESUMO

Este trabalho apresenta um panorama das possibilidades de interação de modelos BIM em realidade virtual e aumentada, investiga diferentes formas de visualização e manipulação interativa dos modelos de modelagem em REVIT com o uso associado de aplicativos; ENSCAPE para realidade virtual e tour 360° e AUGIN para realidade aumentada aplicadas no design de interiores, bem como aborda as ferramentas que podem ser utilizadas para o desenvolvimento dessas aplicações. A metodologia de estudo é baseada em aplicação prática de estudo de caso em uma Capela no município de Bacabal -MA, tendo com objetivos demonstrar a importância da aplicação e integração do software BIM: REVIT com a realidade virtual e aumentada, em projetos de design de interiores, analisando o processo de vinculação do modelo BIM com as plataformas selecionadas, incluindo a obtenção de informações diretamente desse modelo, tendo como objetivos específicos: aplicar a metodologia BIM com o uso do software REVIT na modelagem do design de interiores; identificar as principais vantagens, desvantagens, dificuldades e potencialidades no uso da realidade virtual, demonstrar a usabilidade da Realidade virtual, aumentada e imagens 360°, divulgar a tecnologia de realidade virtual e aumentada para que novas pesquisas possam ser desenvolvidas nas áreas no design de interiores. Em suma, a metodologia BIM, traz infinitas possibilidades e grandes vantagens na utilização dessas ferramentas associadas, trazendo inovação para o design de interiores que ainda encontram -se em desenvolvimento no que tange metodologia BIM aplicada.

**Palavras-chave:** Realidade Virtual; Realidade Aumentada; BIM; Design Sacro; REVIT

## ABSTRACT

This paper presents an overview of the possibilities of interaction of BIM models in virtual and augmented reality, investigates different forms of visualization and interactive manipulation of modeling models in REVIT with the associated use of applications; ENSCAPE for virtual reality and 360° tour and AUGIN for augmented reality applied in interior design, as well as addresses the tools that can be used for the development of these applications. The study methodology is based on practical application of case study in a Chapel in the municipality of Bacabal -MA, with the objective of demonstrating the importance of the application and integration of BIM

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís - MA, [amandinha\\_ramos\\_c@hotmail.com](mailto:amandinha_ramos_c@hotmail.com). Graduada em Licenciatura em Ciências com Habilitação em Química – UEMA; Pós-Graduada em Gestão escolar e educacional – UEMA. Pós-Graduada em Tutoria em Ead e docência no ensino Superior – FACUMINAS; Graduada em Engenharia Civil –UEMA, Pós-Graduada em Pavimentação e Restauração Rodoviária.

software: REVIT with virtual and augmented reality, in interior design projects, analyzing the process of linking the BIM model with the selected platforms, including obtaining information directly from this model, with specific objectives: apply the BIM methodology with the use of REVIT software in interior design modeling; identify the main advantages, disadvantages, difficulties and potentialities in the use of virtual reality, demonstrate the usability of virtual reality, augmented and 360° images, disseminate virtual and augmented reality technology so that new research can be developed in the areas of interior design. In short, the BIM methodology brings endless possibilities and great advantages in the use of these associated tools, bringing innovation to interior design that are still under development with regard to applied BIM methodology.

**Keywords:** Technology, BIM, Civil 3D, Loteamentos, Infrastructure, networks.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ciclo BIM.....	27
Figura 2. Triângulo de RV .....	37
Figura 3. Estímulos requeridos ao experienciar aplicações de RV .....	37
Figura 4. Óculos de Realidade Virtual HTC.....	42
Figura 5. Site para dowloand do Augin .....	57
Figura 6. Plugins de uso simultâneo ao Augin.....	58
Figura 7. Realidade / Virtualidade Contínua.....	59
Figura 8. QR Codes (Quick Response - Resposta Rápida).....	60
Figura 9. Igreja referência: Igreja da Pampulha.....	75
Figura 10. PROGRAMA REVIT.....	76
Figura 11. Modelo de óculos de realidade virtual usado.....	76
Figura 12. Plugin Enscape .....	77
Figura 13. Plugin e aplicativo Augin .....	77
Figura 14. Plugin ensacape e augin instalados diretamente no REVIT .....	78
Figura 15. Planta Baixa.....	80
Figura 16. Visualização 3D - REVIT- Igreja.....	81
Figura 17. Mecanismo de renderização em nuvem >Menu vista > renderização no cloud .....	82
Figura 18. Área a ser gerada realidade virtual.....	82
Figura 19. Passo a passo de render em cloud .....	83
Figura 20. Coleta da parametrização .....	84
Figura 21. Render em nuvem.....	85
Figura 22. QR CODE e link gerados pelo REVIT .....	85
Figura 23. Altar da Nave principal .....	86
Figura 24. Visualização RV com auxílio do celular .....	86
Figura 25. Imagem para uso em óculo de RV visualizada no celular .....	87
Figura 26. Imagem gerada no Revit .....	87
Figura 27. Imagem gerada para visualização em óculos de realidade virtual .....	88
Figura 28. 3D do revit Importado para o ENSCAPE .....	89
Figura 29. Visualização 3D ENSCAPE.....	90
Figura 30. Visualização Simultânea no ENSCAPE .....	90
Figura 31. Modo Panorama Enscape.....	91

Figura 32. Imagens geradas no ENSCAPE – Galeria de imagens .....	92
Figura 33L QR CODE - ENSCAPE .....	92
Figura 34. Imagem panorâmica - 360° .....	93
Figura 35. Visualização do projeto em realidade virtual. ....	95
Figura 36. ALGO PADRÃO AUGIN .....	96
Figura 37. REFERENCE TRACKER AUGIN .....	97
Figura 38. Interface do REVIT com Plugin AUGIN .....	98
Figura 39. AUGIN HUB- Versão desktop Windows .....	99
Figura 40. Passeio virtual com drone no AUGIN .....	99
Figura 41. Passeio virtual com personagem criada no ENSCAPE .....	100
Figura 42. Visualização do Reference Tracker .....	100
Figura 43. QR CODE gerado no Augin Hub .....	101
Figura 44. QR CODE e link gerados no aplicativo de celular .....	101
Figura 45. Etapas de geração do projeto em RA.....	102
Figura 46. Igreja em RA sobre o plano.....	102
Figura 47. Modelagem visualizada em RA.....	103
Figura 48. Interação da realidade aumentada com o cliente .....	104
Figura 49. Imagem gerada em realidade aumentada.....	105

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Principais diferenças entre Modelo Virtual e Ambiente Virtual .....	34
Tabela 1. Uso geral do ENSCAPE .....	45
Tabela 2. Comparativo de RA e RV .....	48
Tabela 3. Vantagens e Desvantagens das ferramentas .....	93

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>AEC</b>	Arquitetura, Engenharia e Construção
<b>AVI</b>	Ambientes Virtuais Interativos
<b>RV</b>	Realidade Virtual
<b>RA</b>	Realidade Aumentada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>18</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>20</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1 DESIGN DE INTERIORES E O BIM</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2 DEFINIÇÃO DE BIM</b> .....	<b>23</b>
<b>3.3 REALIDADE VIRTUAL</b> .....	<b>28</b>
3.3.1 HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL AUMENTADA .....	37
3.3.2 REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA E NÃO IMERSIVA .....	39
3.3.2.1 Técnicas de interação .....	40
<b>3.4 A REALIDADE VIRTUAL E O DESIGN DE INTERIORES</b> .....	<b>40</b>
<b>3.5 PROGRAMA XX</b> .....	<b>41</b>
<b>3.6 REALIDADE AUMENTADA</b> .....	<b>41</b>
3.6.1 FORMAS DE EXIBIÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA .....	44
3.6.2 REALIDADE AUMENTADA E O DESIGN .....	48
<b>3.7 AUGIN</b> .....	<b>51</b>
<b>3.8 REALIDADE VIRTUAL X REALIDADE</b> .....	<b>52</b>
<b>3.9 REVIT</b> .....	<b>53</b>
<b>4 DESIGN E ARQUITETURA SACRA</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1 ESTILOS ARQUITETÔNICOS</b> .....	<b>57</b>
4.1.1 Estilo Gótico .....	57
4.1.2 Estilo clássico renascentista.....	57
4.1.3 Estilo barroco .....	57
4.1.4 Estilos neoclássicos .....	58
4.1.5 Igrejas contemporâneas .....	58
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	<b>66</b>
<b>5.1 MODELAGEM DO PROJETO</b> .....	<b>67</b>
<b>5.1 LOCAL DO PROJETO</b> .....	<b>72</b>
<b>5.2 OBJETO DE ESTUDO</b> .....	<b>72</b>

<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>72</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIA.....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O design de interiores surge em um cenário no qual acontece a evolução de grandes movimentos artísticos, como: Art Nouveau, Cubismo, Futurismo, Dadaísmo, Surrealismo, Construtivismo, Art Decó, De Stijl e Bauhaus. Há relatos de que essa atividade também sofre evolução, partindo de uma outra atividade: a decoração, em um cenário onde a arquitetura também começa a ganhar espaço (VELA et. al, 2016). No entanto, foi somente no século XXI, que design de interiores passou a ser uma “profissão” (GIBBS, 2015).

Nos dias atuais, designers e arquitetos disputam espaço no mercado de trabalho exercendo a mesma atividade: desde o encontro com o cliente, na realização de um briefing, por exemplo, através de entrevista, no intuito de perceber desejos e necessidades específicas de cada um, estes profissionais buscam, cada vez mais, entregar algum material para além de impressos com projetos, que muitas vezes não são compreendidos por aqueles que os contratam.

Configura-se, então, um desejo por parte deste público, seja designer ou arquiteto, de entregar para os seus clientes, maior interação com seu projeto, algo além de plantas baixas e especificações técnicas ou imagens impressas, normalmente geradas a partir de softwares de modelagem 3D.

Em sua rotina laboral, o profissional de design de interiores realiza uma série de etapas até a entrega do projeto executivo. Da entrevista à maquete eletrônica que, embora entregue de forma impressa, no intuito de ampliar o entendimento do cliente sobre a proposta a ser executada, é o ponto máximo alcançado durante a atividade destes profissionais. No entanto, vale ressaltar que a maquete em 3D pode ser aproveitada, de modo a ampliar a experiência do usuário.

Dessa forma, este estudo propõe-se a apresentar uma proposta de sistema utilizando maquetes eletrônicas de uma igreja, previamente elaboradas, no software REVIT de modelagem BIM que vem ganhando espaço para criação de ambientes e projetos de design de interiores, no intuito de potencializar e ampliar a experiência do usuário, sendo implementado o processo de realidade virtual e realidade aumentada.

Hodiernamente, diante dos avanços tecnológicos disponíveis com softwares cada vez mais avançados, nota – se concomitantemente avanços nas diversas áreas do design de interiores com ênfase principalmente nos projetos, estes passam a facilitar todo o processo que antes apresentava - se demasiadamente demorado.

Para Paes e Arantes (2015), a evolução das tecnologias de informação tornou possível a criação de mecanismos que possibilitam a manipulação de dados por sistemas informatizados, os quais são chamados de softwares. O uso de programas computacionais no auxílio da produção de projetos em design de interiores tornou-se indispensável devido aos benefícios advindos dessas ferramentas, dentre os quais se destacam a agilidade e precisão, manipulação de imagens realistas e ambientes virtuais e realidades aumentadas. Portanto, a manipulação dessas ferramentas por profissional capacitado é imprescindível, uma vez que, garante a entrada correta das informações, e detalhamento dos projetos principais e auxiliares.

O Building Information Modeling (BIM) ou Modelagem de Informação da Construção ganha cada vez mais mercado no ramo das engenharias brasileiras, arquiteturas e design de interiores e tem se consolidado nos mercados mundiais, principalmente nos países chamados de primeiro mundo. Fica evidente que as utilizações desses recursos geram uma redução no custo de construção, no tempo de projeto e execução, nos erros em documentos, no número de reclamações após a entrega da obra ao cliente e nas atividades de retrabalho, assim como a possibilidade de geração de técnicas que possibilitem que o cliente consiga imergir no projeto e entende – lo de forma mais ampla, visualizando itens essenciais de forma virtual e aumentada. (MCGRAW HILL CONSTRUCTION, 2012)

O incremento destes softwares acarreta um processo mais abrangente e que quando bem guarnecido, outorga maior integração dos agentes envolvidos no processo de projeto e na construção, convertendo em construções com qualidade elevada, com custos e tempo de realizações inferiores, projetos eficientes, bom detalhamento e demonstração cada vez mais realistas.

A existência de uma multiplicidade de softwares no mercado tem surtido uma série de dúvidas, sobre qual programa manipular, qual o mais acessível do ponto de vista econômico, quais as diferenças existentes entre eles e quais os resultados mais próximos do real em geral.

O estudo delimita –se em apresentar um a análise de uma capela produzido com auxílio de metodologia BIM, o software REVIT atrelado a ferramentas de visualização de imagens 3D em realidade virtual e aumentada.

Tendo em vista o crescimento do interesse por essa temática entorno de realidade virtual e aumentada ao longo dos anos. Essa temática que deixou de ser empregada apenas em jogos ligados à ideia de realidade virtual, passando então a

ser explorados em outros vários ramos promissores, como educação, turismo, arquitetura, empresarial (dentre as quais treinamento militar, educação e diagnósticos médicos, engenharias e design), dentre outros. A adoção dessas tecnologias no ramo do design de interiores mostra - se promissora, podendo gerar grandes ganhos em termos de percepção de escala, bem como no entendimento do projeto e de suas complexidades. (PARISI, 2016, p. 15)

Enquanto algumas faculdades implantaram ferramentas mais avançadas na sua grade curricular, como programas BIM (manipulação digital precisa de modelos e de informações da construção), outras insistem no foco em desenho 2D e softwares computacionais bidimensionais CAD (ferramentas de projeto assistido por computador).

A proposta de pesquisa surge de um anseio pessoal enquanto docente no curso de design de interiores da Universidade Estadual do Maranhão- UEMA, Campus Bacabal. No anseio de apresentar aos alunos e demais profissionais que a ementa do curso sobre cai em disciplinas referentes à elaboração de projeto arquitetônico em 2D e 3D. No entanto, estas disciplinas trazem a elaboração de projetos visuais 2D e das maquetes 3D, com modelagem em softwares com Sketchup e **AutoCAD**, sem abordar os seus conceitos e processos do BIM. Assim, leva a pesquisa sobre a ótica de demonstrar como o BIM pode ser implantado e utilizado também no mundo do design de interiores.

Com base nisso, o problema desta pesquisa está pontuado em como a adoção da metodologia BIM, usando softwares preparados para tal aplicação, também podem ser utilizados pelo design de interiores aplicando o uso de simulações e de realidade virtual e aumentada para possibilitar a melhora dos projetos de design de interiores, trazendo grandes ganhos no campo do design. Pontuando que elas não substituem as experiências reais, mas podem fornecer uma dimensão mais precisa para quem executa o projeto, para o cliente que pouco entende de pranchas e plantas geradas, e principalmente para quem irá executar.

Diante do exposto, surgem algumas indagações exploratórias: Os benefícios do uso da programação visual em BIM também podem ser aplicados ao Design de Interiores? Como o projetista de interiores pode otimizar seu produto e contribuir para a redução do descarte de materiais na aplicação de suas ideias no projeto? É possível aliar um produto com mais informações sem aumentar significativamente o tempo de projeto? Considerando estas questões, nota-se que análises que indicam caminhos

para melhorias na execução de atividades projetuais contribuem para redução de tempo, erros e custos, além de possibilitar a diminuição de descartes desnecessários de material, proporcionando evoluções no setor. Logo, o tipo de investigação a que se refere esta pesquisa é considerada relevante para a indústria.

A ideia de trazer a realidade virtual e a realidade aumentada para o design de interiores, parte de projetos de engenharia e arquitetura que tiveram um aumento significativo na entrega dos projetos, esse uso da realidade RV e RA pode ser entendida como uma interface avançada de uso do computador, que permite a visualização e movimentação de espaços tridimensionais digitais em tempo real pelos usuários. Ela representa um meio com grande potencial, pois é capaz de gerar imersão nos mais diversos ambientes virtuais, possibilitando inúmeros novos meios de interação e comunicação. (TORI et al, 2006; PARISI, 2015).

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

A evolução das tecnologias digitais de suporte ao processo de concepção de projetos evidencia uma tendência ao desenvolvimento de aplicações destinadas ao suporte à tomada de decisão. As decisões de maior repercussão nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos são tomadas ainda na fase de concepção, onde a capacidade de influência sobre os custos totais da construção é maior (TOBIN, 2008; OWEN et al., 2010; MANZIONE et al., 2011). Nesse contexto, o uso dos modelos computacionais tridimensionais contribui positivamente para uma melhor compreensão da configuração espacial e estrutural do ambiente representado e para o suporte ao processo decisório baseado em comparações visuais das soluções de projeto. Essa forma de expressão supera o desenho bidimensional principalmente devido ao seu aspecto interativo.

No processo de concepção de projetos, a adoção de representações que se aproximam ao máximo da experiência existencial espacial é de fundamental importância para que sejam projetados espaços que de fato corresponderão técnica, funcional e simbolicamente ao uso destinado (MALARD; RHODES; ROBERTS, 1997).

Em sua rotina laboral, o profissional de design de interiores realiza uma série de etapas até a entrega do projeto executivo. Da entrevista à maquete eletrônica que, embora entregue de forma impressa, no intuito de ampliar o entendimento do cliente sobre a proposta a ser executada, é o ponto máximo alcançado durante a atividade

destes profissionais. No entanto, vale ressaltar que a maquete em 3D pode ser aproveitada, de modo a ampliar a experiência do usuário, se aplicada em um sistema imersivo. (SOUZA,2021)

Logo, essa pesquisa se justifica na tentativa de apresentar as inúmeras possibilidades que o design de interiores pode explorar, mesmo diante da escassez de estudos sobre aplicações de realidade virtual imersiva aos processos de projetos de interiores, tanto em ambientes residenciais quanto comerciais, evidenciando assim a necessidade de mais investigações. Nessa direção, o objetivo geral dessa pesquisa é avaliar a capacidade do Ambiente de Imersão Virtual e aumentada utilizando um sistema de Realidade Virtual assim como da aumentada, o que contribui para uma melhor percepção do espaço virtual, em comparação à percepção obtida através da realidade virtual não imersiva (estação de trabalho convencional), trazendo assim a possibilidade de entender os projetos de interiores na sua amplitude e totalidade.

Demonstrando que para chegar no resultado satisfatório para o cliente, é necessário que haja compreensão/percepção do modelo virtual é necessária ao longo de todo o processo de concepção do projeto, mais especificamente nos momentos de realização da análise crítica distribuídos ao longo da projeção, quando os projetistas submetem seus projetos à própria avaliação e à de terceiros, através de representações computacionais. A possibilidade de imersão leva o designer a procurar identificar possíveis falhas no projeto propondo soluções para corrigi-las e até melhorando os aspectos visuais e dos itens que compõem o projeto após a visualização do cliente (ROMANO, 2006; SILVA; NOVAES, 2008).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Demonstrar a importância da aplicação e integração do software BIM: REVIT com a realidade virtual e aumentada, em projetos de design de interiores.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Familiarizar com o contexto de realidade virtual, explorando conceitos e tecnologia;
- Aplicar a metodologia BIM com o uso do software REVIT na modelagem do design de interiores;

- Identificar as principais vantagens, desvantagens, dificuldades e potencialidades no uso da realidade virtual.
- Demonstrar a usabilidade da Realidade virtual, aumentada e imagens 360°
- Divulgar a tecnologia de realidade virtual e aumentada para que novas pesquisas possam ser desenvolvidas nas áreas no design de interiores
- Promover discussões sobre aspectos da realidade virtual e aumentada como ferramenta de representação, simulação e avaliação;
- Estimular pesquisas por novas ferramentas de trabalho no design de interiores;

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Dentre as tecnologias atualmente desenvolvidas para a área de Construção Civil, Arquitetura e design de interiores está a BIM (Building Information Modelling ou Modelagem da Informação da Construção, em português). Ela opera nas etapas de implantação, construção, projeto e manutenção de edifícios por meio da simulação desses edifícios em escala real. Isso a tornou parte importante do avanço das demais tecnologias da área, além de tornar o processo de construção algo mais sustentável. Através do BIM, é possível visualizar opções para o projeto de uma construção de maneira antecipada, facilitando o entendimento geral do mesmo para então ser realizada a etapa de construção.

De acordo com a Autodesk (2020), o processo MACRO do BIM é dividido em quatro etapas:

- Planejamento: “Forneça informações à equipe de planejamento combinando dados de captura da realidade e do mundo real para gerar modelos contextuais dos ambientes construído e natural”.
- Projetistas: “Nessa fase estão as tarefas de projeto conceitual, análise, detalhamento e documentação. O processo de pré construção começa com o uso de dados BIM para informar as equipes responsáveis por cronogramas e logística”.
- Construir: “Nessa fase, a fabricação começa a usar especificações BIM. A logística da construção do projeto é compartilhada com empresas contratadas e empreiteiras para assegurar a melhor sincronização e a maior eficiência”.
- Opere: “Os dados BIM são encaminhados às ações de operação e manutenção dos equipamentos concluídos. Os dados BIM podem ser usados

futuramente em tarefas de renovação ou mesmo desconstrução, com economia de custos”.

Além disso, o BIM utiliza-se de metadados capturados durante o processo de desenvolvimento para auxiliar nas atividades de gerenciamento, aumentando a eficiência do projeto como um todo. Ainda assim, segundo Quattrini et al. (2017), edifícios já existentes não compartilham das mesmas utilidades da tecnologia BIM. Isso se dá pela dificuldade de implementar detalhes mais minuciosos característicos principalmente de edifícios antigos, costumeiramente mais irregulares.

### **3.1 DESIGN DE INTERIORES E O BIM**

Os projetos no setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) que se estenderam a projetos de design de interiores, possuem grandes quantidades de dados que devem ser acessados e gerenciados por diversos profissionais em diferentes etapas de trabalho. Tecnologias que possibilitem, de modo rápido e colaborativo, o acesso e integração de dados produzidos em diversos tipos de ferramentas trazem muitas vantagens para esse setor.

Recentemente, novas possibilidades de uso de ferramentas para aprimoramento e desenvolvimento do design de interiores, assim, tem surgido dentro da plataforma Building Information Modelling (BIM) a partir de softwares que exploram o desenho paramétrico por meio da programação visual metodologias que possibilitam ao arquiteto ou designer ampliar suas possibilidades de entendimento do próprio projeto (HERRERA, 2011 apud VASCONSELOS et al., 2017). Como o uso de parâmetros já faz parte do processo BIM, isso facilita a implementação da programação visual para manipular os parâmetros existentes ou criados para fins específicos.

Nesse contexto, o *Building Information Modeling* (BIM) apresenta-se como um conjunto de políticas, processos e tecnologias que juntos compõem uma metodologia para gerenciar, de forma organizada e colaborativa, todo o processo de projeção de um edifício ou instalação e “[...] ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida”.

Este potencial uso da linguagem de programação visual inerente ao BIM também pode se mostrar uma vantagem para o desenvolvimento dos projetos

voltados ao ambiente interno da construção, afinal, à medida que o uso do BIM cresce dentro da arquitetura, também se torna um campo promissor para o design de interiores. No entanto, ainda existe uma forte dificuldade de se encontrar os melhores caminhos para adoção da modelagem da informação neste segmento, que se deve bastante ao fato de ainda haver uma quantidade insuficiente de pesquisas e usos práticos do BIM para este campo (KIM, 2016).

Atualmente, são esperados usos mais amplos do BIM e do *Historic Building Information Modeling* - HBIM graças aos desenvolvimentos tecnológicos e a possibilidade de vinculação dos modelos com outras ferramentas de modelagem e simulação.

Hamid e Embi (2016) afirmam que atualmente não há uma ferramenta BIM específica para o design de interiores, mas que, ainda assim, o seu uso pode trazer benefícios. Sua implementação deve ser primordial aos projetistas, que estão sempre buscando uma abordagem integrada a fim de atingir um mercado descrito por Souza, Amorim e Lyrio (2009) como cada vez mais exigente quanto a prazos, qualidade e custo.

Ademais, considerando o panorama atual de busca por reduzir o impacto da construção civil nas problemáticas ambientais, os elementos que compõem a arquitetura de interiores também são geradores de resíduos (embora em uma escala menor), principalmente quando se trata da confecção de móveis sob medida, pois estima-se que cerca de 10% dos painéis de madeira são descartados somente na fase pré-instalação, como relatou Midões (2017).

Silveira e Salcedo (2017) descrevem algumas das principais características de se elaborar um projeto de design de interiores em BIM: os modelos apresentarão associatividade bidirecional, que é a capacidade de conexão entre os elementos dimensionais de um modelo (a alteração de uma dimensão será automaticamente atualizada em todo o projeto); os objetos modelos possuem parâmetros, o que significa que qualquer parâmetro alterado resultará não apenas em uma alteração em uma vista, mas em todo o objeto; compatibilização com os demais projetos, podendo ser observado, por exemplo, a conexão de um projeto de locação de pontos elétricos em design de interiores; por fim, pode-se gerar rapidamente orçamento em um projeto, e qualquer alteração no modelo atualizará a tabela automaticamente.

Villaschi (2019) descreve que o modelo BIM possui, além da representação tridimensional, informações das propriedades de cada objeto que o compõe. Com

isso, torna-se possível calcular os quantitativos de cada item com a possibilidade de efetuar o cruzamento de informações para gerenciá-las por meio de tabelas.

Ao mesmo tempo que a maioria das informações contidas em componentes de mobiliários, decoração, equipamentos e até mesmo de projetos complementares (instalações prediais) já se tornam suficientes para gerar tabelas de quantitativos facilmente, nota-se que a mesma facilidade não é atingida quanto à parte de marcenaria/móveis planejados, o que é necessário para uma maior qualidade projetual. Nesta indústria de móveis, onde, predominantemente são utilizados painéis de madeira na produção dos produtos, segundo relatos dos montadores, uma das maiores causas do desperdício de material é que em projetos mais elaborados faltam informações para a montagem (MIDÕES, 2017).

Destaca-se nesse setor, o uso de *game engines*, que podem ser explorados para a geração de ambientes BIM interativos e imersivos com base na Realidade Virtual (RV) e na Realidade Aumentada (RA).

Tecnologias como RV/RA são promissoras na indústria AEC, uma vez que podem melhorar a qualidade do fluxo de trabalho, possibilitando desde a interação com vários componentes e etapas da construção, até uma experiência imersiva para os usuários da edificação. Além disso, o uso dessas tecnologias permite o acesso de dados em tempo real e a exploração de modelos geométricos (3D) associados a informações semânticas.

### **3.2 DEFINIÇÃO DE BIM**

Com a evolução dos aplicativos, através de interfaces gráficas cada vez mais intuitivas, tornam a modelagem uma tarefa mais fácil, profissionais e acadêmicos de arquitetura têm introduzido o 3D no fazer arquitetônico. Mas, ainda, é utilizado mais como meio de representação de um projeto pronto do que como meio de pensar e desenvolver projetos.

A primeira conferência dedicada exclusivamente ao tema BIM foi em 2005, na Georgia, EUA (Estados Unidos da América), coordenado por Eastman e Laiserin (RUSCHEL, 2011). Segundo Eastman (2008), refere-se a um tipo de modelagem tridimensional paramétrica avançada: um único modelo contém todas as informações referentes ao projeto.

O National BIM Standards Committee (NBIMS, 2007) define o BIM, no Brasil, chamado de Modelagem de Informação da Construção, como “uma representação

digital das características físicas e funcionais de uma edificação”. Ainda define, como produto, uma representação digital inteligente de dados; como processo, que abrange diferentes disciplinas e estabelece processos automatizados de trocas de dados; como ferramenta de gerenciamento, sendo instrumento de gestão, fluxo de trabalho e procedimentos usados em equipe.

Diferentes definições são apresentadas sobre o BIM, as quais se relacionam com ferramentas, com tecnologia e com processo. Os termos mais utilizados são: Building Product Models de Charles Eastman, BuildingSMART da International Alliance for Interoperability, Integrated Project Delivery da American Institute of Architects, nD Modeling da University of Salford – School of Built Environment, Virtual Building da Graphisoft e Virtual Design and Construction & 4D Product Models da

O National Institute of Building Sciences define BIM como produto, processo e ferramenta de gerenciamento. No Brasil, é uma tecnologia ainda recente, mas amplamente discutida. O conceito BIM surgiu em 1975. Um documento publicado no extinto AIA (American Institute of Architecture) já apresentava o conceito (Eastman, 2008). Em 1987, foi lançado na Hungria o software Archicad, da Graphisoft, o primeiro software CAD com ferramentas BIM. A partir dos anos 90 outras ferramentas foram surgindo, por exemplo, Allplan, REVIT, Bentley Building e Triforma e Vector Works (RUSCHEL, 2011)

O BIM altera a maneira de desenvolver um projeto. Implementá-lo não é apenas introduzir uma nova ferramenta aplicada ao desenvolvimento do projeto. É preciso haver a transformação de pensamento e de atitude e ocorrerem práticas colaborativas e multidisciplinares e maior envolvimento dos diversos agentes da construção civil. Como já mencionado, por envolver pessoas, processos e ferramentas, o BIM é mais que um programa computacional de modelagem tridimensional. Os conceitos de parametrização, interoperabilidade e projeção colaborativa mudam a maneira de projetar. Eles envolvem diversos agentes da - desde as fases de concepção, construção, operação e manutenção - e abrangem todo o ciclo de vida da edificação e desenvolvimento de mobiliário.

Existem várias definições a respeito do que significa o acrônimo BIM, e, ao mergulhar na sua história, entende-se como ferramentas e conceitos de modelagem estão atrelados. A modelagem da informação da construção é mais que um modelo 3D parametrizado, é uma forma de coordenar informações através de bancos de dados (EASTMAN et al., 2014).

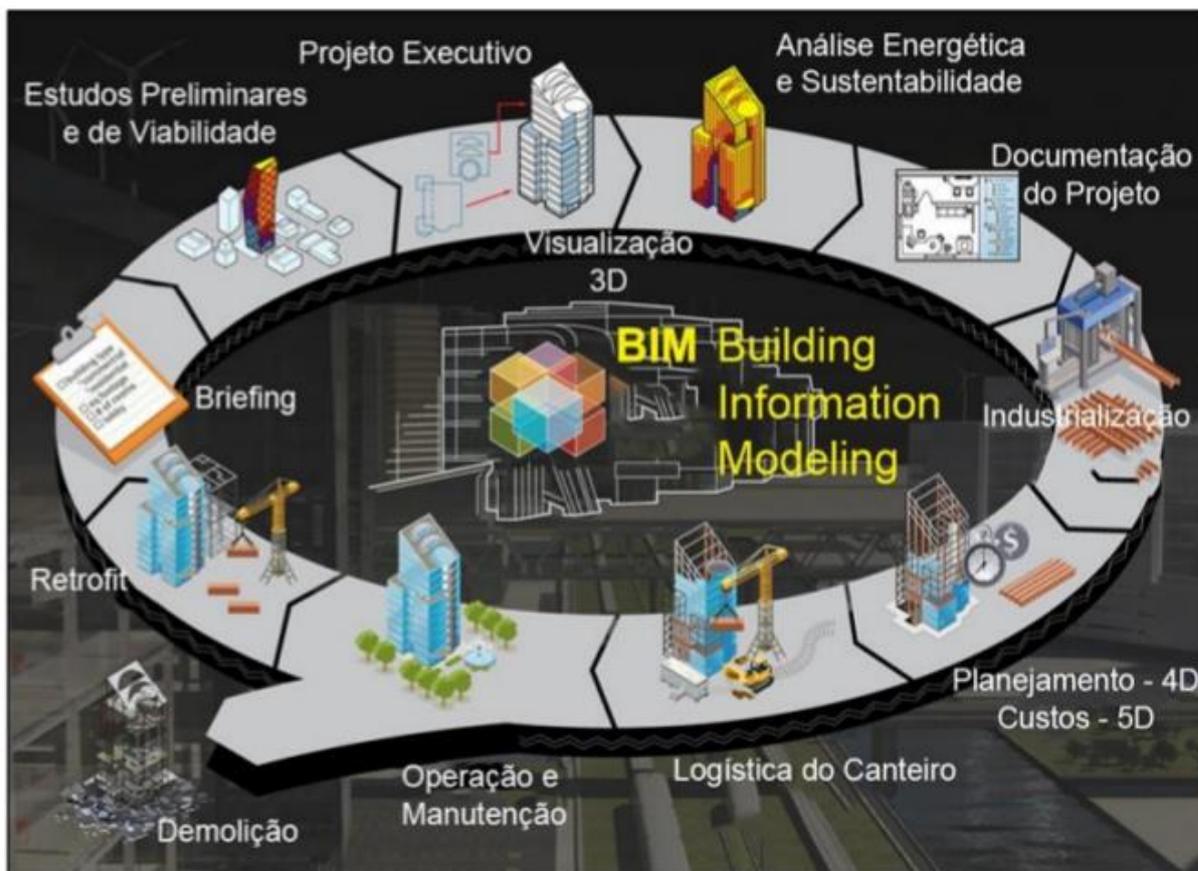
Nas práticas de ensino de desenho e projeto, além da busca e compreensão dos conceitos do BIM, que estão além da inserção de uma ferramenta, mudanças metodológicas devem ocorrer através da inserção de linguagens de programação, modelagem paramétrica, fabricação digital e sistemas de colaboração (CELANI; RIGHI, 2008).

Ruschel et al. (2011) acrescenta que “um dos primeiros passos para a consolidação do BIM no ensino é a rediscussão dos currículos dos cursos de arquitetura e engenharia civil”. Também que as disciplinas de projeto, em sua maioria, ocorrem de forma isolada, contrariando os principais princípios do BIM, que incluem colaboração e integração.

Oliveira (2011) discute as características e particularidades das ferramentas BIM como reflexos da implantação recente em escritórios de arquitetura, design de interiores e engenharia. Ressalte-se que o BIM não abrange apenas Arquitetura e Urbanismo, mas toda a área relacionada à construção civil e recentemente vem explorando toda a modelagem de interiores. Nesse sentido, é fundamental o apoio das universidades para que mudanças aconteçam no ensino e preparando acadêmicos para a vida profissional e para atuar no mercado atual. O movimento permitiria familiarização com novas tecnologias e novos processos de projeto, envolvendo diversas especialidades, uma vez que a integração entre profissionais é essencial para o desenvolvimento do BIM.

O conceito BIM serve de embasamento para as ferramentas que permitem simular o desenvolvimento de um bairro, de uma cidade; o comportamento de uma edificação frente a questões climáticas, de segurança, energética e de consumo de materiais; ou seja, permite simular o ciclo de vida de um edifício, por exemplo, conforme figura 1, seus impactos, interferências e ganhos sociais. Com o BIM as fases de projeto destacam-se por sua importância, pois possibilitam realizar análises mais exatas da viabilidade econômica, urbanística, ambiental e social, no curto, médio e longo prazo, ou seja, da sustentabilidade da benfeitoria do projeto em questão (EASTMAN et al., 2014; FREITAS, 2014).

Figura 1. Ciclo BIM



Fonte: Adaptado de (MAZIONE,2013)

Assim sendo o BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma representação em 3D, seja ela uma peça, um edifício, um ambiente. Essa representação digital serve como um recurso de conhecimento compartilhado para obter informações sobre um determinado modelo, permitindo a criação de uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida, desde a concepção até a manutenção de um projeto, construção, entre outros. (FREITAS, 2014)

Com o BIM, podem ser construídos digitalmente um ou mais modelos virtuais. Estes modelos gerados por computador, contém geometria e os dados necessários para apoiar o ciclo de vida, manutenção, dentre outras atividades. (SILVA,2021)

O BIM é a representação digital partilhada baseada em normas abertas de interoperabilidade. Como tal, pode-se afirmar que o BIM é um modelo inteligente. (FREITAS, 2014)

De acordo com Costa;

“BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de um edifício, modelo, peça, entre outros, constituindo uma base de dados de conhecimento, partilhado ao longo do ciclo de vida dos mesmos. Em BIM, a

geometria, função, dados e respectivo comportamento estão integrados, permitindo estabelecer relações entre os mesmos. As suas características únicas permitem a representação e simulação do comportamento real de edifícios (energético, estrutural, acústico, sustentável, etc.) por exemplo, a quantificação de materiais e a determinação de custos associados ao projeto e respectiva execução, a identificação de erros. (COSTA,2013, pg 6)

A proposta da metodologia BIM é, portanto, trabalhar com um único modelo (3D) compartilhado entre as diferentes disciplinas presentes ao longo do ciclo de vida da edificação, priorizando a integração e a interoperabilidade. Para atingir o uso pleno do BIM, isso deve ocorrer a partir de um servidor local, sem a perda de dados, com total confiabilidade e com base em uma linguagem única.

Logo, novos recursos tecnológicos vêm sendo adotados para viabilizar o trabalho integrado e a colaboração dentro do BIM. A visualização é uma parte importante para a tomada de decisões no setor AEC, tanto para relatar o progresso da construção quanto para comunicar possíveis problemas e alterações, mostrando com eficiência a situação atual. O uso de AVI em RV/ RA permite um passo adiante na visualização, possibilitando a percepção tridimensional do espaço e proporcionando melhores subsídios para as tomadas de decisão.

A RV pode ser definida como uma tecnologia de interface usuário-sistema que permite a integração do usuário, em tempo real, com um ambiente tridimensional digitalmente construído. Já a RA consiste na mistura entre real e virtual, onde o ambiente real é enriquecido com objetos virtuais por meio de dispositivos móveis.

A partir de aplicações em RV/RA, o usuário pode visualizar um modelo BIM e suas informações associadas de todos os ângulos possíveis, de forma interativa e imersiva. Essas aplicações podem servir tanto para as etapas de projeto e construção quanto para o posterior gerenciamento e manutenção do edifício.

Outras vantagens da RV/RA na indústria AEC são: integração entre clientes e profissionais responsáveis pelo projeto, podendo experimentar juntos o espaço virtual do local que ainda não existe fisicamente; visualização e análise de propostas de *layout* em tempo real e diretamente no local de interesse; *marketing* e treinamento de equipe etc. Essas tecnologias permitem que todos acompanhem o andamento do projeto, façam anotações e questionamentos no ambiente virtual e tomem decisões em conjunto.

Aplicações que buscam a integração de modelos BIM com RV/RA estão se tornando frequentes. Alguns autores apresentam o desenvolvimento de *plugins* para o software Autodesk REVIT que possibilitam a visualização do modelo BIM em RV .

Outros demonstram, através de diferentes softwares, que modelos HBIM complexos podem ser visualizados em RV/RA, por meio de dispositivos móveis, não somente para a interação com o modelo geométrico, mas também para a obtenção de informações a ele associadas.

Embora muitas das aplicações de RV/RA no setor AEC sejam utilizadas somente para visualização e passeios interativos, essa tecnologia está se encaminhando para o desenvolvimento de ambientes multiusuários, onde será possível o trabalho colaborativo.

A Modelagem da Informação da Construção pode ser descrita de diferentes formas: seja como uma nova plataforma de tecnologia da informação relacionada ao setor AEC e constituída por ferramentas que trazem inovadoras possibilidades no processo de projeção e gerenciamento de uma edificação ou instalação, sendo aplicável em todo o ciclo de vida dos mesmos; seja como um “[...] rico banco de dados em que o modelo 3D fornece acesso interativo a uma variedade de informações”; ou ainda uma “[...] solução tridimensional capaz de compartilhar informações durante todo o ciclo de vida do edifício”.

### 3.3 REALIDADE VIRTUAL

Projetistas das áreas de arquitetura e urbanismo e design de interiores estão começando a se acostumar com uma nova ideia nos procedimentos de projetos. O aparecimento do computador representa uma nova metodologia de trabalho auxiliada por um conjunto de ferramentas digitais acessíveis apenas através do computador. Estas ferramentas são aprimoradas, reinventadas e adaptadas de acordo com as evoluções de processamento gráfico (hardware) e cálculos para suporte de programas CAD<sup>2</sup> ou gráficos (software).

O desafio que os profissionais encontram agora é dominar as novas ferramentas que prometem mais agilidade e detalhes mais apurados nos projetos.

---

<sup>2</sup> CAD (*Computer Aided Design* – Projeto Auxiliado por Computador) O CAD é a principal base dos programas destinados a projetos de engenharia em geral. Aplicativos CAD auxiliam principalmente no que se refere ao desenvolvimento de desenhos técnicos e de precisão (plantas baixas, perspectivas, etc.). CAAD (*Computer Aided Architectural Design* – Projeto Arquitetônico Auxiliado por Computador) significa o uso da tecnologia CAD em aplicativos específicos para projetos de arquitetura e urbanismo.

Este domínio, no entanto, acontece apenas depois da escolha pela ferramenta adequada às necessidades do profissional.

A variedade de tarefas e procedimentos que podem ser substituídos por aplicativos computacionais é grande, mas exige além do aprendizado específico para cada aplicativo a aquisição destes.

Vários aspectos positivos impulsionam a rápida difusão das ferramentas computacionais nas áreas de arquitetura e urbanismo. Estas ferramentas auxiliam o profissional, o estudante e o cliente através de processos simplificados, reutilizáveis e de fácil compreensão nas etapas de apresentação .

A tecnologia computacional promoveu diversas melhorias nos procedimentos de representação de ambientes que normalmente eram demonstrados através de perspectivas (desenho) ou maquetes (físicas) em escalas reduzidas. A possibilidade de criar uma maquete digital trouxe a diversificação na apresentação de um projeto através de várias vistas – internas e externas - capturadas a partir de uma única maquete digital.

Aplicações mais recentes permitem que esta maquete possa ser explorada por um leigo através de sistemas interativos utilizando realidade virtual. Entretanto, segundo Zevi (1992), um projeto só pode ser realmente contemplado após sua execução. Isto classifica qualquer outro tipo de representação (como desenhos, maquetes ou croquis) não suficiente para compreensão de sua escala.

‘Todos os produtos de arquitetura são qualificados por sua escala, e por isso não só as maquetes plásticas não são suficientes para representá-los, como também qualquer imitação...’ (Zevi, 1992, pg. 49)

Talvez Zevi (1992) tivesse se pronunciado de outra maneira diante das possibilidades geradas com a tecnologia de RV. Explorar o projeto ainda não edificado em sua escala real é uma simulação possível através da utilização de dispositivos adequados que permitem a sensação de imersão no ambiente virtual.

Partindo da busca pela definição das palavras do conceito Realidade Virtual, tem-se que, de acordo com o dicionário Longman Dictionary of Contemporary English, a expressão realidade virtual é definida como a imagem produzida por um computador que circunda a pessoa que a observa e tal imagem parece muito ser real. (GADSBY, 1995)

Já Parisi (2015) afirma que a realidade virtual tem o objetivo de convencer o usuário de que ele está em outro lugar. Para isso, ela recorre a algumas tecnologias que se baseiam no funcionamento dos sentidos do corpo humano, como imagens estereoscópicas, sensores de movimento, dispositivos auxiliares (controle, mouse) ou ainda hardwares estacionários ou móveis. (PARISI, 2015, p. 9)

Heidrich e Pereira (2004) apropriaram-se da expressão “óculos do conhecimento especializado” referindo-se às necessidades de um leigo em ter um conhecimento de desenho técnico prévio para compreender a linguagem de plantas baixas e vistas, própria da representação de arquitetura. Na época, consideraram que as tecnologias de representação gráfica digital tridimensional, especialmente utilizando-se de ambientes interativos, já permitiam avançar em relação à linguagem tradicional para auxiliar na compreensão de projetos de arquitetura.

O uso da realidade virtual tem sido incorporado por práticas de arquitetura e inclusive chega a fazer parte do cotidiano da própria sociedade. O desenvolvimento da cultura digital, especialmente através da cultura de jogos, tem incluído a prática da ação interativa em espaços tridimensionais virtuais, facilitando o reconhecimento desta maneira de representação.

Um crescente de avanços tecnológicos na área da representação permite exigir cada vez menos a necessidade dos referidos “óculos do conhecimento” por um cliente de arquitetura. Nesta trajetória deve-se fazer referência ao desenvolvimento de dispositivos para a interface natural, tais como os que se utilizam de sensores de movimento ou do tato para interagir com elementos do espaço digital. Difundidos também na sociedade através de jogos digitais, permitem cada vez mais acionar a sensação de presença em um mundo virtual.

A utilização da tecnologia de realidade virtual (RV) surge para profissionais e clientes como ferramenta auxiliadora tanto nos procedimentos de desenvolvimento de projetos quanto na compreensão e avaliação de projetos solicitados. Através de sistemas de RV é possível obter uma economia tanto de tempo quanto financeira através de previsões e/ou simulações de projetos.

Algumas das vantagens sobre a utilização desta tecnologia nas áreas de arquitetura e urbanismo, design de interiores podem estar na preservação do patrimônio histórico através de divulgação massificada buscando conscientização pública pela preservação, previsões e avaliações de projetos para planejamento

urbano a partir de entrada de dados reais e simulações dos mais variados projetos e interações virtuais permitindo avaliações pertinentes ao uso do espaço projetado.

Através da realidade virtual é possível obter a simulação de ambientes reais utilizando recursos tecnológicos. Devido a sua facilidade de uso em diversas áreas de conhecimento, é notável a elevada valorização do projeto, tendo, em vista que criações interativas são elaboradas permitindo um contato entre o projeto e os usuários. Nesse sentido, é possível definir a realidade virtual com base a defesa dos editores Tori e Kiner (p.6,2006).

A realidade virtual (RV) é, antes de tudo, uma interface avançada do usuário para acessar aplicações executadas no computador, tendo como características, a visualização de movimentos em ambientes tridimensionais em tempo real e a interação com elementos do ambiente. Além da visualização em si, a experiência do usuário de RV pode ser enriquecida pela estimulação dos demais sentidos com tato e audição.

Diante disso, a partir do presente recurso é possível obter experiências imersivas e interativas mediante uso de imagens gráficas produzidas em tempo real. A imersão trata –se da possibilidade de o usuário estar “dentro” daquele determinado ambiente virtual; enquanto a interação diz respeito as ações no ambiente virtual e as consequências de dados ações. Em suma, o principal ambiente na realidade virtual é gerado pelo próprio computador no qual se haverá a representação do usuário por intermédio de um avatar.

O termo RV é ainda pouco compreendido por profissionais das áreas de arquitetura e urbanismo, design de interiores, professores e alunos. Seu uso inapropriado faz com que cada vez mais, julgamentos ambíguos sejam produzidos. A comunidade bem como o setor acadêmico passa a avaliar o termo baseado no conhecimento empírico que, de certa maneira, é limitado devido ao pequeno número de pesquisas desenvolvidas na área hoje em dia.

Esta ideia parte do reflexo de pensar que “tudo que é produzido em um computador é virtual, porque os dados gerados através desta mídia são armazenados de forma virtual ou porque produzem ambientes sintéticos (quando é o caso de maquetes 3D)”. Outro aspecto que leva à errada concepção do termo RV é a má difusão do termo pela mídia. O autor de *Envisioning Cyberspace* Peter Anders (1998) se posiciona contra a difusão descontrolada de jargões pela mídia descrevendo o seguinte:

Imagens do espaço cibernético encontradas em filmes e televisão são tão distorcidas quanto ciber-jargões que lemos em revistas. Eles ilustram a confusão em torno do espaço cibernético. Enquanto a intenção de projetos sérios é orientar ao invés de confundir, o que nós vemos é uma mídia que expressa informações caóticas – descontrolada e mal administrada.”(Anders, 1998, pg. 2)

Para a experiência de RV acontecer, faz-se necessário o uso de tela com capacidade de gerar imagens estereoscópicas, que consistem em duas imagens distintas, de pontos de observação baseados no posicionamento de cada olho do observador. Tais imagens, ligeiramente distintas, ao serem interpretadas pelo cérebro humano, geram as noções de profundidade, distância, tamanho e posicionamento dos objetos, caracterizando a visão tridimensional. Além disso, para melhorar a ilusão da RV, é importante emular o formato esférico do olho humano. Para isso, recorre-se à distorção em forma de barril. (PARISI, 2015, p. 9-10)

Outro ponto importante para melhorar a ilusão de que o usuário está em um lugar diferente do real é o uso de sensores de movimento. Ao monitorar os movimentos da cabeça, o dispositivo acoplado à cabeça, ou HMD (head-mounted device) e atualizar as imagens em tempo real, o cérebro tende a acreditar naquele ambiente virtual, já que a visão funciona assim no mundo real. (PARISI, 2015, p. 11-12)

Parisi (2015) afirma ainda que é importante que o HMD envolva completamente os olhos do usuário, de modo a impedir a visualização de quaisquer pontos do exterior. (PARISI, 2015, p. 12)

Adicionando mais complexidade e poder de imersão e ilusão à experiência, é possível se utilizar de controles de jogos, sensores de movimento de mão ou ainda sensores de movimento corporal para que a interação do usuário com o ambiente virtual seja ainda mais próxima do real. (FRACAROLI,2006)

Para Sherman e Craig (2003), realidade virtual trata-se de um meio baseado em simulações computacionais interativas que monitoram a posição do usuário e suas respectivas ações, gerando informações para alimentar ou aumentar a percepção de um ou mais sentidos do ser humano, fazendo o usuário sentir-se mentalmente imerso ou presente no mundo virtual. (SHERMAN; CRAIG, 2003, p. 13). Os pontos fundamentais para se experienciar a realidade virtual são os seguintes:

- Mundo virtual – trata-se do conteúdo de um determinado meio, que pode existir somente na mente do seu criador, sem a necessidade de ser visualizado

através da realidade virtual, como filmes que existem independentemente de suas reproduções; é um espaço imaginário usualmente mostrado através de um meio; (SHERMAN; CRAIG, 2003, p. 6-7)

- Imersão – trata-se da sensação de estar em um ambiente, podendo ser alcançada apenas mentalmente (estado de engajamento profundo, suspensão da descrença) ou fisicamente (imersão corporal através de estímulos sensoriais feitos com o uso de tecnologia); (SHERMAN; CRAIG, 2003, p. 7-9)

- Respostas sensoriais – ingrediente essencial na realidade virtual, capaz de prover respostas sensoriais ao usuário baseadas na posição e movimentação do indivíduo, sendo geralmente usada na visão, mas podendo também ser usada para o tato ou para o monitoramento da movimentação do corpo; (SHERMAN; CRAIG, 2003, p. 10)

- Interatividade – necessária para reforçar a autenticidade da realidade virtual, trata-se da resposta às ações do usuário, como pegar e movimentar objetos, clicar em interruptores, como a simulação de voo, que exhibe os instrumentos do cockpit do avião (SHERMAN; CRAIG, 2003, p. 10-12)

Em geral, porém, antes de compreender as qualidades dos sistemas de RV (imersiva ou não-imersiva), é importante apontar as diferenças entre o ‘modelo virtual’ e o ‘ambiente virtual’. A diferença encontra-se na possibilidade de manipulação para cada um dos exemplos os quais dependem de um modelo eletrônico tridimensional.

#### Quadro 1 – Principais diferenças entre Modelo Virtual e Ambiente Virtual

MODELO VIRTUAL	AMBIENTE VIRTUAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquivo criado e desenvolvido em software de modelagem para usuários <i>expert</i>;</li> <li>• Não permite interação com o modelo dentro de um ambiente de regras para usuários comuns;</li> <li>• Eventualmente este modelo pode ser exportado para um ambiente virtual através de uma linguagem ou software específico (vrml por exemplo);</li> <li>• Permite a criação de animações e imagens pré renderizada para apresentações posteriores;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O modelo encontra-se dentro de um Mundo de regras;</li> <li>• Utilização de leis físicas que aproximem o AV do mundo real como a gravidade para o ambiente e massa para os objetos;</li> <li>• Podem existir caminhos pré-definido dentro deste mundo, como animações. Mas o usuário possui liberdade para explorar o ambiente;</li> <li>• Modelos de interações com os objetos do AV com possibilidade de entrada (para o software) e saída (para o usuário) de dado;</li> <li>• Interface de manipulação e interação mais amigável.</li> </ul>

O 'modelo virtual' refere-se a qualquer elemento tridimensional desenvolvido dentro de um aplicativo apropriado para modelagem 3D. Sua manipulação dependerá das habilidades de manuseio daquela ferramenta pelo usuário conhecedor dos procedimentos disponíveis. As maquetes digitais modeladas para servirem de objeto gerador de imagens de perspectivas não podem ser confundidas com RV ou AV. Estas maquetes são apenas modelos tridimensionais gerados sem intenção de serem utilizadas em sistemas onde o usuário possuiria liberdade para explorar o ambiente virtual. Eventualmente esta maquete pode vir a fazer parte de um sistema de RV. Neste caso o arquivo deve ser adaptado para tal fim, o qual deve cumprir alguns requisitos.

O termo 'ambiente virtual' (AV) é defendido por alguns autores, como Stuart (1995) e Ruddle (1997), como sendo um sinônimo do termo RV. Esta dissertação, no entanto, utilizará o termo AV como sendo o ambiente onde são possíveis as interações com objetos e cenário dos sistemas de RV. Percorrer o modelo e visualizar todos os seus ângulos, interagir com objetos e explorar livremente a maquete dentro de uma interface simplificada é estar dentro de um ambiente virtual.

É comum encontrar discursos de pessoas que confundem animações com ambiente virtual ou mesmo RV. Uma das características básicas que classifica o modelo eletrônico em AV ou RV é a interação em tempo real que o usuário terá com a maquete, ou seja, enquanto estiver explorando o ambiente.

Além do modelo digital, outros elementos podem incrementar as características do sistema de RV, como parâmetros de gravidade e objetos com comportamento real. Estas características e condições podem ser determinadas através de softwares específicos, linguagem ou ambientes de programação. A modelagem do ambiente é possível através de programação ou softwares de modelagem que possuam extensões de arquivos compatíveis para o desenvolvimento de sistemas de RV. Entretanto as interações que o usuário deverá ter com o ambiente e objetos necessitam de programação.

A RV e seus ambientes virtuais têm proporcionado muito mais do que apenas o reconhecimento do espaço tridimensional. Estas aplicações permitem a avaliação de vários aspectos de importância relevante no projeto como correção de problemas de estrutura, saídas de emergência, sistemas elétricos, hidráulicos entre outros.

Em outras áreas a RV oferece aos deficientes que necessitam de cadeiras de roda sentir a mesma sensação que uma pessoa normal teria ao explorar um ambiente construído (Weiss, 1996). Novas aplicações, dispositivos e modelos de interações podem tornar ainda mais fáceis os procedimentos de projeto na arquitetura e urbanismo de design de interiores, fazendo do AV parte importante e definitiva para o desenvolvimento de projetos.

Outra implicação do uso de AVs é o aparecimento de uma nova interface entre profissional, projeto e cliente, com interações utilizando luvas, capacetes ou outros periféricos de imersão.

Tori et al (2006) trazem Realidade Virtual como uma interface avançada, onde o usuário é capaz de visualizar um ambiente tridimensional de aplicações de computador.

Os dispositivos de RV que serão estudados no presente trabalho usam a estereoscopia como base para gerar imagens com a intenção de criar a sensação de profundidade, tridimensionalidade e imersão ao usuário. A visão humana é baseada na percepção de duas imagens distintas, uma correspondente a cada olho humano.

Essas duas imagens são então processadas pelo cérebro, possibilitando a compreensão de tridimensionalidade e volumetria. (TORI et al, 2006)

Na computação gráfica normalmente lidamos com uma imagem única, gerada por um ponto de vista ou câmera virtual, como a tela do computador, do celular, da televisão convencional. (TORI et al, 2006)

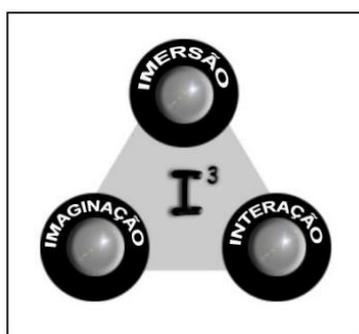
“Imagine ser capaz de andar dentro de seu computador interagir com qualquer programa que você crie. Isto soa como ficção científica, mas é fato científico. Cirurgiões já praticam operações em pacientes virtuais e arquitetos andam através de estruturas virtuais enquanto a edificação ainda é um projeto”. (Rheingold, 1992)

A RV, como o próprio nome diz, é uma representação da realidade através de artifícios que possam reproduzir cenários ou ambientes aonde pelo menos um dos cinco sentidos possa ser aguçado. Quanto maior for o número de sentidos estimulados dentro de um ambiente virtual maior será a sensação e a imersão vivenciada. Entretanto alguns autores (LUZ, 1997) (WEISS, 1996) defendem que uma experiência de RV só será válida quando existirem estímulos relacionados à interação, imaginação e imersão (Figura 2).

Burdea e Coiffet (1994) defendem esta teoria que é representada através de um triângulo que aponta os critérios que devem ser cumpridos para que uma aplicação possa ser definida como RV.

Para compreender melhor cada critério da imagem é necessário relacioná-los com a tecnologia de RV. Desta maneira uma experiência imersiva de RV é considerada como tal quando os estímulos gerados pela aplicação cumprem determinadas aspectos. (MIRA,2017)

**Figura 2. Triângulo de RV**



Fonte: Rebelo (2000)

Dos sentidos que necessitam ser satisfeitos para que uma imersão seja completa estão a visão, o olfato, o tato, a audição e o paladar. Muitos autores concordam ainda que a imaginação é essencial para alcançar uma melhor imersão, mas Burdea e Coiffet (1994) ainda acrescentam que a relação espacial seja de igual importância, pois é ela que define sensações de escala dentro de um ambiente. Estas sensações podem ser simples ou complexas, considerando amplos espaços abertos ou pequenos cômodos que podem parecer desconfortáveis e apertados.

**Figura 3. Estímulos requeridos ao experienciar aplicações de RV**

<b>Interação</b>	<b>Imaginação</b>	<b>Imersão</b>
Proporciona uma interação completa com o ambiente, com os objetos e com outras pessoas. Exemplo: Abrir uma porta ou saudar uma pessoa dentro de um ambiente tridimensional.	Os sentidos são estimulados a tal ponto que a aplicação parece ser real. Exemplo: sentir que está realmente pilotando um avião ou passeando por uma igreja antiga, mesmo através de um monitor de computador.	A pessoa sente-se como parte integrante do ambiente digital proposta para a interação. Exemplo: Perceber que ao virar a cabeça a imagem que aparece no display do capacete de RV acompanha o usuário permitindo uma visão 360° do ambiente modelado.

Fonte: Rebelo (2000)

Imagine ser capaz de andar dentro de seu computador interagindo com qualquer programa que você crie. Isto soa como ficção científica, mas é fato científico. Cirurgiões já praticam operações em pacientes virtuais e arquitetos andam através de estruturas virtuais enquanto a edificação ainda é um projeto". (Rheingold, 1992)

A RV, como o próprio nome diz, é uma representação da realidade através de artifícios que possam reproduzir cenários ou ambientes aonde pelo menos um dos cinco sentidos possa ser aguçado. Quanto maior for o número de sentidos estimulados dentro de um ambiente virtual maior será a sensação e a imersão vivenciada.

Um sistema de realidade virtual, consiste de um usuário, uma interface homem-máquina, e um computador. O usuário participa de um mundo virtual gerado no computador, usando dispositivos sensoriais de percepção e controle. Um ambiente virtual pode ser projetado para simular tanto um ambiente imaginário quanto um ambiente real. Tanto os sistemas de telepresença quanto os de realidade virtual são semelhantes na parte em que envolvem os usuários e as interfaces muito elaboradas. Eles diferem na atuação sobre o ambiente. Enquanto a telepresença faz com que a interface atue sobre o telerobô que vai atuar sobre o mundo real, o sistema de realidade virtual faz com que a interface atue diretamente sobre o computador que vai atuar sobre um mundo virtual ou um mundo real simulado (KIRNER, 2005).

Esta tecnologia é constituída por um conjunto de recursos que torna possível o envolvimento do usuário com ambientes virtuais através de interações em tempo real, ou seja, com entradas e saídas de dados sem tempo de espera para o usuário ou para aplicação. Sua utilização na arquitetura e no design de interiores como ferramenta de apresentação, simulação ou representação promove mais realismo e compreensão dos projetos. Mas é basicamente como ferramenta de apresentação que esta tecnologia tem se comportado nesta área de modo geral.

### **3.3.1 HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL**

Embora aparente ser algo novo a história da realidade virtual surge antes mesmo de seu conceito ser formalizado, pois como exemplifica a Virtual Reality Society (2019) considerando que o objetivo da RV é enganar o cérebro de alguém para acreditar que algo é real, mesmo quando não é, pode-se inferir que muito antes

do surgimento dos primeiros equipamentos conhecidos a utilizarem essa ferramenta surgirem, a humanidade já utilizava essa tecnologia de forma direta ou indireta.

O sensorama criado por Morton Heilig é reconhecido como uma das primeiras máquinas a possibilitar ao usuário a tecnologia multissensorial imersiva, sendo o mesmo um gabinete de teatro que estimulava os sentidos. Boas (2012) explicita que o mesmo usava 3D visual, áudio, estímulos hápticos, olfativos e até mesmo vento para fornecer a pessoa que estava a utilizar uma experiência imersiva. Ademais desde a ficção científica que previu o VR, passando pelo monitor montado na cabeça, pelo surgimento de luvas, de capacetes e chegando aos dias atuais, são inúmeras as evoluções nessa tecnologia como nós mostra o Quadro 2

**Quadro 2. Evolução da realidade virtual**

<b>Tecnologia</b>	<b>Ano</b>	<b>Tecnologia</b>	<b>Ano</b>
Pinturas panorâmicas	Século XIX	NASA entra em VR	1989
Fotos estereoscópicas e visualizadores	1938	Máquinas de arcade do grupo de virtualidade	1991
Link Trainer - O Primeiro simulador de vôo	1929	VR Mars Rover da Medina	1991
História de ficção científica previu VR	1930	O homem do cortador de grama	1992

Fonte: Adaptado de VRS (2019)

Tecnologia	Ano	Tecnologia	Ano
Sensorama de Morton Heilig	1950	SEGA anuncia novos óculos VR	1993
O primeiro monitor montado na cabeça VR	1960	O Sega VR-1	1994
Headsight – Primeiro HMD de rastreamento de movimento	1961	Nintendo Virtual Boy	1995
A exibição final de Ivan Sutherland	1965	Tratamento de TEPT com RV Landmark	1997
Simulador de Voo de Furness	1966	A Matriz	1999
Espada de Dâmocles	1968	Google traz-nos o Street View	2007
Realidade Artificial	1969	Street View se torna 3D e o óculos é prototipado	2010
GE constrói um simulador de voo digital	1972	O Oculus Kickstarter	2012
VIDEOPLACE de Krueger	1975	Facebook compra Óculos e Sony anunciou seu projeto VR	2014
O McDonnell-Douglas HMD	1979	O HMD Half-dome é anunciado	2018
Furness inventa o Super Cockpit	1986	VR autônomo aumenta, VR móvel morre	2018
Realidade virtual nasceu o nome	1987	VR está mudando rapidamente com o avanço de novos conceitos e ferramentas como o metaverso	2022

Fonte: Adaptado de VRS (2019)

### 3.3.2 REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA E NÃO IMERSIVA

Os autores dividem a RV em dois parâmetros imersiva e não imersiva. Segundo Pinho e Kirner (1997) a imersiva é baseada no uso de capacete ou de salas de projeção nas paredes, enquanto a não imersiva baseia-se no uso de monitores. Tori e Kirner (2006) mostram que essa classificação se dá em função do senso de presença do usuário, logo:

A realidade virtual é imersiva, quando o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação, através de dispositivos multissensoriais, que capturam seus movimentos e comportamento e reagem a eles (capacete, caverna e seus dispositivos, por exemplo), provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual. A realidade virtual é categorizada como não-imersiva, quando o usuário é transportado parcialmente ao mundo virtual, através de uma janela (monitor ou projeção, por exemplo), mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real. (TORI; KIRNER, 2006, grifo nosso).

Logo esse parâmetro é importante para conseguir classificar as mais diversas ferramentas para realidade virtual como luvas, óculos estereoscópicos, capacetes, rastreadores, telas panorâmicas, mesa virtual e etc. de acordo com a sua capacidade de imergir a pessoa que está utilizando nesse novo mundo criado pela ferramenta.

### **3.3.2.1 Técnicas de interação**

Sendo que as experiências vivenciadas são baseadas em um mundo 3D, Laviola et al (2017) determina que as interações do usuário abrangem 4 eixos, sendo eles: - Seleção: referente a escolha de um objeto virtual para ser manipulado, a qual envolve três passos necessários, sendo indicação do objeto, confirmação e realimentação;

- Manipulação: corresponde a alteração da posição de um determinado objeto através de translação ou rotação, ou manipulação de suas características, além de envolver a possibilidade de apagar, copiar, duplicar, deformar ou alterar;

- Navegação: está refere-se à movimentação que o usuário pode realizar dentro e ao redor do ambiente virtual, também denominada de viagem, inclui o controle da posição e da orientação de seu ponto de vista, entre outros fatores;

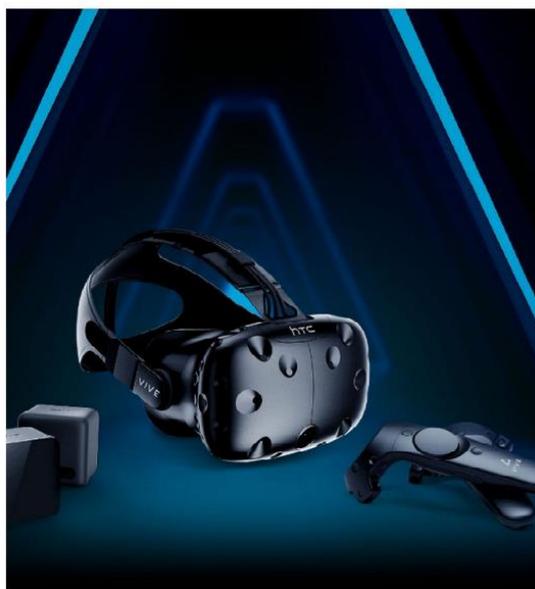
- Controle de sistema: este aborda a alteração do modo ou estado do sistema, na sua maioria das vezes por meio de comandos ou menus.

## **3.4 A REALIDADE VIRTUAL E O DESIGN DE INTERIORES**

As interações realizadas utilizando a realidade virtual emprega dispositivos como os óculos de realidade virtual ou luvas, de forma que o comando acontece pelas mãos, vozes e gestos. É justamente essa não convencionalidade que permite o usuário ter a sensação de estar em um novo ambiente e executar ações sobre os objetos virtuais, trazendo a ele novas experiências.

A partir da interação presente entre a tecnologia e o estudo, enfatizando projetos elaborados em design de interiores, há um estímulo a percepção, comparação de aspectos conceituais e técnicas de composição utilizadas. Sendo assim, a realidade virtual contribui com a estrutura cognitiva do usuário, permitindo resultados positivos na aprendizagem, assim como, reduz o número de alterações a serem realizadas em um projeto, já que ele possui grande semelhança à realidade, dentre os quais podemos citar pisos, paredes, móveis, objetos, texturas e iluminação.

**Figura 4. Óculos de Realidade Virtual HTC**



Fonte: Vive(2022)

### **3.5 REVIT E ENSCAPE**

#### **3.5.1 REVIT**

Segundo Netto, (2016) o nome REVIT vem das palavras em inglês “Revise Instantly”, que significa Revise instantaneamente, ou seja, ao desenhar no REVIT, as alterações de um objeto se dão instantaneamente em todos os objetos iguais de maneira simultânea e em todas as vistas do desenho em que ele aparece, de forma imediata.

Netto (2016) afirma que o REVIT é uma ferramenta que utiliza um novo conceito, o BIM (Building Information Modeling, ou Modelagem da Informação da Construção), com o qual os edifícios são criados de uma nova maneira. Os arquitetos não estão mais desenhando vistas em 2D de um edifício 3D, mas projetando um

edifício em 3D virtualmente. Segundo a autora supracitada, essa nova forma de projetar traz vários benefícios, tais como:

- Examinar o edifício de qualquer ponto.
- Testar e analisar o edifício.
- Verificar interferências entre as várias disciplinas atuantes na construção.
- Quantificar os elementos necessários à construção.
- Simular a construção e analisar os custos em cada uma das fases.
- Gerar uma documentação vinculada ao modelo que seja fiel a ele.

Por se tratar de um modelo virtual, é possível utilizar informações reais para analisar conflitos de projeto, realizar estudo de insolação, uso de energia, entre outras facilidades. Os construtores do projeto têm a facilidade de simular várias opções de construção, economizando material e tempo de obra (NETTO, 2016).

O REVIT Architecture completa a solução BIM junto com o REVIT Structure (projeto de estrutura) e o REVIT MEP (Projeto de instalações elétricas, hidráulicas e ar-condicionado). A interoperabilidade deles garante a solução completa do protótipo digital do edifício (NETTO, 2016).

Todos os objetos do REVIT pertencem a uma família e essas famílias pertencem a categorias ou classes. As categorias (classes) são os elementos construtivos (paredes, vigas, pilares etc.) ou os objetos de anotação do desenho (texto, cotas, símbolos etc.) (NETTO, 2016).

### **3.5.2 ENSCAPE**

A Enscape fornece uma experiência de Realidade Virtual em tempo real que fornece feedback instantâneo enquanto você faz alterações em seu modelo 3D. Este software permite controlar a hora do dia, renderizar aparência e fornece um material mais realista para elementos naturais, como grama, árvores e água. Pode -se adicionar fundos sonoros e contextuais para dar uma sensação mais realista à experiência.

2017: A Enscape torna-se uma empresa própria

Os fundadores Thomas Willberger e Moritz Luck criaram a Enscape como uma empresa independente da Inreal Technologies. O Enscape já tinha compatibilidade

com o Revit e lançou suporte para os aplicativos de design SketchUp e Rhino no mesmo ano.

#### 2018: Alcançamos 10.000 licenças

O Enscape alcançou as primeiras 10.000 licenças comerciais e expandiu a lista de aplicativos de design com suporte, adicionando o Archicad.

#### 2020: Novo CEO é nomeado

Christian Lang entrou na Enscape como CEO para supervisionar a estratégia comercial global, o desenvolvimento de produtos e as operações. No mesmo ano, o Enscape lançou o suporte para Vectorwork.

#### 2021: Reformulação da marca da empresa e ENVISION 21

Com o lançamento do Enscape 3.0, a empresa reformulou a marca, criando um novo logotipo e esquema de cores. No mesmo ano, a Enscape organizou o primeiro evento voltado aos usuários. O ENVISION 21 foi um evento virtual que permitiu que os participantes estabelecessem conexões entre si, aprendessem uns com os outros e fortalecessem o senso de comunidade

#### 2022: Fusão com a Chaos

A Enscape fez uma fusão com a Chaos, líder em tecnologia de renderização fotorrealista, para criar uma líder global em visualização 3D e tecnologia de fluxo de trabalho de design.

O Enscape pode ser utilizado em diversos setores como: Enscape para Visualização arquitetônica, RV – Realidade virtual, Renderização em tempo real, Gerenciamento de BIM, Arquitetura paisagista, Design de interiores. Podendo ser usado por alunos, educadores, instituições de ensino.

No uso da arquitetura e design em RV com Oculus Rift e HTC Vive, A realidade virtual (RV) é um assunto do momento na arquitetura e no design e por um bom motivo. Muitos usuários do Enscape estão experimentando a realidade virtual no design de arquitetura e já estão usando-a em seus negócios diários.

Com as apresentações de RV arquitetônica, você tem uma visão completa em 360°, o que permite ter uma noção do espaço e do design, além de uma ideia clara da escala real de um projeto. O Enscape em 2013 com a visão de que um dia cada projeto arquitetônico poderia ser experimentado em realidade virtual.

Com a realidade virtual, cria - se uma experiência em 3D imersiva capaz de envolver os clientes emocionalmente e apresentar ideias arquitetônicas da melhor

maneira possível. Como todos podem se envolver e analisar um modelo em uma simulação realista, é mais fácil discutir detalhes que podem não ser tão fáceis de visualizar e compreender em outro formato. E é simples de usar – com apenas um clique, os óculos de RV começam a exibir seu modelo no Enscape, permitindo que todos explorem um prédio antes mesmo de construído.

Como o preço dos óculos de RV como o Oculus Rift, o HTC Vive ou o Microsoft Mixed Reality diminuiu significativamente, a realidade virtual é hoje uma opção viável para todos os arquitetos e designers modernos.

Dispositivos de RV com o Enscape

- Oculus Rift

O Oculus Rift é um monitor montado na cabeça (HMD, Head-Mounted Display) atualmente compatível com o Enscape. O Oculus é um dos primeiros e mais amplamente usados HMDs em todo o mundo. A versão final funciona com uma resolução de 2.160×1.200 pixels. Esta é a solução Enscape ideal, pois funciona com uma qualidade semelhante ao Vive a um preço inferior.

- HTC Vive

O HTC Vive também é compatível com o Enscape. A resolução das telas é comparável ao Oculus Rift. O Vive conta com um ótimo rastreamento geográfico, o que significa que o usuário pode se mover naturalmente em uma área de 5×5 m. Essa é uma grande vantagem, mas também uma desvantagem, pois ele precisa ser instalado em uma determinada área para aproveitar ao máximo essa tecnologia.

- Google Cardboard e Gear VR

Com o Enscape, é possível exportar panoramas que são executados no Google Cardboard ou no Gear VR. Eles podem ser facilmente abertos usando um navegador da web. O Enscape os hospeda e carrega para você automaticamente.

A realidade virtual com o uso do Enscape pode ser usada nas seguintes situações.

**Tabela 1. Uso geral do ENSCAPE**

<p>Apresentação de arquitetura em RV para clientes</p> <p>A experiência de realidade virtual arquitetônica surpreenderá seus clientes. Apresentar um projeto em uma reunião com clientes e ser</p>	<p>Mostrar o design em RV a colegas ou supervisores leva a discussões mais rápidas e sólidas – até mesmo aqueles que criticam a tecnologia admitem isso. Os arquitetos</p>	<p>A realidade virtual também pode ser usada para revisões internas de design.</p> <p>Detalhes como balaustradas ou escadas tornam-se muito mais claros se vistos em</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

capaz de impressioná-los emocionalmente é, de longe, o principal caso de uso da realidade virtual. A arquitetura virtual oferece a seus clientes uma melhor compreensão do design, além de envolvê-los emocionalmente no projeto.	que têm a chance de experimentar seu projeto em RV acabam adotando essa tecnologia imediatamente.	realidade virtual, e isso oferece ao arquiteto uma forma de analisar seu trabalho de modo mais realista.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: ENSCAPE(2023)

Tanto a arquitetura quanto o design, trás a realidade virtual diretamente de seu projeto no Revit, SketchUp, Rhino ou ArchiCAD sem alterar o fluxo de trabalho.

Os arquitetos e designers têm uma ideia melhor do projeto, além de melhorarem a produtividade e o processo de iteração. Navegar pelo modelo é fácil. Selecione a visualização dos favoritos e tire capturas de tela dentro da realidade virtual. Apresentar e revisar projetos nunca foi tão fácil.

### 3.6 REALIDADE AUMENTADA

A realidade aumenta (RA) está sendo assunto de várias pesquisas e projetos, por isso encontra-se diversas formas de definição para o assunto, uma definição que melhor apresenta a RA é: “um sistema com uma combinação de objetos reais e virtuais dentro de um ambiente real, no qual estes coexistem alinhados, diferentemente da Realidade Virtual, na qual o usuário é imerso em ambiente criado digitalmente” (AZUMA, 2001).

A realidade aumentada tem como objetivo criar uma percepção em que o objeto virtual está contido no mundo real, em três dimensões (3D), com o software fazendo a combinação dos elementos virtuais com o meio real, tudo isso acontecendo ao mesmo tempo (CAWOOD E FIALA, 2007). O sistema de RA tem como principais características:

- Interatividade em tempo real: O meio deve proporcionar formas para que o usuário tenha possibilidade executar ações e observar as reações produzidas de imediato;

- Mostrar em três dimensões: os objetos devem ser mostrados em três dimensões misturando-se da melhor maneira com o ambiente real, se movimentando de acordo com a vontade e a necessidade do cliente

A Realidade Aumentada, diferente da Realidade Virtual, trabalha com o uso de espaços reais, onde projeta-se itens virtuais, que somam-se ao ambiente. Com isso, existe a interação do mundo real com o mundo virtual.

Esta tecnologia pode ser utilizada em junção com a Realidade Virtual, complementando-se ao apresentar o projeto ao cliente. Além disso, a Realidade Aumentada pode ser usada durante a elaboração do projeto pelo profissional, tornando o trabalho mais rápido e fácil. (LEVY,2003)

Um exemplo de Realidade Aumentada acontece quando projeta-se um móvel virtual, por meio da câmera do celular em um ambiente real, como em uma sala, ou um quarto. Com a ajuda da tecnologia, torna-se possível concluir se o móvel combina com o ambiente ou se está sendo insuficiente no local.

Condiz na apresentação simultânea do virtual e o real. Enquanto uma câmera capta o ambiente real, um aparelho eletrônico, como um computador ou celular, geram o ambiente virtual por meio de imagens, sons, modelos 3D e, através desses aparelhos, é possível presenciar ambos os mundos unidos e visualizados como um só.

Tori, Kirner e Siscouto (2006, p.24) complementam que RA “possui um mecanismo para combinar o mundo real com o mundo virtual; mantém o senso de presença do usuário do mundo real; e enfatiza a qualidade das imagens e a interação do usuário”.

“Realidade virtual aumentada (RA, Augmented Reality) e Realidade Virtual Melhorada (RM, Enhanced Reality) são duas áreas da RV que utilizam tecnologias específicas para aumentar o desempenho humano na realização de tarefas. A RA permite combinar imagens geradas no mundo virtual com imagens do mundo real por meio de um capacete parcialmente transparente provido de sensores. O objetivo é suplementar um cenário com informações geradas pelo computador”. (NETTO, MACHADO e OLIVEIRA,2002, p.19).

**Tabela 2. Comparativo de RA e RV**

<b>Realidade virtual</b>	<b>Realidade aumentada</b>
<p>A realidade virtual substitui a realidade que visualizamos no dia a dia por um conteúdo inteiramente virtual. O ambiente é 100% criado por um computador, permitindo que o usuário acesse jogos, visite pontos turísticos, entre em cenários e se movimente dentro deles.</p> <p>Essa experiência pode ser feita por meio de óculos ou capacete de imersão. Dessa forma, o usuário se sente verdadeiramente dentro de uma realidade que não é a sua.</p>	<p>A realidade aumentada projeta componentes sobre o mundo real, como gráficos, mapas, imagens e textos. Em suma, essa tecnologia inclui elementos que podem interagir e modificar a realidade que já existe, mas que não a substituem inteiramente.</p> <p>Portanto, para usar a realidade aumentada, é necessário um objeto ou espaço real sobre o qual os elementos serão aplicados. Dessa forma, dispositivos como câmeras que conseguem reproduzir essa realidade são conectados a um programa capaz de interpretar o sinal transmitido pelos equipamentos.</p>

Fonte: (KIRNER, 2012).

Fazer realidade aumentada é uma questão um pouco mais difícil. Entretanto, hoje está disponível no mercado uma grande diversidade de ferramentas e aplicativos que podem ajudar a criar e experimentar essa tecnologia. (LEVY,2003)

Dessa forma, na hora de desenvolver o mecanismo de realidade aumentada existem dois padrões mais comuns de aplicativos: reconhecimento de imagem e orientação por GPS.

Assim, o primeiro se vale de câmeras com programas capazes de reconhecer uma imagem ou marcação do mundo real para, a partir daí, calcular sua posição e orientação. (LEVY,2003)

Dessa maneira ele sobrepõe o que você vê a gráficos geradores de conteúdo. Em suma, fazer aplicativos baseados em GPS é bem simples: basta você ter um bom celular com esta função. Pois, os aplicativos se valem da sua posição no mapa para encontrar pontos de interesse à sua volta. Uma vez que são revelados,

pode –se adquirir mais informações sobre estes lugares além de receber direções precisas de como alcançá-los. (KIRNER, 2012).

Tanto na arquitetura, design de interiores quanto na engenharia, a visualização antecipada das formas pode acelerar a avaliação de resultados e de simulações, bem como auxiliar a fabricação de componentes estruturais e agilizar o cotidiano da obra. Essa é uma característica da realidade aumentada BIM. (KIRNER, 2012).

Dessa forma, o impacto é percebido na aceitação dos projetos, no custo final da obra e no valor agregado ao serviço. Visto que a percepção de luminosidade e o dimensionamento dos cômodos são os recursos mais procurados nessa tecnologia.

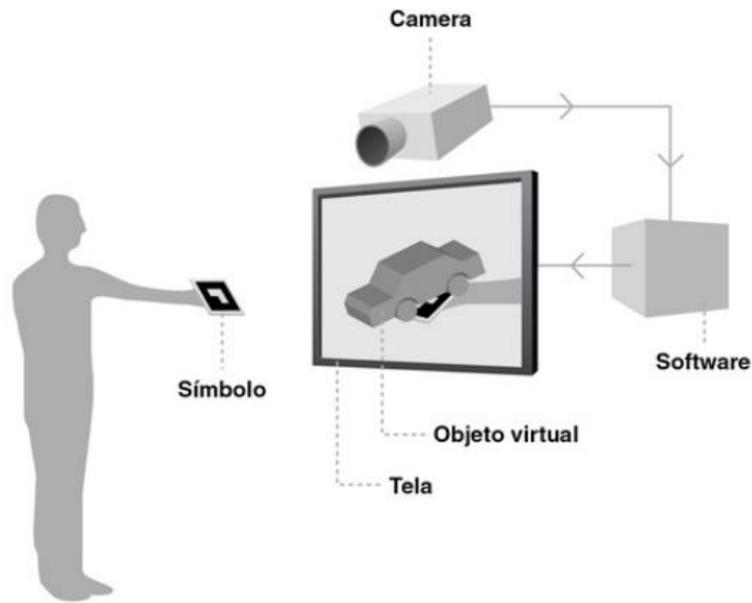
Portanto, a imersão proporcionada pelas imagens em AR traz credibilidade e reduz as chances de dúvidas por parte dos clientes. Na prática, ainda permite que projetos BIM sejam desenvolvidos por mais de uma pessoa ao mesmo tempo.

Além de ser possível acompanhá-los durante a execução em ferramentas como o REVIT, que pode ser integrado diretamente a *smartphones*, *tablets* e aos aplicativos. Sem contar que a apresentação do projeto BIM nos dispositivos móveis viabiliza que o desenho possa ser ajustado e aprimorado quantas vezes for preciso até chegar a um resultado satisfatório. (KIRNER, 2012).

### **3.6.1 FORMAS DE EXIBIÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA**

A RA tem algumas formas de apresentação, usadas em aplicações individuais e coletivas, propiciando experiências colaborativas. Nesse item, são apresentadas as modalidades mais difundidas dessa tecnologia, a primeira delas é: Screen-based video see-through displays usando um computador comum com uma webcam e um cartão de papel com uma figura desenhada sobre ele, com um software de RA, tendo como exemplo o programa Bulidar, entre outros softwares disponíveis gratuitamente na web. O computador consegue visualizar e analisar a figura impressa no cartão de papel, identificando-a e descobrindo sua posição e inclinação no espaço. Essas informações permitem que textos e objetos virtuais tridimensionais, animados ou não, sejam atrelados à posição do cartão de papel. Quando o cartão é movimentado, sua posição muda no espaço e o computador vai reposicionando o objeto virtual na nova posição, proporcionando, ao usuário a sensação de manipulação do objeto virtual com as mãos (KIRNER, 2012).

**Figura 5. RA com monitor de computador**



Fonte: Agência DDA (2012).

Diante disso, relacionam-se as formas de exibição da RA, que são:

a) Head worn: utiliza um dispositivo montado sobre a cabeça, seja óculos de realidade virtual ou capacete; essa modalidade de RA se apresenta em duas subcategorias, dependendo da forma como as imagens dos objetos virtuais são adicionadas à imagem do mundo real: video seethrough e optical seethrough.

b) Video seethrough: fazem uso de HMDs, normalmente utilizados em experimentos de Realidade Virtual; são necessários óculos ou capacetes especiais para ver imagens reais com informações virtuais.

**Figura 6. Video see-through (piSight ultrapanorâmico HMD)**



Fonte: Sensics (2012)

c) Optical see-through: utiliza lentes parcialmente transmissíveis, de tal forma que o usuário pode olhar através delas e visualizar o mundo real. Estas lentes também são parcialmente reflexivas, de modo que o usuário também enxergue imagens (virtuais) projetadas sobre as lentes (AZUMA, 1997). As informações virtuais são projetadas em uma interface transparente, como vidro ou plástico, na frente do usuário.

**Figura 7. Optical See-trought**



Fonte: Rockwell Collins (2012).

d) Handheld display: display de LCD manual com câmera incorporada, uma espécie de monitor de mão. Celulares e dispositivos móveis se enquadram nessa categoria (BRAGA, 2012)

**Figura 8. Handheld display**



Fonte: Codecal Decoração e Design (2012).

A Realidade Aumentada pode ser usada por qualquer área do conhecimento, uma vez que se baseia na inserção de textos, imagens e objetos virtuais tridimensionais no ambiente físico com o qual o usuário interage.

**Figura 9. Dispositivos móveis com uso externo**



Fonte: Macmagazine (2012).

e) Projective: uso de projetores com projeção direta sobre objetos físicos que dispensa o uso de óculos ou monitores (AZUMA, 1997). Também chamada de Realidade Aumentada Espacial (Spatial Augmented Reality (SAR)) (BRAGA, 2012).

**Figura 10. – Realidade Aumentada Espacial (SAR)**



Fonte: Vimeo (2012).

Visando à miniaturização das tecnologias de RA, a Universidade de Washington está pesquisando a RA em circuitos embutidos em lentes de contato, tornando seu uso mais leve e ergonômico.

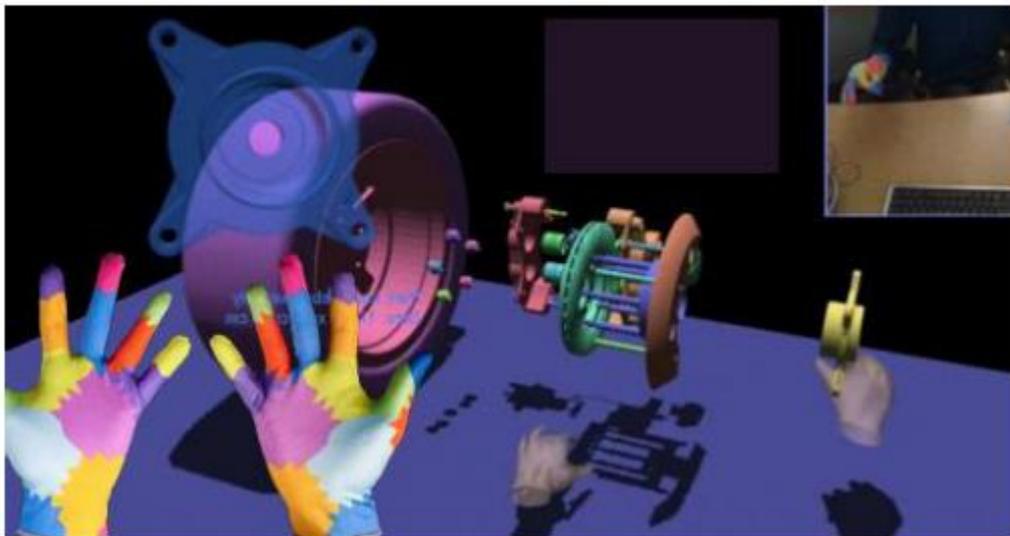
**Figura 11. RA em lentes de contato**



Fonte: IEEE Spectrum (2012).

Segundo Braga (2012), Robert Wang, aluno de graduação do MIT'S Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, desenvolveu um sistema de luvas em lycra colorida, para rastreamento por webcam.

**Figura 12. Luvas coloridas em lycra**



Fonte: Mit news office (2012).

### **3.6.2 REALIDADE AUMENTADA E O DESIGN**

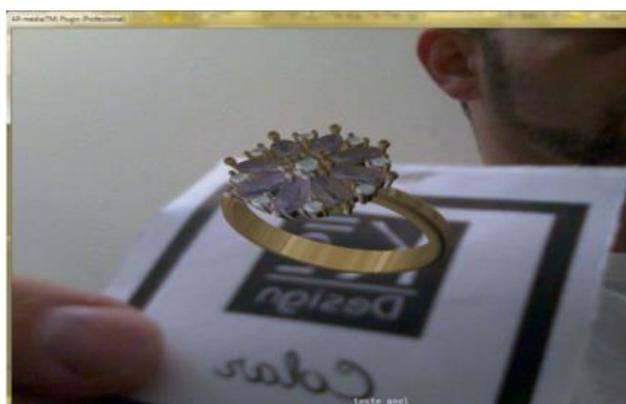
A RA está se tornando uma ferramenta de muita produtividade para o design. É vasto o campo de suas aplicações e o seu uso já é valorizado, pois permite que o designer visualize e interaja com os seus projetos de uma forma mais intuitiva. No

design de produto, o designer constrói modelos em escalas para a avaliação e a aprovação do projeto.

Usando dispositivos de RA, os usuários podem interagir com os objetos de uma forma natural, perceber e compreender facilmente as características do design, pois estão experimentando de maneira visual e tátil um produto digital.

Observam em tempo real aspectos físicos como reflexos, opacidade e volumetria, exatamente como um produto real e julgam o impacto visual deste produto quando estiver finalizado.

**Figura 13. Anel modelado em RA**



Fonte: Kroll Design (2012).

Na utilização da RA para o design de interiores, o designer mostra o layout de um ambiente para o cliente. Através da rede, acessa um banco de dados de diversos fabricantes de móveis. Modelos 3D dos móveis selecionados aparecem no monitor juntamente com a vista do ambiente capturada por uma câmera, é como se os móveis estivessem de verdade no ambiente.

Deslocando a câmera é possível ver o ambiente mobiliado por diferentes pontos de vista. Dessa maneira, os móveis podem ser adicionados, removidos e reorganizados até que os usuários fiquem satisfeitos com o resultado.

**Figura 14. Ambiente modelado em RA**



Fonte: Arctea (2012).

Um dos aspectos mais promissores da RA é que ela pode ser usada de forma visual e interativa de aprendizagem, permitindo a sobreposição de dados para o mundo real tão facilmente como ela simula processos dinâmicos. Uma segunda característica fundamental da RA é a sua capacidade para responder ao usuário instantaneamente. Essa interatividade confere um potencial significativo para a aprendizagem e avaliação.

A RA é uma tecnologia ativa e não passiva; os alunos podem usá-la para construir uma nova compreensão com base em interações com os objetos virtuais que trazem dados para a vida. Processos dinâmicos, conjuntos de dados extensos, objetos demasiado grandes ou demasiado pequenos para serem manipulados, podem ser trazidos para o espaço pessoal de um aluno em uma escala, de forma fácil de entender e trabalhar. Em um contexto mais amplo da educação, a RA é interessante porque o estudante encontra conexões entre sua vida e sua educação, rompendo fronteiras entre o aprendizado formal e o informal, pois transcende as instituições de ensino.

Hoje em dia, com o acesso ao Handheld display, o potencial para a aprendizagem imediata, sem óculos especiais ou outros equipamentos, é um aspecto profundamente atraente dessa tecnologia. Um enorme mercado está emergindo para as aplicações da network-aware, que transmitem informações sobre locais e objetos específicos. Essas aplicações são uma grande promessa para o aprendizado. Esse mercado tem sido explorado de maneira muito convincente pelos museus. Um dos usos mais predominantes da RA é anotar espaços existentes com uma informação sobreposta.

O Museu de Londres, por exemplo, lançou um aplicativo para iPhone grátis chamado StreetMuseum que utiliza posicionamento de GPS e georreferenciamento que permite aos usuários, que estão caminhando pela cidade de Londres, visualizarem informações e imagens históricas em 3D, sobrepostas em locais, em prédios contemporâneos. Similarmente, um projeto chamado (itacitus) Intelligent Tourism and Cultural Information Through Ubiquitous Services, permite ao usuário visitar locais históricos, como o Coliseu, e, com seu dispositivo celular, testemunhar um evento do passado.

Livros aumentados também ganham espaço. Há formatos que permitem as imagens 3D emergirem dos livros; porém, essa tecnologia requer os usos dos óculos.

Apesar dessa área estar mais centrada em livros infantis, o uso de RA em textos de ensino superior é uma grande promessa.

A RA tem evoluído rapidamente. A sobreposição de informações em um espaço 3D produz uma nova experiência do mundo e essa realidade mista está alimentando uma maior migração da computação a partir do desktop para o dispositivo móvel, trazendo com ele novas expectativas sobre o acesso à informação e às novas oportunidades para a aprendizagem.

Os usos mais comuns da RA têm sido na pesquisa, na publicidade, na diversão como jogos eletrônicos e nas informações baseadas na localização e na educação. Assim, novas utilizações parecem surgir quase que diariamente, como ferramentas para a criação de novas aplicações, tornando-se cada vez mais fáceis de usar.

### **3.7 AUGIN**

O Augin é uma plataforma de realidade aumentada na área de construção civil. Com fluxos automáticos, por meio de plugins, para o envio de arquivos de imagem em 3D, possibilitando a visualização dos modelos em escala real no ambiente. Projetos podem ser enviados para o aplicativo através do site ou plugins. Com ele, qualquer profissional que quiser utilizar realidade aumentada em seus projetos tem o app à disposição. O aplicativo é gratuito e está à disposição de qualquer profissional que queira utilizar realidade aumentada em seus projetos, para download na Google Play e na App Store. (AUGIN,2022)

A startup Augin é parte de uma jornada que Juan Carlos Germano começou na Pauluzzi, fabricante de blocos cerâmicos, há quase 20 anos. A fabricante de blocos cerâmicos foi fundada em 1928, no Rio Grande do Sul, e com o passar das décadas conquistou a liderança no seu ramo de atuação.

Através do site [augin.app](http://augin.app) os usuários podem verificar as diversas funções como reference tracker, criação de vídeos, modelos tutoriais 4D e interações com as informações dos modelos BIM. A plataforma possui plugins com os softwares de modelagem mais utilizados no mercado, como: REVIT, Archicad, Tekla, TQS, SketchUp, AltoQI, Active3D e BricsCAD. O aplicativo está em processo de evolução constante, por isso, os feedbacks são essenciais para aperfeiçoar as funcionalidades. Um exemplo foi o Portal My Augin que centraliza ferramentas para os usuários. (AUGIN,2022)

Outra funcionalidade recente da plataforma Augin é o Augin Hub, uma coleção de ferramentas criadas para ajudar empresas de todos os tamanhos a visualizar e conferir seus projetos de maneira fluida e rápida. É uma solução web que permite visualizar todos os projetos IFC, navegação otimizada com eficiência computacional e fluidez, permite acessar os parâmetros dos objetos BIM, selecionar de filtros para visualização customizada, fazer tour virtual com drone e posicionamento de Reference Tracker na aplicação desktop. (AUGIN,2022)

**Figura 5. Site para download do Augin**



Fonte: AUGIN (2022)

O Augin Hub tem sua tecnologia baseada no IFC e ajuda a visualizar de maneira mais clara essa estrutura de dados. O Augin Hub fornece uma ótima experiência para os cliente e colaboradores otimizando a performance de visualização dos projetos. “Vivemos em um mundo tridimensional e nada mais simples do que visualizar projetos de construção civil também em 3D. O AUGIN traz um novo momento de transição entre o 2D e o 3D. (AUGIN,2022)

## Figura 6. Plugins de uso simultâneo ao Augin

**Conheça nossos Plugins**

Todos os plugins disponíveis foram projetados e desenvolvidos por nossa equipe interna de desenvolvedores, a mesma equipe que se preocupa constantemente em melhorar e atualizar o Augin. Isso significa que nossos plugins são de qualidade e estáveis.



**Revit 17-23**

Revit é um software BIM para arquitetura, urbanismo, engenharia e design que permite aos usuários projetar edifícios, estruturas e seus componentes em 3D e anotações no modelo.

Download do plugin



**Tekla 19, 19i**

O software Tekla é um software BIM, com aprimoramentos na produção de desenhos, detalhamento de estruturas metálicas e de concreto armado, análise estrutural e colaboração.

Download do plugin



**SketchUp 17-22**

SketchUp é um software de modelagem 3D para aplicações diversas em projetos arquitetônicos, de interiores e engenharia.

Download do plugin

 <p style="text-align: center;"><b>TQS</b></p> <p>O TQS é um software destinado a concepção estrutural, análise estrutural, armaduras, desenhos e plotagem. Plenamente compatível com projetos BIM. Destinado para projetos de estruturas de concreto, aço e alvenaria armada.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Eberick</b></p> <p>O Eberick é um software destinado à elaboração de projetos estruturais de edificações de concreto armado in-loco, pré-moldado, alvenaria estrutural e estruturas híbridas, com recursos que abrangem todas as etapas do projeto.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>QiBuilder AltoQi</b></p> <p>Plataforma BIM para desenvolver os projetos: hidrossanitário, elétrico, preventivo de incêndio, SPDA, gás, cabeamento estruturado, climatização e alvenaria estrutural. Tudo em um ambiente colaborativo e integrado com o Augin.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>TOTVS</b></p> <p>O sistema da TOTVS atende todos os portes de construtoras, vai desde o orçamento, planejamento, execução e acompanhamento da obra de forma detalhada. Incluindo apps para controles e apontamentos direto do canteiro.</p>
 <p style="text-align: center;"><b>BlenderBIM</b></p> <p>O BlenderBIM é um Software Livre. Sem taxas de licenciamento, sem dependência de fornecedor e feito de uma comunidade de usuários. O BlenderBIM é parte do projeto HoOpenShell, que permite que qualquer pessoa manipule arquivos IFC.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Arqui_3D</b></p> <p>O Arqui_3D é uma ótima solução que automatiza o desenvolvimento de projetos dentro das características da realidade brasileira.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Active3D</b></p> <p>O Active3D é um aplicativo 2D e 3D para projetos de arquitetura. O Active 3D usa a tecnologia BIM, permitindo edição em 2D e 3D.</p>	

Fonte: AUGIN(2022)

O Augin foi lançado no início de 2019 como uma spin-off da Pauluzzi, hoje a startup já possui 120 mil usuários presentes em mais de 170 países e já processou 200 mil projetos de engenharia e arquitetura. Segundo Juan Carlos Germano, sócio-diretor da Pauluzzi e CEO do Augin, um acaso foi responsável pelo crescimento de uma comunidade tão forte em torno da ferramenta. Como a solução foi testada direto no mercado, ela não veio com “manual de instruções” prontos. (AUGIN,2022)

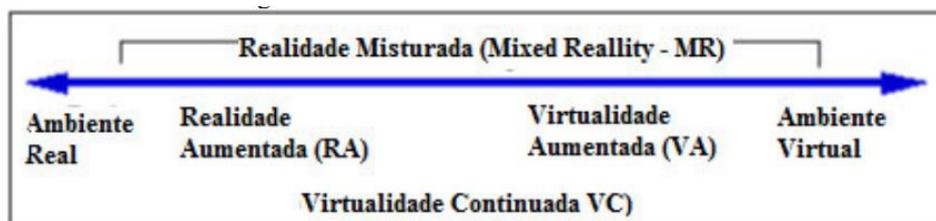
### 3.8 REALIDADE VIRTUAL X REALIDADE

Ao trabalhar com as ferramentas de realidade virtual, deve –se estar ciente que apesar do nome realidade virtual, ela não passa de uma simulação que pode apenas ser vista, diferente da realidade que você utiliza tato, olfato, paladar, visão e audição. Na realidade virtual consegue – apenas enxergar e ouvir algo programado.

Apesar de serem diferentes, podemos observar que ao utilizar os óculos de realidade virtual, consegue – se ter uma noção de espaço equivalente ao real. Isso ocorre devido aos sensores que capturam os sensores dos óculos, e enviam para o ambiente virtual, sendo assim um projeto modelado de forma correta que traz a impressão de estar no local.

Realidade Virtual e Realidade Aumentada são partes de uma realidade mais ampla, entendida como virtualidade contínua chamada “Realidade Misturada” (RM), (MILGRAN & KISHINO, 1994), como mostrado na Figura 1, representa, em uma extremidade, o ambiente real, na outra, o ambiente virtual e, no intervalo, estão a Realidade Aumentada e a Virtualidade Aumentada. A RA é a inserção de elementos virtuais no ambiente real; a Virtualidade Aumentada é, por sua vez, a incorporação de elementos reais ao ambiente virtual.

**Figura 7. Realidade / Virtualidade Contínua**



Fonte: Adaptado( FREITAS, RUSCHEL,2010)

O processo de como é inserido o objeto virtual no ambiente real surgiu, originalmente, a partir das etiquetas dos códigos de barras. Como os códigos de barras não estavam mais armazenando todas as informações necessárias em sua leitura, surgiram os códigos em 2D, chamados de QR Codes (Quick Response – Resposta Rápida), que armazenam muito mais informações.

**Figura 8. QR Codes (Quick Response - Resposta Rápida)**



Fonte: <http://www.tecmundo.com.br/imagem/1995-o-que-sao-os-qr-codes-.htm>

Essas informações são necessárias para que o dispositivo de filmagem, como a webcam, criptografe as mensagens contidas em seu código e, a partir destas mensagens, o computador responde de acordo com o que foi programado. Na Figura 2 pode-se ver um exemplo de QR Codes.

#### **4 DESIGN E ARQUITETURA SACRA**

A origem da Igreja é algo amplamente discutido ao longo dos séculos. Inicialmente, há um embasamento histórico-teológico de acordo com a Sagrada Escritura. No Evangelho de Mateus (BÍBLIA DE JERUSALÉM, 2015, p.1715), lê-se o seguinte:

“E vós, quem dizeis que eu sou?” Simão Pedro, respondendo, disse: “Tu és o Cristo, o filho do Deus vivo”. Jesus respondeu-lhe: “Bem aventurado és tu, Simão, filho de Jonas, porque não foi carne ou sangue que te revelaram isso, e sim meu Pai que está nos céus. Também eu te digo que tu és Pedro, e sobre esta pedra edificarei a minha Igreja e as portas do inferno nunca prevalecerão contra ela.

Por este texto bíblico é possível notar o uso do termo “igreja”, proveniente do grego *ekklesia*, que, em tradução direta, significa assembleia, reunião de pessoas. Assim, nos primeiros séculos do Cristianismo o termo igreja designava o encontro dos fiéis em torno da mesma fé. A partir deste texto é que Cristo lhe concede o título de Pedro, isto porque o nome – Pedro – também é proveniente do idioma grego na expressão *Kepha*, que significa “rocha”.

Deste modo, a rocha referida por Cristo é tanto a fé expressa por Pedro na resposta à sua pergunta, quanto a sua própria pessoa, necessária para a edificação da Igreja. Enfim, entende-se desse modo e a partir de uma ótica católica, que assim se deu o nascimento e origem da Igreja, mantendo viva sua tradição até os dias de hoje com a chamada tradição apostólica, transmitida pelos primeiros discípulos de Jesus até chegar aos bispos e presbíteros de nosso tempo. O Concílio Ecumênico

Vaticano II, iniciado em 1962 e concluído em 1965, marca um tempo especial da vida da Igreja, traçando novos horizontes teológicos e de relações eclesiais com o mundo contemporâneo.

Contando com a presença de sacerdotes católicos de todo o mundo e, assomando-se a estes, outros membros de demais denominações cristãs e não-cristãs, o Concílio durou cerca de três anos, sendo encerrado pelo Papa Paulo VI em 08 de dezembro de 1965. Isto aconteceu pelo fato de que o Papa João XXIII veio a falecer em 1963. Todo este tempo de duração do Concílio culminou em seus documentos e declarações, envolvendo diversos setores da Igreja como a educação, vida religiosa, diálogo ecumênico, formação de presbíteros, dentre outros (BECKHÄUSER, 2010).

Não há um documento do Concílio exclusivamente dedicado à arquitetura das igrejas católicas. Entretanto, as orientações e diretrizes propostas pelo Concílio para o espaço litúrgico e referente à arte sacra se encontram na Constituição Sacrosanctum Concilium. Para a construção de Igrejas e adequação do espaço litúrgico, o Vaticano II possibilitou uma completa renovação: não mais se celebrava com o altar construído junto à parede (com o sacerdote de costas para o povo); foram resgatadas e ressaltadas algumas partes essenciais do templo cristão católico, como a fonte batismal, por exemplo, e o lugar de proclamação da Palavra de Deus.

O próprio ambiente destinado à assembleia foi resignificado, permitindo aos fiéis uma participação mais ativa e intensa. Dentre os documentos do Concílio, um deles, o primeiro, dedicou-se a falar sobre a liturgia, conforme aponta Sesboué (2015, p.218):

A Constituição Sacrosanctum Concilium, promulgada em dezembro de 1963, é relativamente curta. Ela afirma, antes de tudo, a vontade de uma “restauração” e de um “progresso” da liturgia. O magistério quer, portanto, agir de acordo com a tradição, trabalhando num sentido pastoral (“fomentar a vida cristã”) e levando em conta as necessidades de nossa época. O Vaticano II não luta contra nenhuma tendência particular. A propósito dos sacramentos, busca somente tornar a liturgia mais significativa e mais adaptada.

Na relação estabelecida com a arquitetura, vale destacar que o Concílio não indicou propriamente como deveriam ser as construções dali em diante, mas sim, que na forma escolhida, deveriam favorecer a participação ativa e consciente dos fiéis que se dirigirem a um templo sagrado.

Ao longo da história, as comunidades cristãs encontraram diferentes maneiras de celebrar a sua fé e organizar os seus espaços. A diversidade das formas e modelos

arquitetônicos não é arbitrariedade, mas expressão das legítimas diferenças das Igrejas particulares. Por essa razão, a Igreja sempre incentivou, assumiu e integrou nos seus espaços expressões arquitetônicas e artísticas de todos os povos e de todas as épocas (SOUZA et al, 2013).

Até cerca de 200 anos d.C., não existiam igrejas no sentido em que hoje se compreende. Um dos motivos que inibiu a construção de igrejas foi o fato do cristianismo ter nascido e se desenvolvido num mundo em que a religião, o império e o patriotismo eram muito ligados. O cristão era cercado de muitas restrições e ficava praticamente excluído da vida pública dessa época. Inicialmente, as comunidades cristãs eram compostas de pessoas comuns. Depois e muito lentamente, surgiram conversões entre as classes ricas e intelectuais.

Dessa forma, os primeiros cristãos não tinham igrejas, não havia meios suficientes para pagar as construções. Eram impedidos inicialmente por carência, e depois por prudência, de construir igrejas, que nunca poderiam se assemelhar aos templos. Quando se reuniam, usavam qualquer edifício que estivesse disponível, normalmente casas comuns, emprestadas ou doadas. Foi somente em 313 d.C, 10 anos depois que Deocleciano comandou a destruição de todos os lugares de culto cristão, que os católicos do Império Romano tiveram direito à liberdade de religião. Só na metade do século III, é que edifícios foram especialmente projetados e construídos para servirem de igrejas, no início ainda de forma tímida.

O Papa 16 Milcíades recebeu como presente de Constantino o Palácio de Latrão, cujo tribunal foi transformado em salão de culto. O palácio passou a se chamar Igreja São João de Latrão, a catedral do Salvador, da diocese de Roma (BRASIL, 2015e). Existem vários tipos de igrejas católicas, elas são nomeadas de acordo com a posição, caráter, dignidade ou pela finalidade para que são usadas: Basílicas, catedrais, pro-catedral, semicatedral, igreja abacial, paroquial ou matriz. Independente, de sua posição na classificação dos tipos de igrejas, o termo 'basílica' também indica um estilo de construção muito usado entre os anos 313 a 800 da Era Cristã, planejadas exatamente da mesma forma que um típico tribunal de justiça romano.

A primitiva basílica cristã típica possui uma nave central com longas fileiras de colunas, grande parte delas aproveitadas da demolição de templos pagãos, para economizar. Possui também naves laterais e às vezes existe um 'arco do triunfo' entre

a nave principal e o santuário. O altar fica separado das paredes da abside semicircular sob um baldaquino apoiado em quatro colunas.

A abside é forrada com placas de mármore e às vezes coroada por uma cúpula resplandecente de mosaico com figuras religiosas (BRASIL, 2015e). Segundo a constituição sobre a sagrada liturgia Sacrosanctum Concilium, a Igreja nunca considerou seu nenhum estilo de arte, mas conforme a índole dos povos e as condições e necessidades dos vários ritos, admitiu as particularidades de cada época, criando no curso dos séculos um tesouro artístico, digno de ser cuidadosamente conservado. Também atualmente, a arte goza de livre exercício na Igreja, contando que com devida reverência e honra, sirva aos sagrados templos e às cerimônias religiosas (CONCÍLIO ECUMÊNICO VATICANO II, 2000).

Para melhor entendimento das particularidades de cada época, seguem alguns estilos arquitetônicos utilizados no espaço sagrado no decorrer da história:

## **4.1 ESTILOS ARQUITETÔNICOS**

É importante ter em mente a evolução dos estilos arquitetônicos sacros apresentados a seguir. Fez-se a opção por tais estilos por serem mais relevantes no diálogo com a construção de igrejas e templos católicos. De igual maneira, tal especificação é necessária para entender-se o estilo que será aplicado ao projeto de restauração e adequação do espaço.

### **4.1.1 Estilo Gótico**

A grandiosidade das igrejas na Idade Média, servia como lembrete para o homem medieval de que ele era pequeno diante de Deus. Um estilo arquitetônico, especificamente na região Norte da França, se deu por conhecido e era caracterizado pela construção de estruturas mais leves em comparação com épocas anteriores, com o uso de arcos de ogiva.

Era conhecido então o estilo gótico. Este estilo de arquitetura dominou as construções religiosas da Europa entre o final do século XII ao século XV com características comuns às suas obras, igrejas, templos, mosteiros, catedrais e até mesmo castelos. Estas características são: formato horizontal sendo substituído pelo vertical, o que fazia com que a construção se aproximasse do céu e demonstrava proximidade com Deus, janelas em grande quantidade, leveza e harmonia dos traços,

torres em formato de pirâmides, arcos de volta-quebrada e ogivas e paredes mais finas e de aspecto mais leve (BRASIL, 2015d).

#### **4.1.2 Estilo clássico renascentista**

No início do século XV ocorreu uma grande mudança no planejamento e construção de igrejas, dentro do estilo Renascentista, cuja influência se fez sentir em todo o mundo católico há até poucos anos atrás. Na metade do século XVI, o período conhecido como 'Alta Renascença' atingiu a perfeição, mostrando solenidade e grandeza antes desconhecidas. A arquitetura do início deste período era delicada e graciosa; a da Alta Renascença é arrojada e esplêndida. Os arquitetos ficaram tão seguros de si mesmos, que podiam até mesmo dar-se ao luxo de romper as rígidas leis dos estilos clássicos puros, empregando-os como queriam, de modo que foi criado o estilo 'Maneirismo' ou Proto-Barroca (BRASIL, 2015e).

#### **4.1.3 Estilo barroco**

O barroco foi um estilo caracterizado por uma oposição aos conceitos de simetria, proporcionalidade, racionalidade e equilíbrio, muito importante no Renascimento. A arte barroca primou pela assimetria, o excesso, o expressivo e a irregularidade. As estruturas fundamentais erguidas durante o barroco, na área escultórica e arquitetônica, buscavam criar um impacto espetacular e exuberante, propondo uma integração entre as várias linguagens artísticas e prendendo o observador numa atmosfera apaixonante (AMARAL, 2012).

A Igreja Católica, ao contrário dos Protestantes - que aboliram os santos de suas Igrejas - atribuiu um papel especial às artes: representar a história da religião cristã através da arte seria de maior eficácia do que contá-la. Porém, os estilos artísticos da época eram estáticos, rígidos e incapazes de transmitir as novas características que a Igreja queria dar ao Catolicismo. A arte teria de contribuir para despertar uma religiosidade de cunho mais profundo. A Igreja encontrou, então, um estilo adequado que vinha das formas clássicas do Renascimento. Tornou o interior de suas igrejas bem mais ricos e coloridos. As imagens dos Santos, da Virgem Maria, do Cristo passaram a emocionar através das expressões de agonia, ternura e compaixão. Um aspecto muito importante do barroco é o seu caráter didático, uma vez que a maioria da população era analfabeta. O uso de imagens para a reprodução da Bíblia e da vida dos Santos era um recurso poderoso para a assimilação e o entendimento. Daí tanto empenho dos papas às artes (BRASIL, 2015j).

#### **4.1.4 Estilos neoclássicos**

O neoclássico é o novo clássico ocorreu aproximadamente no período de 1780 a 1830. A arquitetura neoclássica traz à tona em fins do século XVIII, um retorno as formas clássicas de modo inalterado. Esse processo já acontecia desde 1750 como uma reação classicista gradual ao rococó. A arquitetura neoclássica utiliza os elementos da arquitetura greco-romana da antiguidade clássica, ora retirados desse passado distante, ora importados de períodos um pouco mais recentes, também de arquitetura clássica, como a Renascença e o Maneirismo.

A utilização das três principais ordens de arquitetura é uma constante no período neoclássico, mesmo não seguindo muitas vezes as rígidas formas naquele período. As ordens de arquitetura mais utilizadas foram colunas Coríntia, Dórica e Jônica (ESCOLA ON LINE CASA E CIA. ARQ, 2015).

#### **4.1.5 Igrejas contemporâneas**

Com a promulgação da Constituição 'Sacrossanctum Concilium' sobre a Sagrada Liturgia, em 04 de dezembro de 1963, surgiu uma nova espiritualidade litúrgica que se refletiu em todos os campos da religião, consolidada, definitivamente. A arquitetura também foi influenciada, rompendo com imitações de estilos consagrados, como o barroco e o neoclássico ou ainda com o modernismo, visto como exagerado, e partindo para a composição de espaços funcionais à liturgia.

Objetivava-se, com isso, a união de todas as artes, centrando a atenção dos crentes no altar, símbolo máximo e único de Cristo vivo, onde, no momento da celebração, o sacrifício pascal era reatualizado. No campo artístico, propunha-se uma convergência entre o resgate da liturgia e iconografia primitivas e a arquitetura e as artes do presente. A verdadeira igreja deveria eliminar devocionismos e superficialidades que não representassem os ideais do culto cristão, encarando a arte como uma extensão do serviço divino (liturgia) e uma oferenda ao sagrado. Com isso, o simbolismo e a contenção das formas (arquitetônicas e decorativas) tornaram-se elementos essenciais para nortear a compreensão de qualquer espaço litúrgico, alcançando o grau máximo com a noção de beleza (BRASIL, 2015i)

As igrejas contemporâneas são caracterizadas pela ausência ou escassez de ornamentos, com superfícies lisas e com poucas irregularidades. A inteligibilidade da palavra falada nas igrejas é condição básica para a satisfação das necessidades dos fieis que nelas procuram repouso espiritual. Deus se comunica com as pessoas através de sinais sensíveis e a começar pelo lugar físico em que acontece a

celebração litúrgica. Esta presença deve ser percebida, sentida, como de maneira palpável (MOSCATI, 2013).

A exigência da arquitetura religiosa contemporânea após o Concílio Vaticano II é que os projetos de edifícios-igreja devem atender as necessidades da comunidade e promover a participação dos fiéis na vida da Igreja. A arquitetura da nova liturgia após o Concílio Vaticano II, coloca a sensibilidade a serviço do culto, a começar pelo lugar físico, onde deve ser possível perceber e sentir a presença amorosa de Deus.

A liberdade de expressão graças ao Concílio do Vaticano II trouxe a possibilidade de se trabalhar com questões culturais e contextos de vida, o que contribui para a construção de uma identidade arquitetônica inculturada (MOSCATI, 2013). Com o Concílio do Vaticano II, o critério que deve orientar a escolha do estilo arquitetônico da nova igreja ou a reforma de uma já existente é, portanto, a assembleia litúrgica (LIMA, 2012).

## **5 A ESTRUTURA DO EDIFÍCIO CRISTÃO**

A igreja-edifício deve ser funcional e significativa, favorecendo, através de configuração e distribuição dos espaços fundamentais, tanto a execução litúrgica quanto a participação ativa dos fiéis. Para que cada um possa exercer corretamente a sua função, tenham o devido destaque, o presbitério, o altar, a sede da presidência, a mesa da Palavra, a cruz, o 21 tabernáculo e o lugar para os diferentes ministérios a fim de favorecer a participação dos fiéis (CNBB, 1989).

Além destes lugares da ação litúrgica e devocionais, deve haver a preocupação com os lugares de serviços e edifícios anexos, com seu significado, função e programa de necessidades (Souza et al, 2013).

O povo de Deus, que se reúne para a Missa, constitui uma assembleia orgânica e hierárquica que se exprime pela diversidade de funções e ações, conforme cada parte da celebração. Por isso, convém que a disposição geral do edifício sagrado seja tal que ofereça uma imagem da assembleia reunida, permita uma conveniente disposição de todas as coisas e permita a cada um exercer corretamente sua função (MISSAL ROMANO, 1997, p. 71).

## 5.1 O átrio

Segundo Souza et al (2013) o átrio é o local que convida e prepara para o mistério, limiar e lugar de passagem. Sinal da acolhida maternal da Igreja. Nesse espaço pode-se colocar a pia de água benta, que simboliza a vida nova recebida no batismo e ao compromisso nele assumido, a imagem do padroeiro, o quadro de avisos, cartazes de campanhas, os apoios para folhas ou livros de cantos.

Enquanto Pastro, define o átrio como um espaço muito importante, pois dele é feita a transição entre “dois mundos”: é a passagem da “Babilônia mundo” para a “Jerusalém Celeste”[...] Por essa conotação, o espaço é belo, agradável, receptivo, acolhedor, e não é lugar de cartazes, mesinhas de “negócios”, comércio; não é loja e nem feira. É o espaço do encontro: com o seu Senhor e com os irmãos que aí se achegam com o mesmo objetivo (PASTRO, 2012a, p. 164).

## 5.2 A nave

A nave é o lugar da assembleia reunida, deve ser um espaço acolhedor, que favoreça a comunhão e a visibilidade da ação litúrgica. Deve ser proporcional ao tamanho da assembleia, pois se muito grande não cria espírito de comunidade e se, pequeno transmite uma sensação de aperto. Os acessos e a circulação interna, assim como a colocação dos bancos ou das cadeiras, devem facilitar a participação ativa nas procissões e movimentos exigidos pelas celebrações litúrgicas, procurando evitar barreiras arquitetônicas, como colunas e degraus (SOUZA et al, 2013).

O espaço da assembleia deve aparecer como um espaço do Cristo e todos os fieis reunidos possam senti-lo tanto pela disposição arquitetônica geral do espaço, como a colocação dos bancos ou cadeiras (MOSCATI, 2013).

Segundo Pastro (2012a) a nave é o lugar da atenção, do alerta, da vigilância. Por isso é preciso ter cuidado com o tipo de móveis colocados nesse espaço. A nave não é um espaço de muita comodidade, bancos, cadeiras ou poltronas confortáveis levam à distração, ao relaxamento do corpo e da mente.

Na Introdução Geral sobre o Missal Romano (IGMR) consta que Disponham-se os lugares dos fieis com todo cuidado, de sorte que possam participar devidamente das ações sagradas com os olhos e com o espírito. Convém que haja habitualmente para eles bancos ou cadeiras; [...]. Disponham-se as cadeiras ou bancos de tal forma que os fieis possam facilmente assumir as posições requeridas pelas diferentes partes da celebração e aproximar-se sem dificuldades da sagrada comunhão. Cuide-se que

os fieis possam não só ver o sacerdote ou os outros ministros, mas também, graças aos instrumentos técnicos modernos, ouvi-los com facilidade (MISSAL ROMANO, 1997, p. 74).

### **5.3 O presbitério**

Com o Concílio do Vaticano II não existe mais a separação física do presbitério e da nave com muretas e grades. O presbitério, se possível deve estar inserido na assembleia para melhor participação dos fieis (MOSCATI, 2013).

O presbitério é lugar mais importante de todo o espaço celebrativo, deve ser amplo para a ação litúrgica e visível a todos. Compreende o altar, o ambão, a sédia, a cruz processional e a credência (PASTRO, 2012a). O presbitério é o lugar onde sobressai o altar, onde se proclama a palavra de Deus e onde o sacerdote, o diácono e os outros ministros exercem as suas funções.

Convém que o presbitério se distinga da nave da igreja por elevação, ou por especial estrutura e ornato. Seja bastante amplo para que os ritos sagrados se desenrolem comodamente (MISSAL ROMANO, 1997, p. 72).

O altar, o ambão e a sédia são sacramentais e por sua importância devem ser sólidos, fixos e de mesmo material (PASTRO, 2012a).

### **5.4 O altar**

O Concílio Vaticano II resgatou o valor simbólico do altar e sua original simplicidade como mesa. O altar deve ser único porque significa um só Cristo e uma só eucaristia dentro da Igreja. O altar é o centro da Igreja, deve estar mais próximo do povo, afastado da parede do fundo de modo que possa ser facilmente circundado e o celebrante ficar de frente para o povo (MOSCATI, 2013).

Segundo a IGMR o altar é a mesa do Senhor, na qual o povo de Deus é chamado a participar quando é convocado para a Missa; o altar é também o centro da ação de graças celebrada na Eucaristia (MISSAL ROMANO, 1997). “Nas novas igrejas a serem construídas, convém erigir um só altar, que na assembleia dos fieis signifique um só Cristo e uma só Eucaristia da Igreja” (SOUZA et al, 2013, p. 96).

O altar poderá ser de pedra maciça ou folhas de pedra, de madeira ou da combinação de pedra e madeira ou de ferro. Jamais de plástico, fórmica ou vidro, que são materiais que não revelam firmeza e estabilidade. Terá dimensões sóbrias, com altura de 95 cm e quanto à largura poderá ser de 1,00m x 1,00m ou 1,30m x 1,30m,

se for quadrado. Se for retangular não necessita ter mais do que 1,50m x 0,80m ou 1,70m x 0,80m (PASTRO, 2012b).

O altar deve ocupar um lugar que seja de fato o centro para onde espontaneamente se volte a atenção de toda assembleia dos fieis. Normalmente deve ser fixo e dedicado. E quando houver relíquias autênticas de mártires ou de outros santos, sejam colocadas no piso debaixo do altar lembrando que é o altar que dignifica o sepulcro dos mártires e não o contrário (SOUZA et al, 2013).

### **5.5 O ambão**

O ambão é o “lugar alto de onde nos vem o “sopro da Palavra”, lugar do anúncio, da proclamação, [...]. Sempre é do mesmo material do altar, e com ele forma uma unidade: duas dimensões do mesmo Mistério Pascal” (PASTRO, 2012a, p. 172). No recinto da igreja deve existir este lugar elevado, fixo, adequadamente disposto e com a devida nobreza, que ao mesmo tempo corresponda à dignidade da Palavra de Deus e lembre aos fieis que na missa se prepara a mesa da Palavra de Deus e do Corpo de Cristo, e que ajude da melhor maneira possível para que os fieis ouçam bem e estejam atentos durante a liturgia da 24 palavra.

Por isso, se deve procurar, segundo a estrutura de cada igreja, que haja uma íntima proporção e harmonia entre o ambão e o altar (CNBB, 2007). “De modo geral, convém que esse lugar seja uma estrutura estável e não uma simples estante móvel” (MISSAL ROMANO, 1997, p. 74).

### **5.6 A sédia**

A sédia é a cadeira do presidente da assembleia e tem de estar em destaque, porque quem a preside, ao mesmo tempo que faz parte da assembleia celebrante, é sinal de Cristo, cabeça da Igreja. Além dela, outras cadeiras ou bancos devem ser previstos para os concelebrantes, diáconos e outros ministros. A cadeira da presidência destaca-se das demais, sem que tenha a aparência de trono (SOUZA et al, 2013).

Na IGMR consta que a cadeira do sacerdote deve manifestar a sua função de presidir a assembleia e dirigir a oração. Por isso, o seu lugar mais apropriado é de frente para o povo no fundo do presbitério, a não ser que a estrutura do templo ou outras circunstâncias o impeçam, por exemplo, se a demasiada distância torna difícil

a comunicação entre o sacerdote e a assembleia. Evite-se toda espécie de trono (MISSAL ROMANO, 1997, p. 74).

Com o altar e o ambão, a sédia ou cadeira da presidência forma um só sacramental e, portanto, é da mesma matéria que aqueles dois primeiros (PASTRO, 2012a). 2.3.7 A credência Para Souza et al (2013) “chama-se credência do latim credere (confiar), a pequena mesa lateral [...], situada nas proximidades do altar, onde se depositam os vasos sagrados e outros utensílios utilizados durante a Ceia Eucarística”.

### **5.7 Lugar do batismo**

A celebração do batismo é uma celebração comunitária, porta de entrada para a vida eclesial. Portanto em cada igreja paroquial terá uma fonte batismal, cujo significado ultrapassa a celebração do sacramento; é a memória permanente do batismo. O cuidado com a forma e 25 disposição da fonte batismal no espaço da igreja exprimem seu significado.

O lugar do batismo deve ser planejado, considerando seu caráter comunitário e as diferentes partes da ação litúrgica que não são realizadas todas no mesmo lugar. No planejamento do lugar de batismo devem ser previstos ainda os lugares para o círio pascal e para os sagrados óleos (SOUZA et al, 2013).

### **5.8 Lugar dos cantores**

Os músicos e cantores são parte integrante da assembleia. Geralmente, a equipe de canto e os músicos ficam na frente, próximo ao presbitério. Chamados a participar junto a toda assembleia eles se colocam voltados para o altar, nunca de frente para a assembleia como se estivessem se apresentando (SOUZA et al, 2013). Segundo a IGMR, tanto quanto a estrutura da igreja o permita, aos cantores deve destinar-se um lugar que manifeste claramente a sua natureza, como parte da assembleia dos fieis, e a função peculiar que lhe está reservada; que facilite o desempenho dessa sua função, e que permita comodamente a todos os seus componentes uma participação plena na Missa, isto é, a participação sacramental (MISSAL ROMANO, 1997).

Convém que seja “previsto uma sala para guarda dos equipamentos de som e instrumentos musicais e também uma sala para o controlador de som, cuja localização deve possibilitar o contato visual entre este, os músicos e o celebrante” (SOUZA et al, 2013, p.52).

### **5.9 Iconografia do espaço**

O programa iconográfico é a visualização daquilo que se celebra. Portanto, das paredes às pinturas, das alfaias às vestes, do material do piso ao do altar (e ambão, sédia e batistério), das imagens à nossa postura (corpo-imagem) tudo compreende o programa iconográfico. Se o que se celebra é Cristo, tudo deve revelar o Cristo em cada um. Este programa existe para orientar, educar, conduzir e introduzir o fiel no mistério do Deus Trino, na comunhão dos santos. Todas as paredes, pinturas, pisos, imagens, até um simples trinco, um prego, nesse espaço são a extensão do que aí se celebra e, portanto, são mistagógicos, isto é condutores (PASTRO, 2012b).

Desde o início do projeto arquitetônico, o programa iconográfico deve ser considerado de acordo com as exigências litúrgicas e a cultura local. Deve ser resultado de um trabalho 26 multidisciplinar que envolva arquitetos, liturgistas, artistas e a comunidade (SOUZA et al, 2013). Antes de construir ou reformar, a primeira e melhor indicação será consultar o Missal Romano e aprender o que é culto cristão, a missa ou Eucaristia com seus sacramentos conjuntos, o Batismo e a Confirmação. Depois deve-se estudar o Ritual de Dedicção de Igreja e de Altar, rico em simbologia e fundamentos. Quando se constrói ou se reforma uma igreja é tempo de se rever o que é ser Igreja. A igreja de pedras reflete a invisível que está em cada um (PASTRO, 2012b).

### **5.10 Capela do Santíssimo e/ou tabernáculo**

A capela do Santíssimo é um espaço à parte, tranquilo, acolhedor, onde se encontra tão somente o tabernáculo, genuflexórios e cadeiras. Aí, nunca estará o crucificado ou qualquer outra imagem, pois a presença real é óbvia (PASTRO, 2012b). A capela do Santíssimo é um lugar apropriado para a oração pessoal (SOUZA et al, 2013).

A IGMR orienta que “a Santíssima Eucaristia seja conservada num único tabernáculo, inamovível e sólido, não transparente e fechado de tal modo que se evite o perigo de profanação, por isso haja, normalmente um único tabernáculo em cada igreja” (MISSAL ROMANO, 1997, p. 75).

Perto do sacrário é bom prever um apoio para que os ministros possam depor as âmbulas enquanto o abrem e fecham. É necessário ter uma lamparina permanentemente acesa, indicando a presença do Santíssimo (SOUZA et al, 2013).

É preferível, pois, a juízo do Bispo diocesano, colocar o tabernáculo ou no presbitério, fora do altar da celebração, com a forma e a localização mais convenientes ou também nalguma capela adequada à adoração e oração privada dos fieis que esteja organicamente unida à igreja e visível aos fieis cristãos (MISSAL ROMANO, 1997).

### **5.11 Lugar da reconciliação**

Segundo Souza et al (2013) o sacramento da reconciliação realiza-se normalmente no confessionário ou recinto conveniente, dentro da igreja e expressamente preparado para essa finalidade, que possibilite a realização de todos os gestos rituais, como a leitura da Palavra de Deus e a imposição das mãos, e permita a confissão face a face ou não, de joelhos ou sentado. O espaço deve ser visível e de fácil identificação para quem entra na igreja, porém localizado de modo a garantir a discricção, com isolamento acústico.

Outros detalhes podem colaborar para que esse espaço seja acolhedor: iluminação, refrigeração ou calefação, dependendo do clima. Quanto à iconografia, se utilizada, que essa possa sugerir a misericórdia e o amor de Deus que acolhe e renova a sua aliança com todos (Bom Pastor, filho pródigo e as parábolas da misericórdia). Inclusive, o lugar da reconciliação deve ser previsto dentro do conjunto da igreja como os demais espaços. Não pode ser uma caixa de madeira que se coloca aqui ou acolá sem relação com o conjunto arquitetônico. É bom que esse espaço faça parte do corpo da igreja para que o sacramento manifeste a sua íntima ligação com a comunidade eclesial que aí se reúne (CNBB, 2007).

### **5.12 Capela da Mãe de Deus e imagens propostas à veneração do fiéis**

A Capela da Mãe de Deus, conforme descreve Pastro (2012a), por excelência é uma imagem (pintura ou escultura) que faz memória do Mistério da Encarnação. Não há necessidade de ter uma capela exclusiva, mas um canto do ambiente, próximo do santuário, a fim de ser reverenciada ou próxima da fonte batismal, pois Maria é a Mãe da Igreja, a Nova Eva.

Segundo a IGMR “[...] as imagens do Senhor, da Bem-aventurada Virgem Maria e dos Santos são legitimamente apresentadas à veneração dos fieis nos edifícios sagrados. Cuide-se, porém, não só que o seu número não seja demasiado, como a

sua disposição se faça na devida ordem, a fim de não desviarem da própria celebração a atenção dos fieis” (MISSAL ROMANO, 1997, p. 75).

### **5.13 Sacristia**

Para Souza et al (2013) a sacristia é o local para a guarda dos objetos e alfaias e onde acontece a preparação imediata dos ministros ordenados e leigos, bem como a conclusão das celebrações. Pode haver duas sacristias: uma mais perto do altar, onde se guardam os utensílios necessários para a celebração, cálices, pratos, galhetas, etc; e outra mais próxima da entrada, onde os ministros se vestem, dão início e concluem a celebração com a procissão. Na sacristia colocam-se móveis projetados, como prateleiras, espaço para cabides, gavetas suficientes para guardar somente o material útil às celebrações. Uma pia para a lavagem e purificação dos cálices e pratos (patenas) precisa ser prevista. E o escoamento dessa água pode ir para o mesmo lugar onde se faz o da fonte batismal.

Faz-se necessário, dentro da sacristia, um banheiro que atenda às necessidades do presidente e dos ministros. Sua localização deve ser discreta e de forma que os fieis não ouçam o ruído provocado pela válvula de descarga.

### **5.14 Campanário ou torre**

A torre com os sinos é um elemento arquitetônico vertical que facilmente sinaliza o edifício-igreja. O sino lembra que é Deus que convoca seu povo, é o irromper do tempo de Deus no tempo dos homens (SOUZA et al, 2013).

O campanário ou torre, segundo Pastro: É o sinal mais alto do anúncio e identificação do edifício igreja. O som dos sinos (bronze), desde o Antigo Testamento nas vestes sacerdotais, corresponde ao som da divindade (culturas orientais) e toca o ouvido e o coração. Hoje, os meios eletrônicos servem à corrupção e, usados nas igrejas, passam a nada significar além do barulho. Os sinos, marcos silenciosos e sonoros, são sinais de esperança e vida longe da voz humana, barulhenta e irritante que se sente por toda parte (PASTRO, (2012a, p.174).

### **5.15 Lugares de serviço**

Há espaços que se relacionam diretamente com a liturgia, mas há outros igualmente importantes que não estão necessariamente anexados à igreja, mas a serviço das pastorais e movimentos, além da administração paroquial.

A administração requer um local para o escritório paroquial e atendimento aos fiéis. Nessa estrutura deve haver um local reservado para a secretaria, bem como sala de atendimento para o padre, arquivo, sala de espera e sanitário. Dentre os lugares de serviços deve-se prever depósitos para guarda de objetos usados ocasionalmente e os materiais de limpeza e manutenção, pois estes nunca devem ser guardados na sacristia.

Estes depósitos devem ser equipados com tanques e uma bancada auxiliar para os arranjos florais. Também devem ser previstos banheiros públicos acessíveis e em número suficiente, conforme legislação do município; devem estar localizados na parte externa da edificação, evitando justaposição com as paredes próximas ao altar, para que os fiéis não ouçam o ruído provocado pela válvula de descarga e para que o trânsito de pessoas não atrapalhe a 29 celebração.

Também é necessário que haja bebedouros públicos fora do espaço da celebração (SOUZA et al, 2013).

## **5 METODOLOGIA**

O estudo tem com base inicial uma revisão de literatura com temas pertinentes ao estudo de metodologia BIM, REVIT, Realidade virtual e aumentada. Tendo como classificação a pesquisa e apresentação de forma mais aprofundada o processo de vinculação/exportação de modelos BIM para RV/RA, realizando um estudo prático em algumas das ferramentas mapeadas.

De início foi realizado a análise bibliográfica, de modo a estudando o manual do proprietário, compreender qual sua utilidade e quais são suas exigências, e estudando a temática de RV e RA entender como a mesma pode ser aplicada na indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), Design de Interiores de forma que ao unir as duas temáticas pesquisadas possa se chegar ao ponto de propor em qual aspecto e de que maneira pode se aplicar essas tecnologias no manual de uso, operação e manutenção. Definido os pontos que serão aplicadas as tecnologias no manual, parte-se para um estudo de caso no qual utilizando um projeto feito com tecnologia BIM e escolhido alguns aplicativos de realidade virtual e aumentada e utilizando alguns parâmetros de avaliação, foi realizado a análise desses aplicativos.

Ao final escolhido o melhor software que se adaptou ao tema escolhido.

**O conceito: Flexibilidade e leveza.**

O projeto apresenta uma capela que retrata as curvas da igreja da Pampulha como inspiração, tendo com Santo de referência: São Francisco de Assis, assim como atrelado a cor marrom e a madeira como características marcantes na escolha. A estrutura em curva escolhida, assim como a da Igreja da Pampulha tem traços curvos, o que trouxe uma nova característica para a arte sacra.

**Figura 9. Igreja referência: Igreja da Pampulha**



Fonte: [revistamarcozero.com.br](http://revistamarcozero.com.br)(2022)

As linhas sinuosas, remetem a diferença das principais igrejas vistas no Brasil. Em Bacabal – MA, não existe nenhuma igreja com essas características de curvatura que trazem concreto, madeira atrelados a sua edificação.

## **5.1 MODELAGEM DO PROJETO**

Para visualização nas ferramentas a serem escolhidas, é necessário um arquivo de modelagem padrão, o qual servirá de entrada para os aplicativos e para serem gerado os modelos da realidade virtual e aumentada.

O projeto desenvolvido foi igreja segundo os padrões instituídos pelas:

- Orientações para Projeto e Construção de Igrejas - Estudos da CNBB Vol. 106;
- Orientações Para Adequação Litúrgica, Restauração e Conservação das Igrejas - Estudos da CNBB 113

Para isso foi escolhido o software REVIT da empresa Autodesk, na sua versão 2022, este é um software de modelagem BIM para projetos de arquitetura, urbanismo, engenharia e design.

Foram selecionados para os experimentos os seguintes softwares e aplicativos:

- **Os softwares da Autodesk REVIT**

**Figura 10. PROGRAMA REVIT**



Fonte: Autodesk(2022)

Por se tratar de um software BIM e por ser o mais difundido nesta área, todo o projeto foi desenvolvido no Autodesk Revit Architecture (versão educacional). Sua interface gráfica é bastante intuitiva, proporcionando uma grande facilidade no manuseio do programa.

Netto (2016), afirma que ao iniciar o REVIT, temos a opção de iniciar um novo projeto ou abrir um projeto já iniciado. Também podemos criar uma família ou abrir uma existente. Foram usados famílias, que são as bibliotecas de elementos construtivos. Ou seja, todos os elementos utilizados no projeto fazem parte de uma categoria de famílias. Por exemplo, paredes, portas, janelas, pisos, mobiliários, etc. cada um destes elementos ou objetos pertencem às suas respectivas famílias.

- **VR SHINECON Original 6.0 VR fone de Ouvido Versão Realidade Virtual Óculos Estéreo Fones De Ouvido Óculos 3D Headset Capacetes Suporte 4.7-6.0 polegada de Tela Grande Smartphone**

**Figura 11. Modelo de óculos de realidade virtual usado.**



Fonte: VR SHINECON (2022)

Para a realidade virtual utiliza -se o recurso do auxílio do dispositivo do óculos de realidade virtual, ou head- mounted device. As opções que dependem do uso de um smartphone são consideravelmente mais baratas, representado um investimento financeiro significativamente menor.

O uso do óculos é uma alternativa mais barata e que pode ser usada por escritórios de design de forma barata, a fim de oferecer uma experiência mais fiel ao projeto desenvolvido.

A conexão do óculo utilizado não é feita com celulares tipo Iphone 6 a versão 8 possuem a versão de entrada conector tipo lighting, que possui 8 pinos usada para carregamento do celular, pois a conexão é apenas para dispositivos compatíveis com versão android de entrada tipo C.

- **Enscape: para comparação da realidade virtual gerada no REVIT.**

**Figura 12. Plugin Enscape**



Fonte: Enscape(2022)

- **AUGIN: para uso da realidade aumentada.**

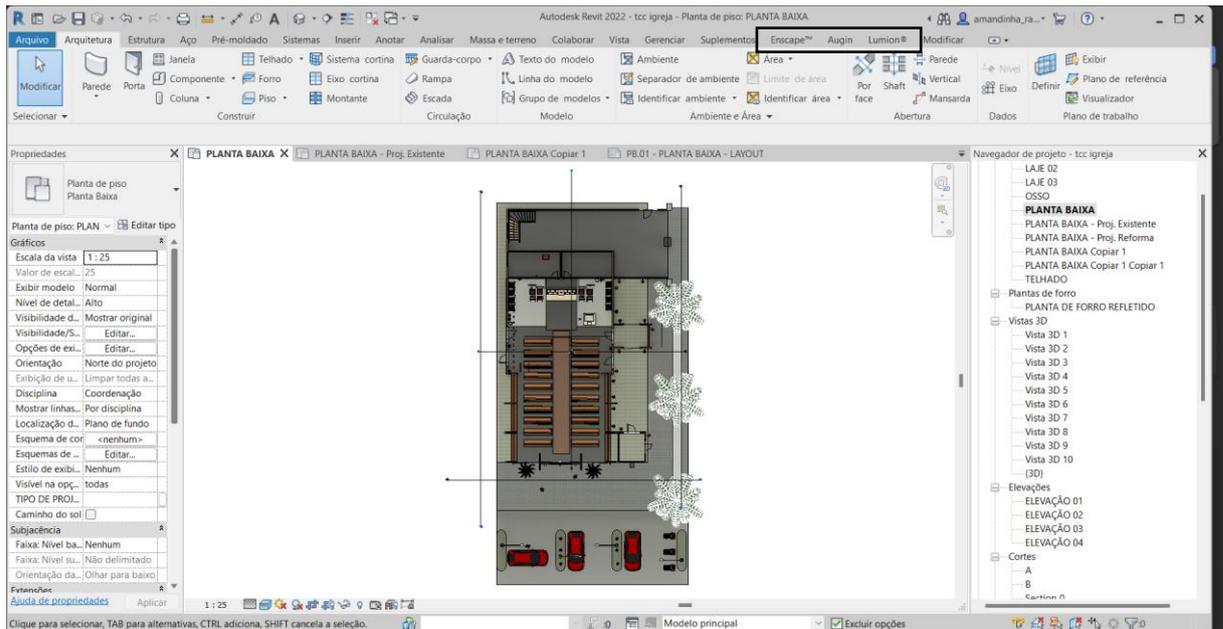
**Figura 13. Plugin e aplicativo Augin**



Fonte: Augin (2022)

A partir da análise dos aplicativos, foi possível adquirir critérios para analisar e experimentar as ferramentas que se encontram disponíveis e de fácil aprendizagem no mercado, gratuitamente disponibilizadas na WEB e inseridas como plugin no REVIT, podendo ser aplicada nos processos e desenvolvimento de projetos de design de forma mais rápida e dinâmica. As ferramentas usadas foram de fácil acesso e realizado o download no próprio site, tendo informações de uso e tutoriais dos programas.

**Figura 14. Plugin enscape e augin instalados diretamente no REVIT**



Fonte: Própria(2023)

- Autodesk REVIT - por ser uma plataforma mais voltada para a metodologia BIM e fornecer versão educacional gratuita.

O estudo envolveu as seguintes etapas:

- (1) importação/vinculação do modelo BIM com a ferramenta selecionada e análise desse processo
- (2) verificação dos elementos importados (geometria e informações associadas);
- (3) análise das possibilidades de interação com o modelo.

- Augin - por ser uma das ferramentas gratuitas com diversas possibilidades de aplicações e consolidada no mercado, que permite criar diferentes tipos de aplicações interativas.

Foram usados dois computadores para modelagem e testes.

NOTEBOOK 01	NOTEBOOK 02
<p>AVELL A62 LIV: Placa de vídeo NVIDIA GeForce GTX1650 GPU (4GB GDDR6), Processador Intel core i7 – 10750H, 12 MB cache 10º Geração, memória de 16 GB memória DDR4, Armazenamento de 1TB SSD + 500 TB SSD</p>	<p>ACER Nitro 5: Placa de vídeo NVIDIA GeForce GTX 1650, Processador Intel Core i7 11º Geração com 8 GB de memória RAM, memória de 4GB de memória DDR4, armazenamento de SSD DE 1TB.</p>
	

Fonte: Própria (2023)

## 5.1 LOCAL DO PROJETO

O local de aplicação do projeto será em uma área arbitrada que será realizada a construção de uma futura igreja no município de Bacabal - MA. Tal dado foi obtido com a Cúria Diocesana responsável pela organização de todas as igrejas católicas na região de Estudo.

## 5.2 OBJETO DE ESTUDO

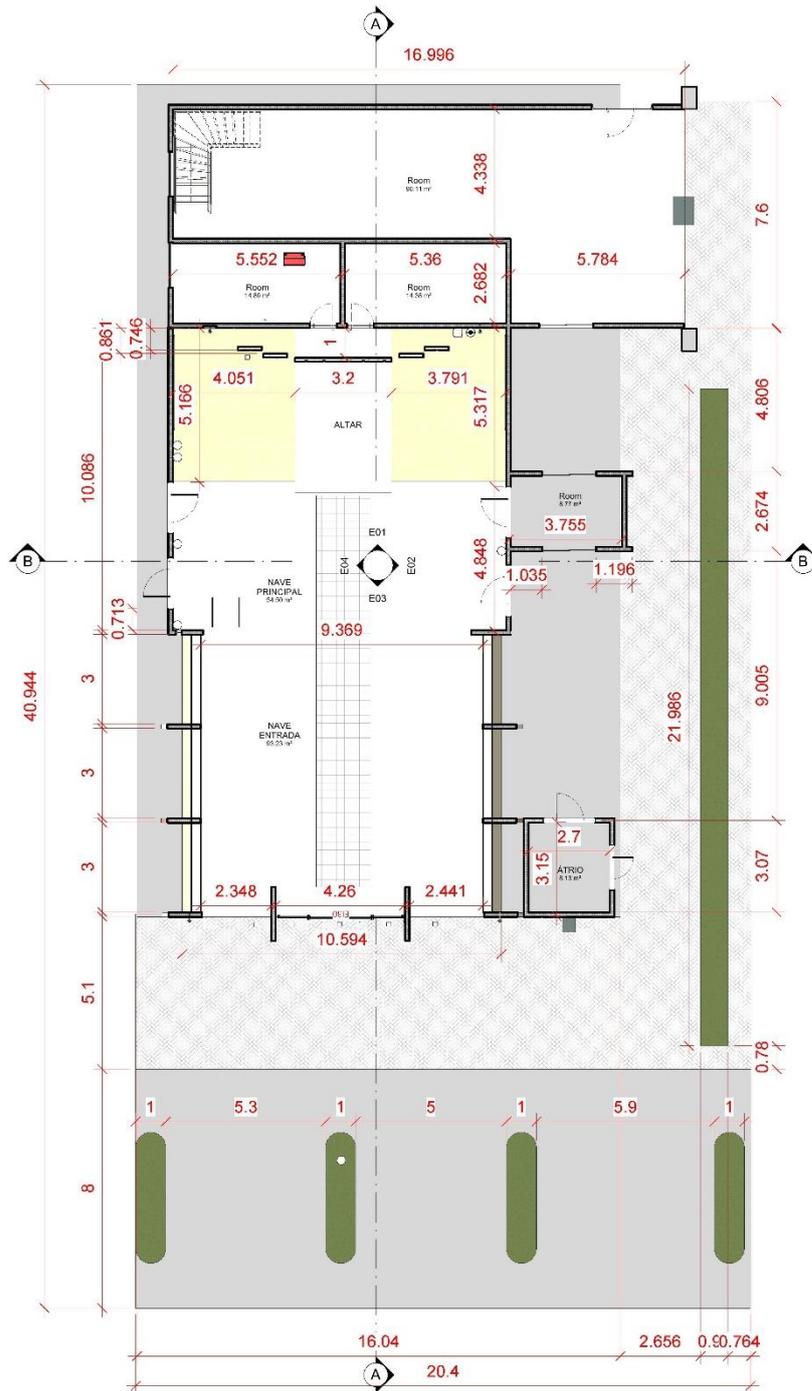
O Objeto de estudo é um projeto de uma capela católica fornecida pela por uma empresa de Engenharia sediada em Bacabal - MA, na qual disponibilizará os projetos em BIM no software REVIT, sendo projetos arquitetônicos, estrutural. Com o auxílio dos projetos foi realizado o design de interiores, na qual tem como escolha a nave central, assim como a fachada. O conjunto dos projetos serão apresentados com o auxílio da realidade virtual e aumentada.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto apresenta 20,4m x 41m, um terreno de uma área total de 836,40 m<sup>2</sup>, composta por uma capela composta:

Cada ambiente é apresentado de acordo com o projeto visto na figura 12 e apresentado em anexo.

Figura 15. Planta Baixa



Fonte: Escritório de Engenharia (2023)

O projeto foi totalmente desenvolvido com o uso do software REVIT. O foco deste estudo se deu na fachada principal e lateral, e a nave principal com o altar.

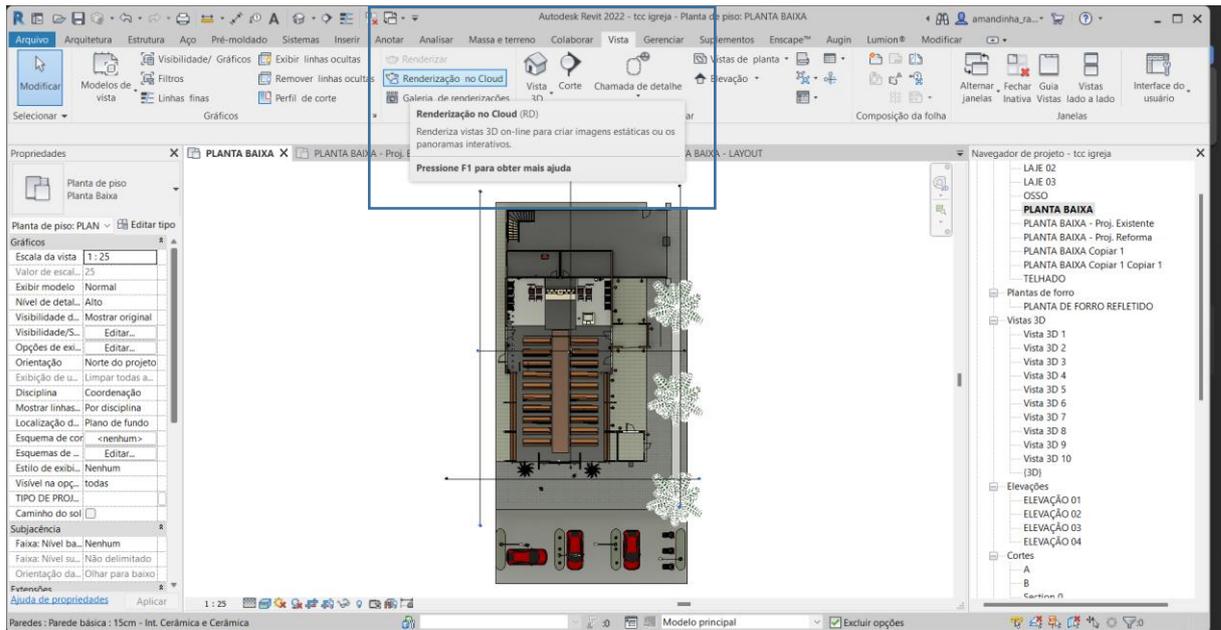
**Figura 16. Visualização 3D - REVIT- Igreja**



Fonte: Própria (2023)

Com os dados pré configurados de textura, iluminação, cenas, geometria, camadas, pisos, revestimentos, esquadrias, todas as famílias criadas e exportadas para o REVIT, a fim de trazer maior realismo para a imagem apresentada foram produzidas pela autora, com essas configurações o próprio REVIT através do auxílio da renderização em NUVEM, consegue gerar imagens fieis as definições criadas, com essas imagens é possível modular e renderizá-las para utiliza-las em visualizações em de realidade virtual, que podem ser exportadas aos clientes por meio de QR CODE gerado pelo próprio REVIT, assim como via link, o processo de geração das imagens pode ser realizado várias vezes, dos mais variados ambientes tendo um tempo médio de menos de 2 minutos, chegando até imagens apresentadas em segundos.

**Figura 17. Mecanismo de renderização em nuvem >Menu vista > renderização no cloud**



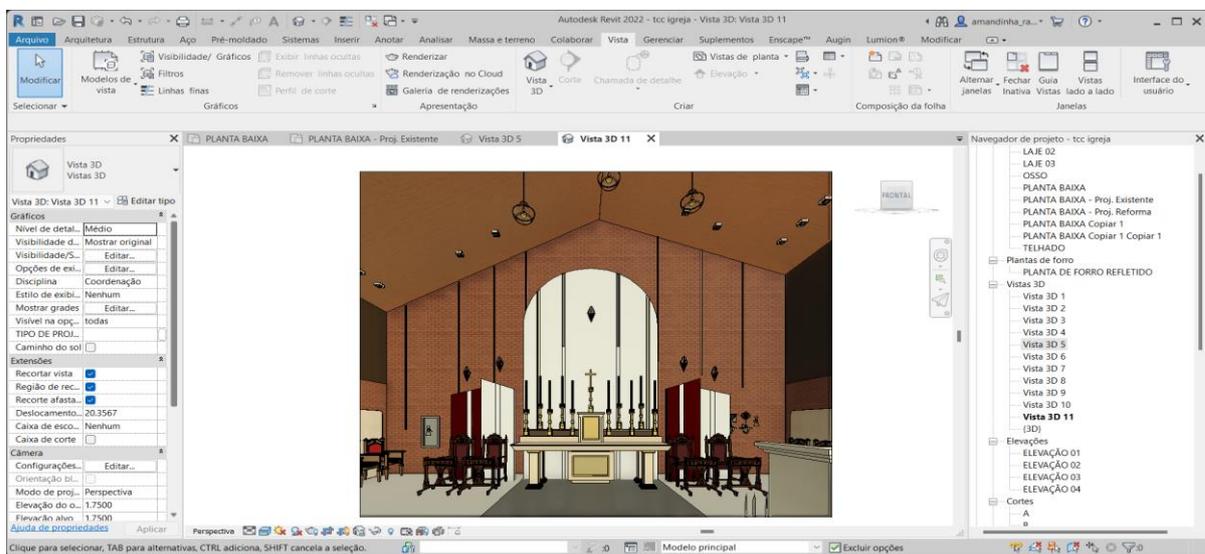
Fonte: Própria (2023)

Os dados tridimensionais computadorizados do projeto de design são exportados em um modelo 360.

Inicialmente escolhe -se a área que será renderizada, renderiza -se via render em cloud, gera- se imagens estáticas e dinâmicas a partir da necessidade do projeto.

A imagem 360 para realidade virtual pode ser gerada de forma rápida em segundos, ou a partir de um render já criado.

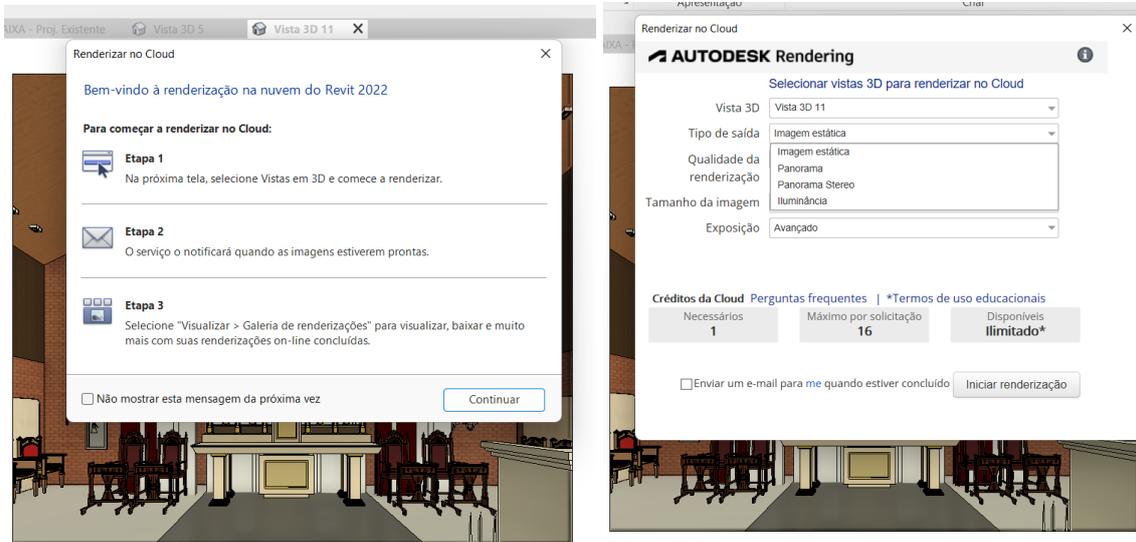
**Figura 18. Área a ser gerada realidade virtual**



Fonte: Própria (2023)

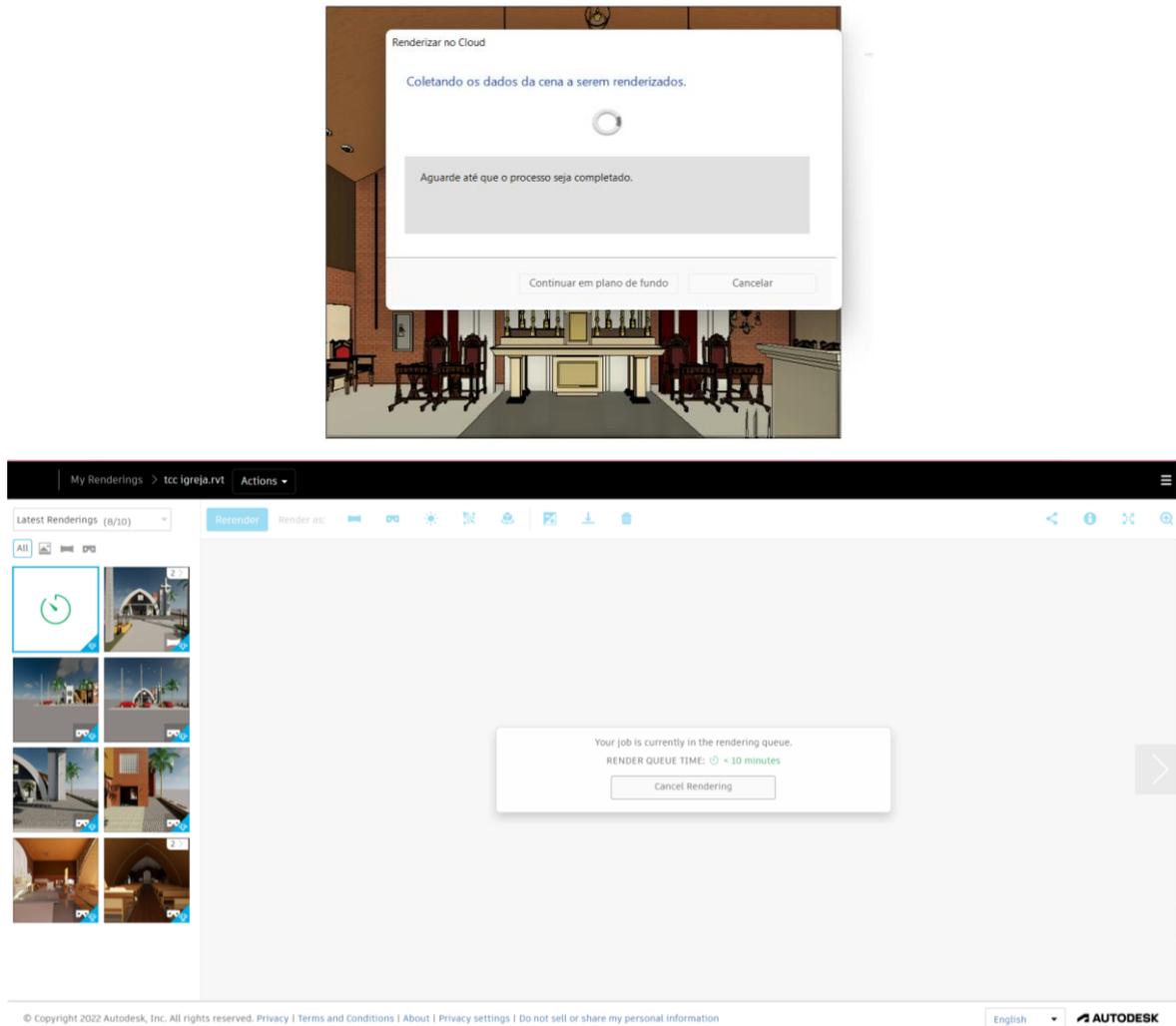
Para geração do render a várias possibilidades de geração de imagens, no primeiro momento realizou – se todos os render em imagem estática. Posteriormente gerou -se as imagens 360 em panorama, para visualização em celular e uso no óculos de realidade virtual.

**Figura 19. Passo a passo de render em cloud**



Fonte: Própria (2023)

O REVIT coleta todas as parametrizações inseridas no processo de modelagem de design de interiores, todas as imagens que não forem lidas e identificadas pelo REVIT não aparecerão na renderização nas suas características reais.

**Figura 20. Coleta da parametrização**

Fonte: Própria (2023)

Todos os render em formato panorâmico oferecem a possibilidade de passear de forma virtual pela. Podendo abrir todas as imagens em 360 e avaliar todas as características das imagens. É possível também avaliar o tempo médio de produção da realidade virtual da nave central no REVIT.

**Figura 21. Render em nuvem**



Fonte: Autodesk REVIT(2023)

Cada imagem em 360 gera um QR CODE que é possível enviar aos clientes, assim como adicionar nas pranchas dos projetos a serem entregues. É possível gerar os links também de cada imagem 360.

**Figura 22. QR CODE e link gerados pelo REVIT**

	<a href="https://pano.autodesk.com/pano.html?url=jpgs/0fafd6e4-f96c-4bcc-a77f-0c66f2b695eb&amp;version=2">https://pano.autodesk.com/pano.html?url=jpgs/0fafd6e4-f96c-4bcc-a77f-0c66f2b695eb&amp;version=2</a>
	<a href="https://pano.autodesk.com/pano.html?url=jpgs/eb6e4120-2ea9-4e84-8f6b-18ef549a0cd5&amp;version=2">https://pano.autodesk.com/pano.html?url=jpgs/eb6e4120-2ea9-4e84-8f6b-18ef549a0cd5&amp;version=2</a>

Fonte: Próprio autor gerado no REVIT(2022)

Com o auxílio do link enviado pelo celular é possível visualizar a disposição e apresentação do ambiente em realidade virtual, demonstrando as texturas, mobiliários, disposição de iluminação.

**Figura 23. Altar da Nave principal**

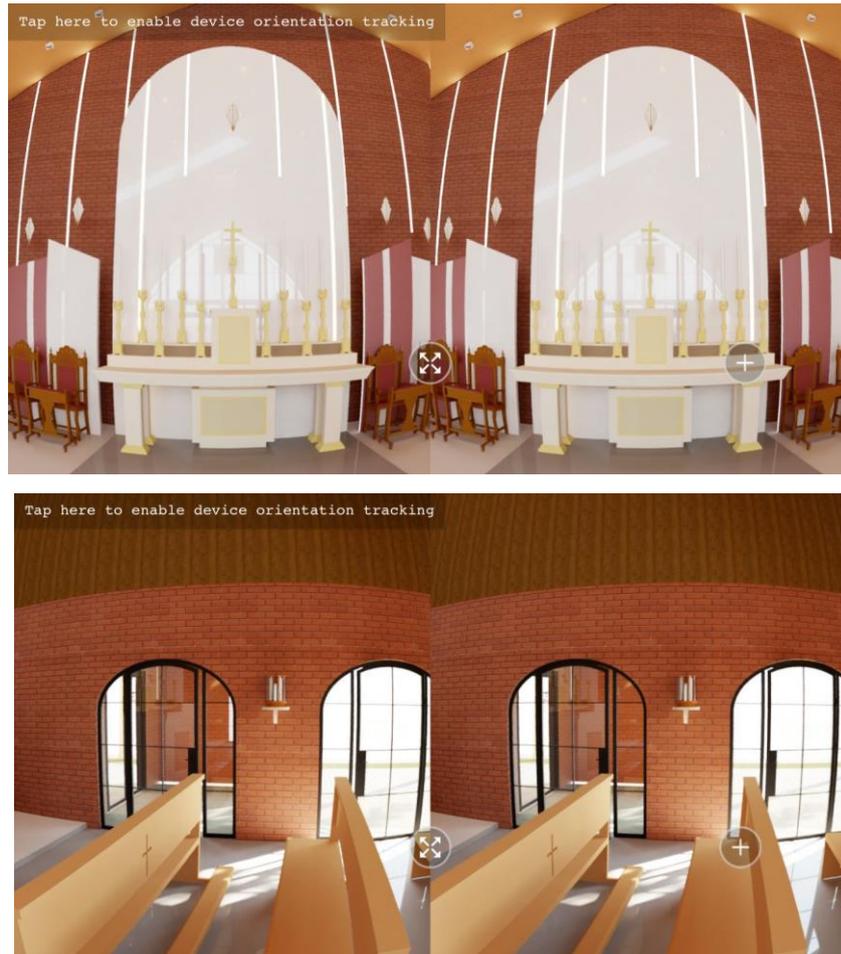


Fonte: Autodesk REVIT(2023)

**Figura 24. Visualização RV com auxílio do celular**



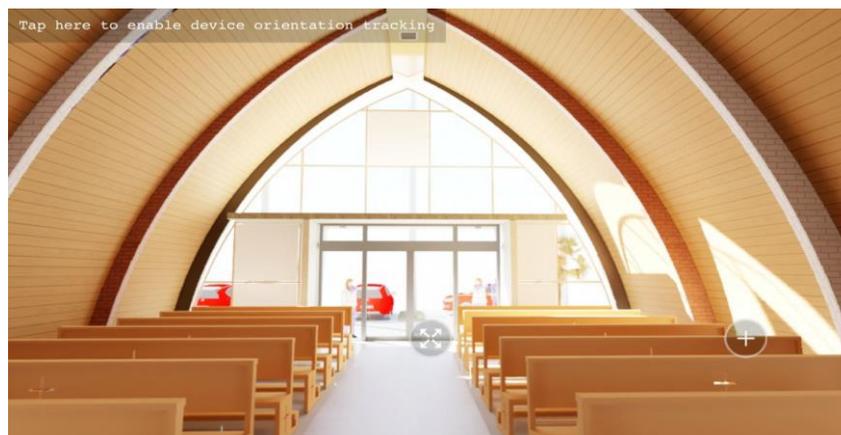
**Figura 25. Imagem para uso em óculo de RV visualizada no celular**



Fonte: Próprio autor gerado no REVIT(2022)

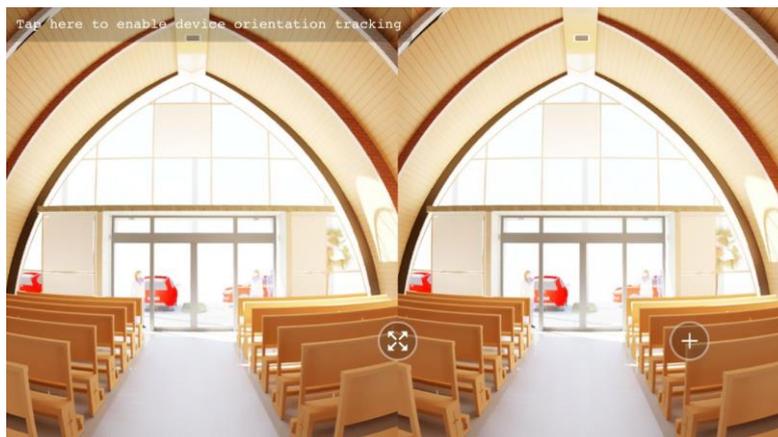
As imagens verificadas apresentam duas telas na qual são utilizados no óculos de realidade virtual aumentada a fim de criar a sensação de pertencimento no projeto, trazendo mais realismo, e uma imersão mais fiel.

**Figura 26. Imagem gerada no Revit**



Fonte: Próprio autor gerado no REVIT(2022)

**Figura 27. Imagem gerada para visualização em óculos de realidade virtual**



Fonte: Próprio autor gerado no REVIT (2022)

Um conjunto de imagens foi gerada e criada um espaço virtual de apresentação configurada, onde é possível criar um ambiente virtual na qual o cliente consegue passear pelos espaços e escolher qual cena visualizar.

Ao visualizar no celular; obtém-se duas formas de visualização, na qual é possível navegar com o uso das mãos, ou inserir o celular de forma acoplada em um óculos de realidade virtual, sendo assim o próprio REVIT oferece as duas possibilidades de visualização de realidade virtual.

Nas situações decorrentes no mundo real, o indivíduo recebe informações e estímulos coerentes dos acontecimentos em todos os seus sentidos. Já no mundo virtual, é necessário buscar interpretar corretamente as experiências e sensações ali emuladas de acordo com a vivência no mundo real, apesar das discrepâncias sensor motoras. (FUCHAS, 2017, p.97)

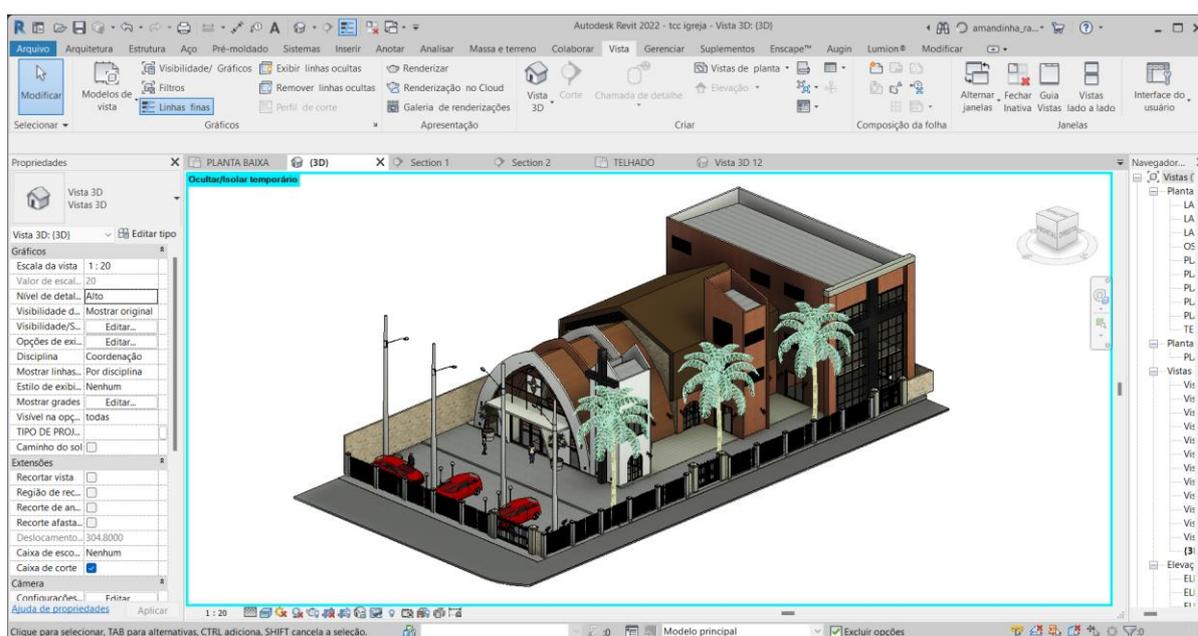
As discrepâncias sensor motoras podem dar-se entre sentidos do ser humano, como, por exemplo, ao se utilizar realidade virtual em movimentação, o indivíduo caminha e seu sistema ocular está alinhado com as informações recebidas nos óculos, bem como com as informações cinestésicas (capacidade de reconhecer a localização espacial, sua posição, orientação). Contudo, o sistema vestibular (informar ao sistema nervoso a posição e a velocidade da cabeça do ser humano) detecta uma informação contraditória às anteriores, já que a cabeça está em repouso no mundo real e em movimento no mundo virtual.

Com a visualização em óculos de realidade virtual é possível identificar o ambiente com a velocidade de reação alta usando a imagem 360 gerada no REVIT, o

usuário move a cabeça e a imagem que ele visualiza apresenta -se imediatamente par ao usuário tanto em celular, quanto em óculos.

Vale ressaltar que de acordo com Muraro (2016), também há contraindicações e cuidados a serem tomados ao se utilizar óculos de realidade virtual. A empresa Oculus, fabricante do Oculus Rift, alerta que menores de 13 anos de idade não devem utilizar óculos. Além disso, grávidas, idosos, indivíduos com transtornos psiquiátricos, problemas cardíacos, anomalia de visão binocular ou doenças crônicas graves devem consultar um médico antes do uso.

**Figura 28. 3D do revit Importado para o ENSCAPE**



Fonte: Própria gerada no REVIT (2023)

A indicação é de fazer uma pausa de 10 minutos a cada 30 minutos de uso dos óculos de realidade virtual. Ademais, o usuário deve interromper o uso caso tenha convulsões, cansaço visual, perda de consciência, espasmos nos olhos ou em outros músculos, anormalidades visuais, tontura, movimentos involuntários, desorientação, dificuldade de equilíbrio, aumento de salivação, suor excessivo, sonolência, náusea, fadiga ou enjoo. (MURARO,2016).

O processo foi repetido utilizando o ENSCAPE tanto na geração de imagens em render 3D quanto na visualização 360 para uso em realidade virtual.

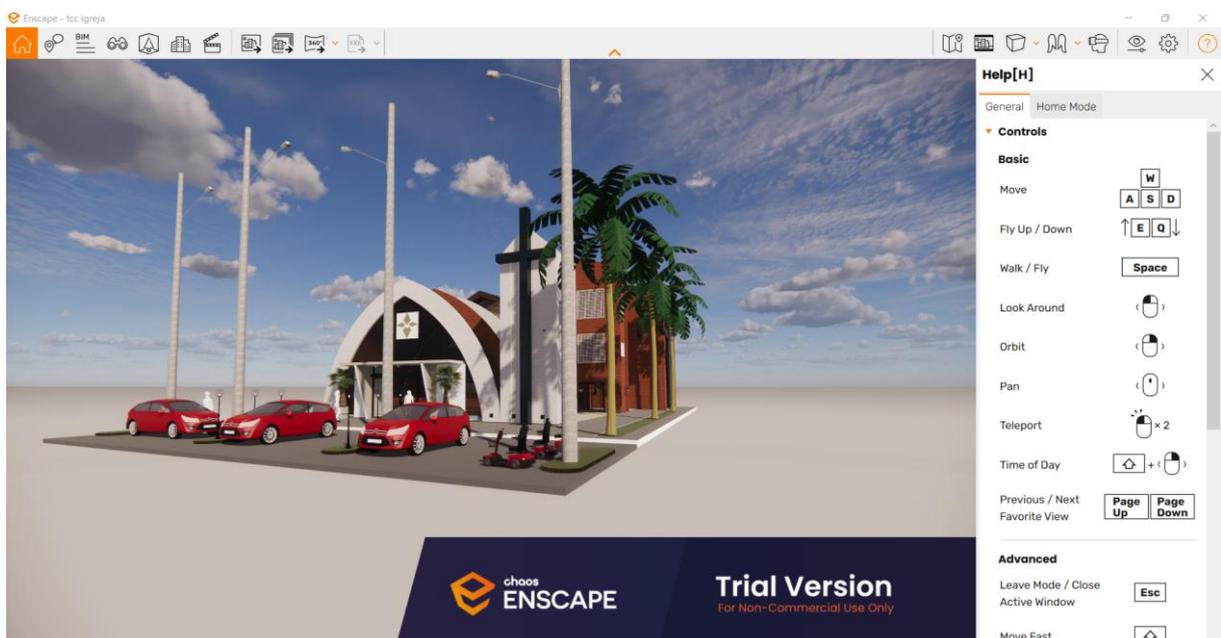
**Figura 29. Visualização 3D ENSCAPE**



Fonte: Própria gerada no Enscape (2023)

Com o auxílio do Plugin do ENSCAPE consegue-se obter um 3D de trabalho com as cores mais fiéis que o apresentado no REVIT, podendo também alterar as texturas e componentes de famílias no próprio ENSCAPE.

**Figura 30. Visualização Simultânea no ENSCAPE**

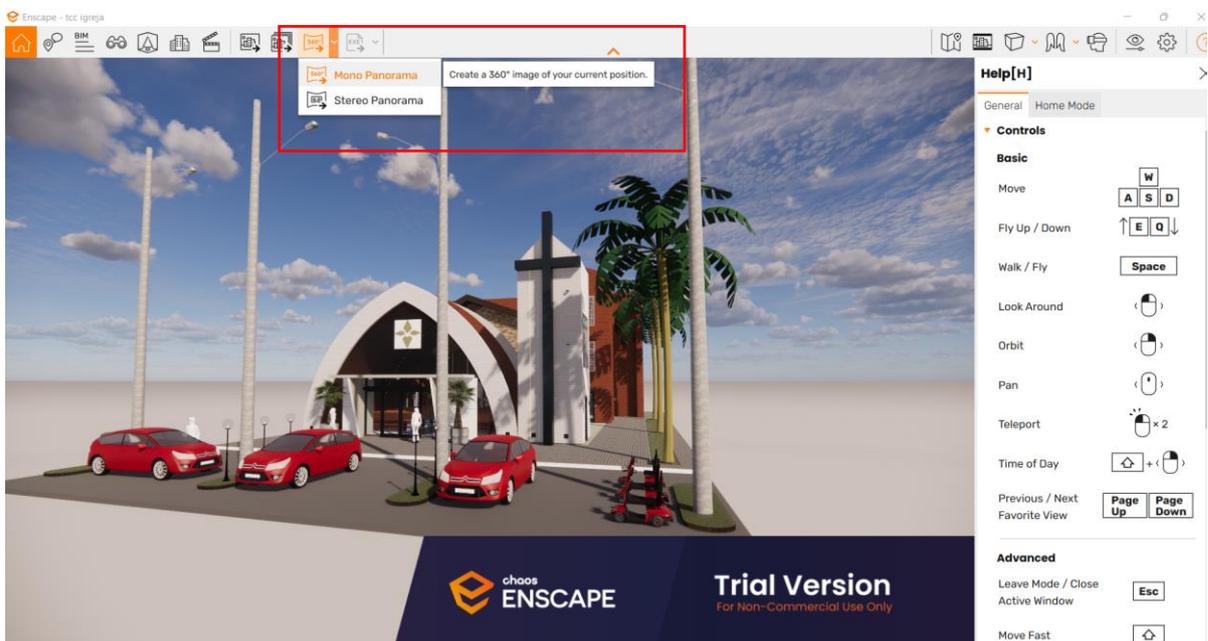


Fonte: Própria gerada no Enscape (2023)

Com essa visualização é possível obter uma imagem 360 da fachada e adentrar no projeto e gerar imagens 360 com o auxílio do ENSCAPE, as imagens são pré definidas ou no REVIT ou no próprio ENSCAPE. Escolhe a angulação de visualização da imagem que reproduzirá a realidade virtual.

É possível alterar texturas, inserir objetos, alterar o meio, georreferenciar o projeto de acordo com a localização da edificação, o que possibilita entender a dinâmica do conforto lumínico, acústico, as edificações vizinhas, tudo dentro do próprio ENSCAPE. Assim como, qualquer alteração realizada dentro do REVIT, automaticamente é alterado dentro do ENSCAPE, o que possibilita ajuste instantâneos das visualizações e correções de possíveis erros e interferências.

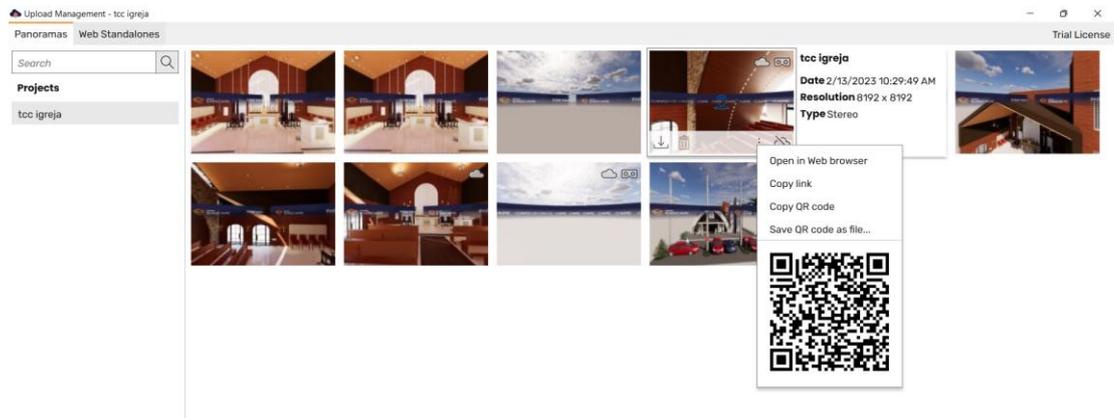
**Figura 31. Modo Panorama Enscape**



Fonte: Própria gerada no Enscape(2023)

As imagens geradas para uso de óculos de realidade virtual no ENSCAPE, também apresentam a possibilidade de uso do QR CODE.

**Figura 32. Imagens geradas no ENSCAPE – Galeria de imagens**



Fonte: Própria gerada no Enscape(2023)

**Figura 33L QR CODE - ENSCAPE**

QR CODE GERADO NO ENSCAPE	LINK GERADO NO ENSCAPE
	<p><a href="https://api2.enscape3d.com/v3/view/582b3321-e614-4c66-b07a-50e93a2e1911">https://api2.enscape3d.com/v3/view/582b3321-e614-4c66-b07a-50e93a2e1911</a></p>

Na figura 28 é possível verificar a imagem panorâmica gerada pelo ENSCAPE

**Figura 34. Imagem panorâmica - 360°**



Fonte: Própria gerada no Enscape(2023)

A imagem visualizada apresenta um pequeno giro de 360 na estrutura  
É possível traçar um comparativo de uso a partir da visualização em celular e em óculos.

**Tabela 3. Vantagens e Desvantagens das ferramentas**

	VANTAGENS	DESVANTAGENS
REVIT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelagem e inserção de texturas, mobiliário facilitado;</li> <li>• Render é feito diretamente em cloud, gerando imagens 360 e renderizações fieis ao modelado;</li> <li>• Possível gerar passeios virtuais e demonstrações com uso de QR CODE e link enviados para os clientes;</li> <li>• As imagens virtuais podem ser enviadas e verificadas apenas com o uso do celular, sendo, portanto, apenas imagens 360°.</li> <li>• É possível fazer tour em diversos ambientes, a partir de várias imagens 360° criadas.</li> </ul>	<p>Poucas famílias no mercado para igrejas e demais itens específicos, toda a modelagem de texturas e mobiliário precisa ser feita por completo.</p> <p>O que demanda tempo no que tange itens de design sacro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para visualização em realidade virtual imersiva é necessário auxílio de um óculo, o que pode gerar alguns efeitos para o cliente, como desconforto e mal estar.</li> </ul>

ENSCAPE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É possível alterar texturas e inserir famílias diretamente no ENSCAPE, trazendo mais fidelidade ao projeto. É possível fazer correções simultâneas com o REVIT ainda em execução;</li> <li>• Todas as mudanças são ajustadas automaticamente, o que gera menos retrabalho e correção frequentes são facilitadas.</li> <li>• As imagens 360 podem ser exportadas via QR CODE e link, podendo ser visualizadas via celular e via óculos de realidade virtual aumentas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não é possível fazer modelagem, toda a modelagem é exportada de um outro programa e após isso são geradas imagens de render e 360</li> </ul>
---------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Própria (2023)

É possível verificar com a análise que o ENSCAPE necessariamente precisa de um programa de modelagem para conseguir apresentar as imagens verificadas, o que difere do REVIT, pois todo o processo é realizado dentro do próprio programa.

O ENSCAPE funciona como suporte de renderização e apresentação para melhoria na qualidade de apresentação. Podendo ser facilmente agregado ao REVIT nos projetos de design de interiores, mantendo todas as características de exportação advindas deste, não perdendo texturas, nem cores, nem mobiliários, nem vegetação.

O uso do óculos traz uma nova dinâmica para as entregas de projetos, como é visto na figura

**Figura 35. Visualização do projeto em realidade virtual.**



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2023)

Para o segundo momento do estudo, foi realizado o teste de uso de realidade aumentada onde aplicou o aplicativo AUGIN que possui algumas possibilidades de exportação da imagem, sendo a exportação direta pelo plugin do AUGIN, e a exportação do arquivo IFC do REVIT, na qual ele é exportado e enviado para o AUGIN.

O AUGIN consegue receber projetos em dois formatos, AUGIN APLICATIVO para aplicativos móveis ou via AUGIN HUB, por meio do formato HUB é a instalação do aplicativo no Windows, ressaltando que o AUGIN HUB não é acessado no MAC; todo o fluxo de trabalho e ferramentas de ajuste podem ser acessadas nos dois modos.

A revolução em torno dessa apresentação é simples e intuitiva, para chegarmos em qualidade é necessário que haja uma modelagem inicial do modelo digital e partir disso é possível integrar de modo real no canteiro, ou no local do ambiente na qual será realizado a visualização.

É possível ainda usar um ambiente colaborativo entre profissionais e o cliente, na qual o cliente consegue navegar pelos parâmetros, texturas, adequações pré estabelecidas.

Para conseguir atingir a realidade aumentada é necessário usar dois tipos de apoio, que pode ser colocado em um local visual da obra, ou do ambiente em formato

pdf disponibilizado pelo próprio site do aplicativo. Neste arquivo PDF você vai encontrar dois apoios visuais para usar com o aplicativo Augin.

- Alvo-Padrão Este apoio visual serve para que celulares e tablets que não possuam os sensores necessários e compatíveis com Google AR Core ou IOS AR Kit possam ainda assim experimentar a realidade aumentada, com algumas funções e recursos desabilitados do Augin. Para uma lista de celulares recomendados para uso com o aplicativo visite [augin.app](http://augin.app).

**Figura 36. ALGO PADRÃO AUGIN**



Fonte: AUGIN(2023)

- Reference Tracker (Página 3) Este apoio visual serve para referenciar automaticamente um modelo 3D na escala 1:1 em realidade aumentada baseado em um ponto de referência criado a partir do website [augin.app](http://augin.app). Para utilizar esta função, o aparelho celular ou tablet deve suportar o google ARCore ou IOS Arkit.

**Figura 37. REFERENCE TRACKER AUGIN**

Fonte: AUGIN (2023)

O AUGIN permite a criação de um avatar que transita pelo projeto a fim de trazer maior interação, trazendo uma interface de navegação do modelo criado com o cliente.

Como a intenção deste estudo é conseguir utilizar o REVIT atrelado ao AUGIN, o projeto foi enviado diretamente via plugin, a fim de identificar as vantagens e desvantagens desse uso.

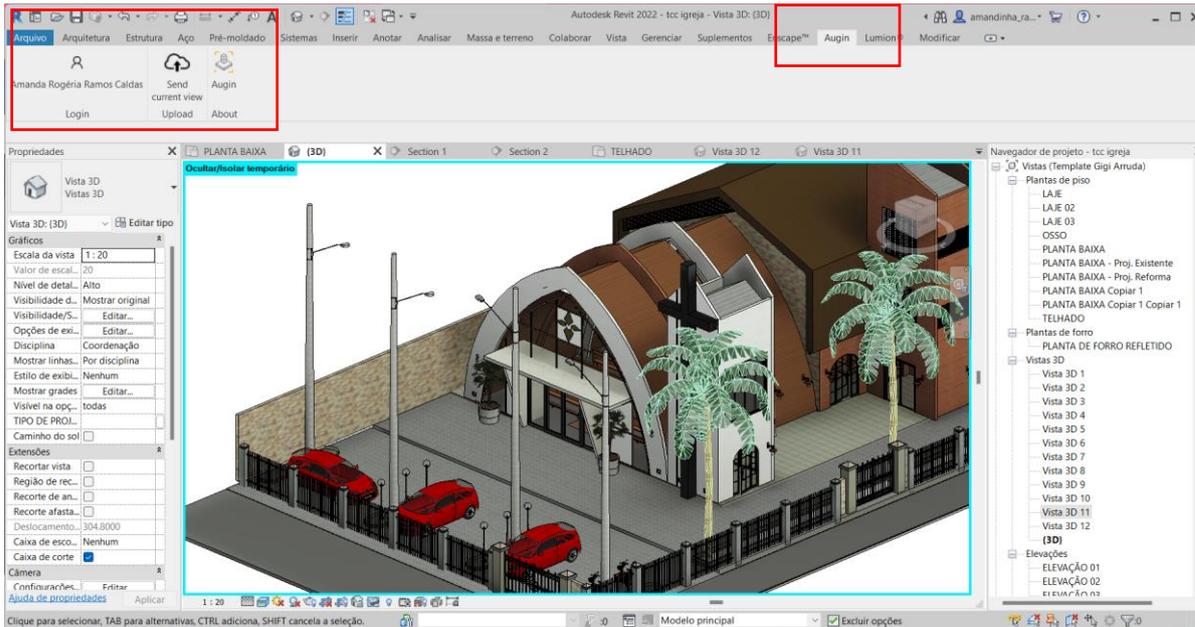
O AUGIN Também consegue usar o IFC, IFBX, e os arquivos zipados para exportações das modelagens.

O primeiro compartilhamento da fachada foi realizado usando o envio direto como evidenciado no passo a passo da figura 28.

Todos os projetos inseridos no AUGIN, estão de forma integrada sendo possível acessá-los tanto pelo app quanto pelo desktop, caso o projeto seja apagado, ele será apagado de ambos os locais.

Logo, o REVIT sozinho não é capaz de gerar uma imersão em realidade aumentada, precisando de um aplicativo de apoio para esta execução.

**Figura 38. Interface do REVIT com Plugin AUGIN**



Fonte: Própria (2023)

Com arquivo gerado é possível enviar para o cliente a partir do QR CODE ou via link, seguindo a mesma premissa dos aplicativos de realidade virtual.

A desvantagem do AUGIN, é a limitação de projetos de arquivos de 100 Mb, arquivos acima desse valor não são lidos, o usuário necessita comprar a versão PRO do aplicativo. Para ambientes pequenos de Design de Interiores é possível utilizar a versão gratuita, mas em projetos maiores de Design, como grandes locais de escola, hospitais, clínicas, acolhimentos, projetos com um grande percentual de modelagem; esta ferramenta começa a ser um empecilho para esse uso.

A visualização inicial exportada para o AUGIN no primeiro teste com importação direcionado REVIT para o augin traz algumas situações problemas. É possível observar uma ausência de cores ainda na visualização na versão desktop.

**Figura 39. AUGIN HUB- Versão desktop Windows**



Fonte: AUGIN(2023)

Existe a possibilidade de passeio pelo projeto com o auxílio do drone virtual e da versão de um personagem criado dentro do AUGIN com as características pessoais de quem o acessa.

**Figura 40. Passeio virtual com drone no AUGIN**



Fonte: AUGIN(2023)

**Figura 41. Passeio virtual com personagem criada no ENSCAPE**

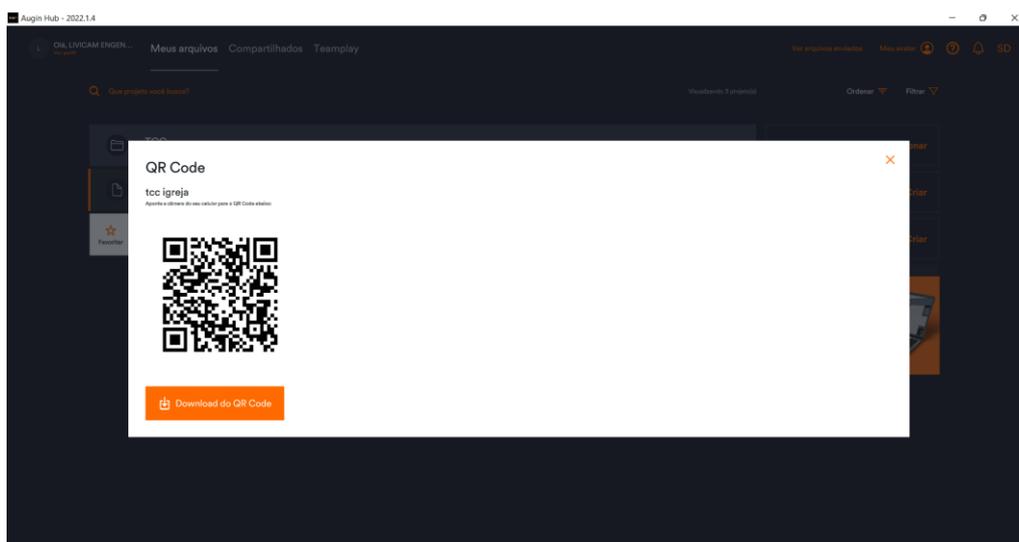
Fonte: Própria(2023)

O aplicativo cumpre o que promete no quesito realidade aumentada, é possível visualizar a construção e adentrar dentro do projeto sem a necessidade de óculos de realidade aumentada, apenas com o uso do celular, a integração REVIT e Augin funcionam com uma alternativa possível e usável para o emprego desejado.

**Figura 42. Visualização do Reference Tracker**

Fonte: Própria (2023)

**Figura 43. QR CODE gerado no Augin Hub**



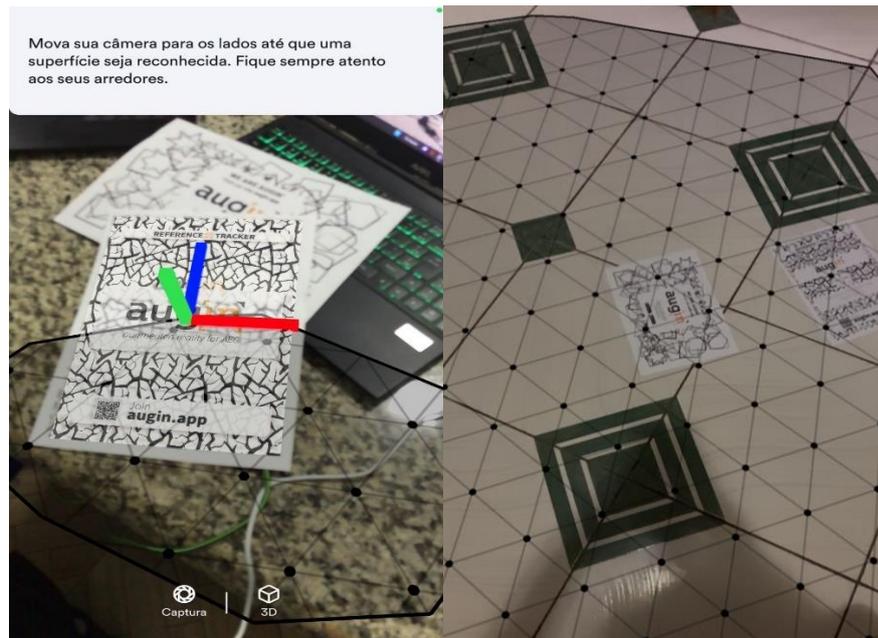
Fonte: Própria (2023)

**Figura 44. QR CODE e link gerados no aplicativo de celular**

QR CODE	LINK
<p>A screenshot of a mobile application interface. It shows a QR code in the center, with the text "tcc igreja-{3D}" above it. At the bottom, there is an orange button labeled "Compartilhar".</p>	<p><a href="https://go.augin.app/JmGOhMoroxb">https://go.augin.app/JmGOhMoroxb</a></p>

Fonte: Própria (2023)

**Figura 45. Etapas de geração do projeto em RA**



Fonte: Própria (2023)

Após o envio para o AUGIN, com o auxílio da câmera do celular é possível realizar a leitura do Reference Tracker o aplicativo faz a leitura do projeto e o projeta sobre o plano escolhido. A projeção pode atingir o tamanho real da edificação como também em tamanhos menores.

**Figura 46. Igreja em RA sobre o plano**



Fonte: Própria (2023)

Logo, é possível verificar que o uso da modelagem aumentada traz inúmeras vantagens para o projetista, seja ele, design de interiores, arquiteto, engenheiro. O projeto apresenta -se com um alto grau de diferenciação dos demais do mercado., todo o desenvolvimento do projeto foca na interação centrada no usuário. A fim de impressionar seus clientes com apresentações envolventes e interativas.

**Figura 47. Modelagem visualizada em RA**



Fonte: Própria (2023)

A visualização do seu projeto em realidade aumentada e ambientes imersivos ajuda as equipes de projeto a evitar erros e solucionar problemas antes de iniciar o trabalho de construção. Com o uso dessa técnica torna -se possível verificar vários erros, corrigi-los e levar o mínimo possível de mudanças a serem realizadas.

Além de permitir que vários profissionais colaborem de qualquer lugar, melhorando sua produtividade remota com contexto espacial em tempo real. Sua equipe e as partes interessadas podem facilmente validar ideias de qualquer lugar em qualquer dispositivo.

**Figura 48. Interação da realidade aumentada com o cliente**



Fonte: Própria (2023)

Além dessas vantagens é possível economizar tempo e dinheiro, pois o processo de validação de seus conceitos digitais torna-se mais rápido e obtém aprovações mais rápidas enquanto reduz viagens e rodadas de projeto.

A autonomia de levar os projetos para onde quiser, também é uma das vantagens evidenciadas, carregue seus projetos no bolso. Todos os modelos disponíveis a qualquer momento. A plataforma Augin permite que os projetos estejam disponíveis em vários dispositivos e com carregamento rápido.

A plataforma busca ajudar a equipe de trabalho a visualizar modificações necessárias de maneira mais fácil antes, durante e depois da fase construtiva. Tudo isso a partir de uma experiência imersiva que dá vida ao trabalho.

Logo, nesse quesito, ela facilita os profissionais a executarem com muito mais precisão e autonomia, reduzindo muitos erros, consequentemente diminuindo os custos com execução. O Augin trouxe uma evolução fantástica na apresentação do projeto para o cliente e para a obra, com uma abordagem intuitiva, com informação precisa, praticidade e clareza nas informações, fundamentais para a boa execução de um projeto.

Outro fato de vantagem, é quanto a plataforma Augin, baseada no padrão internacional aberto IFC BIM, permite que os usuários do complemento BlenderBIM Add-on visualizem os seus projetos no mundo real como serão construídos.

**Figura 49. Imagem gerada em realidade aumentada**



Fonte: Própria (2023)

Uma das desvantagens verificadas no uso para o design de interiores é a ausência das texturas e cores modeladas na concepção inicial, o AUGIN mesmo exportando em IFC, ou diretamente do plugin não consegue fazer a leitura precisa e real de texturas, cores, que são um dos pontos essenciais nos projetos de design de interiores. O aplicativo consegue reproduzir a apresentar em tamanho real o projeto, porém, para o uso com o design ainda precisa de maior desenvolvimento.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realidade virtual e aumentada são tecnologias que vão trazer muitas melhorias e facilidade quando se refere a leitura e montagem de projetos de design de interiores. De acordo com os dados observados existem pontos positivos e negativos do uso dessas tecnologias para melhoria projetual.

O REVIT sendo um instrumento de maior uso na atualidade consegue trazer desde a modelagem, até a visualização final do projeto o que facilita todo o processo e possibilita a orçamentação, e atribuições de quantitativos por meio de seu uso.

O ENSCAPE, vem como ferramenta chave na melhor apresentação projetual, sendo combinado com outros programas já existentes e que trabalham com metodologia BIM aplicada.

O AUGIN ainda em desenvolvimento, para a realidade aumentada, traz uma coordenação otimizada, em trabalhos que exigem uma interação de diferentes profissionais desde gerenciamento de instalações à Engenharia Estrutural ou Petróleo e Gás, o AUGIN é capaz de reunir diferentes equipes no mesmo ambiente para verificação de projetos. Possibilitando uma melhor compreensão do projeto por meio de percursos virtuais. É possível criar propostas com confiança, com inovações nas apresentações de sua empresa com imersão de última geração para seus clientes e colaboradores a partir de qualquer dispositivo, levando a apresentações de qualidade superior e aprovações mais rápidas. A chave do AUGIN é o compartilhamento de informações, após realizar o upload dentro da plataforma, que é destaque por sua velocidade, o compartilhamento com diversas equipes com um clique, garante que elas visualizem o projeto em um ambiente imersivo.

Em caso de escritórios parceiros, onde tem -se profissionais de design de interiores, arquitetos, engenheiros, pequenos, médios e grandes construtores, tem a possibilidade de com a ajuda do Building Information Modeling (BIM), leve seus clientes e sua equipe para dentro de seus novos edifícios, virtualmente, antes do início da construção. Facilitando também na qualidade de reuniões das equipes e clientes, experimentando os modelos BIM em ambientes desenvolvidos para que vejam os menores detalhes instantaneamente, seja no Augin HUB ou no Augin APP.

Para atingir todas essas vantagens é necessária uma modelagem eficiente, com todos os parâmetros bem definidos, tons, texturas, mobiliários, tornando a imersão cada vez mais real. Com uso do AUGIN em conexão com REVIT, muitas

dificuldades ainda são observadas nesse quesito, mas não é impedimento a sua utilização.

Em suma, este estudo demonstrou a importância da aplicação e integração do software BIM: REVIT com a realidade virtual e aumentada, em projetos de design de interiores. Sendo possível notar que o design de interiores ainda tem muito a se desenvolver no que concerne metodologia BIM aplicada, desde o uso do software REVIT que ainda é pouco explorado na modelagem do design de interiores; mas ainda sim, este estudo possibilitou apresentar as principais vantagens, desvantagens, dificuldades e potencialidades no uso da realidade virtual, demonstrando a usabilidade da Realidade virtual, aumentada e imagens 360° nas entregas e apresentações aos clientes.

## REFERÊNCIA

- AUTODESK. **Site Oficial Autodesk**. [S.l.], 2020. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/bim/benefitsof-bim>> Acesso em: 14 de mai.2022
- AZUMA, R. et al. **Avanços recentes em realidade aumentada**. [S.l.], 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/38.963459>>. Acesso em: 14 de mai.2022
- BURDÉIA, G.; COIFFET, P. (1994). **Tecnologia de Realidade Virtual**. John Wiley & Sons, Nova York Cidade, junho de 1994
- CAWOOD; S.; FIALA, M. 2007. **Realidade Aumentada – Um guia prático**. Raleigh, Pragmatic Bookshelf, 311 p.
- COSTA, E. N. **Avaliação da metodologia bim para a compatibilização de projetos**. 2013
- EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores** / Chuck Eastman [et al.]; [tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al.]; revisão técnica: Eduardo Toledo Santos. – Porto Alegre: Bookman, 2014.
- FLORIO, W. **Análise do processo de projeto sob a teoria cognitiva: sete dificuldades no atelier**. Arquitetura revista. São Leopoldo, v. 7, n. 2, p. 161-171, jul/dez 2011.
- FRACAROLI, F. **Um estudo de percepção em ambiente simulado com realidade virtual exploratória**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas: 2006. 127 p.
- GADSBY, Adam. **Dicionário Longman de Inglês Contemporâneo - O Completo Guia de Inglês escrito e falado**. 3ª ed. Bungay: Longman Group, 1995.
- GIBBS, Jenny. **Design de Interiores: Guia útil para estudantes e profissionais**. 1. Ed. São Paulo: editora G. Gili, 2015.
- KIRNER, Claudio. **Sistemas de Realidade Virtual**. Disponível em: <<http://www.dc.ufscar.br/~grv/tutrv/tutrv.htm>>. Acesso em: 11 de out. 2022
- LÉVY, Pierre. **Que é o Virtual?**, O. Editora 34, 2003
- MACHADO, Liliane dos Santos; NETTO, Antônio Valério; OLIVEIRA, Maria Cristina F. de. **Realidade Virtual – Fundamentos e Aplicações**. Florianópolis, SC: Editora Visual Books, 2002
- MALARD, M.L., RHODES, P.J., ROBERTS, S.E. **O Processo de Projeto e o Computador: realidades que interagem virtualmente**. Revista de Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 25-37, 1997.
- MALARD, M.L. **A lógica do pensamento arquitetônico**. EVA – Estúdio Virtual de Arquitetura, 2004.
- MANZIONE, L., WYSE, M., OWEN, R.L., MELHADO, S.B. **Desafios para a Implementação de um Novo Modelo de Gestão Colaborativa do Design: Analisando o Impacto do Fator Humano**. Em: CIB W096 – Gestão arquitetônica na Arena Digital, 2011, Viena. Anais... Roterdã, 2011. p. 256-266

MIRA, F. J. A. **Design e realismo visual no desenvolvimento de ambientes de realidade virtual para tratamento psicoterapêutico**. 2017. 104f. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-graduação em Design, Projeto de Produto. FAAC, UNESP, Bauru, 2017

OWEN, R., AMOR, R., PALMER, M., DICKINSON, J.K., TATUM, C.B., KAZI, A.S., PRINS, M., KIVINIEMI, A., EAST, B. **Desafios para Soluções Integradas de Projeto e Entrega. Engenharia Arquitetônica e Gestão de Projetos**. v. 6, pág. 232-240, nov/2010.

PAES, D.; ARANTES, E. **A realidade virtual imersiva como tecnologia de suporte à compreensão de modelos computacionais**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7, 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

PARISI, Tony. **Aprendendo Realidade Virtual: Desenvolvendo Experiências Imersivas e Aplicativos para Desktop, Web e Mobile**. 1ª Ed. Mídia O'Reilly. Estados Unidos da América, 2015.

REBELO, Irla B.; LUZ, Rodolfo P. (1999a). **Simulação do Espaço Urbano Através da RV para o Desenvolvimento e Análise de Projetos**. ICVA – Primeiro Congresso Virtual de Arquitetura. Dezembro 1999 – Janeiro 2000

ROMANO, F. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações. Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v. 1, n. 1, p. 23-46, nov/2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v1i1.7>.

SILVA, G. L.; GROETELAARS, N. J. **Uso de modelos BIM em realidade virtual e aumentada: panorama de aplicações e ferramentas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-13. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/565>. Acesso em: 14 mai. 2022

SHERMAN, William R.; CRAIG, Alan B. **Understanding Virtual Reality – Interface, Application, and Design**. São Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2003.

SILVA, G. L.; GROETELAARS, N. J. **Uso de modelos BIM em realidade virtual e aumentada: panorama de aplicações e ferramentas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-13. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/565>. Acesso em: 4 jan.2023

SOUZA, Rafael Ricarte de; SANTOS, Márcio Carneiro dos Santos; SILVA, André Alvares Fernandes da; SANTOS, Caroline Pedraça. **Realidade virtual para design de interiores**. IN: III JORNADA DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM DESIGN – UFMA.202

TOBIN, J. **Proto-Building: To BIM is to Build**. AECbytes. 2008.

TORI, R. KIRNER, C. SISCOOTTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2006

TORI, Romero; KIRNER, Cláudio; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém: Editora SBC, 2006.

VELA, João Carlos; NASCIMENTO, Beatriz Andrielly de Souza; FEDER, Franciane; ISTVANDIC, Mikaella; JAHN, Ana Claudia. **Design de interiores: entre o bacharelado e o tecnólogo: uma reflexão**. P&D, Belo Horizonte, 2016.