

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS**

**ANGÉLICA DAYANE SENA DE OLIVEIRA LIMA**

**DO CONCRETO AO VIRTUAL: CRIAÇÃO E APREENSÃO DO ESPAÇO  
SENSÍVEL**

**CAMPINAS**

**2022**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE TECNOLOGIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
EM ARQUITETURA E URBANISMO  
ANGÉLICA DAYANE SENA DE OLIVEIRA LIMA**

**DO CONCRETO AO VIRTUAL: CRIAÇÃO E APREENSÃO DO ESPAÇO  
SENSÍVEL**

Tese apresentada como exigência para a obtenção do título de Doutora em Arquitetura e Urbanismo ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Arquitetura e Urbanismo do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Linha de pesquisa: “Projeto, inovação e gestão em arquitetura e urbanismo”. Área de concentração: Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jane Victal Ferreira

**CAMPINAS**

**2022**

Ficha catalográfica elaborada por Fabiana Rizziolli Pires CRB 8/6920  
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

720.7  
L732d

Lima, Angélica Dayane Sena de Oliveira

Do concreto ao virtual: criação e apreensão do espaço sensível / Angélica Dayane Sena de Oliveira Lima. - Campinas: PUC-Campinas, 2022.

366 f.: il.

Orientador: Jane Victal Ferreira.

Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2022.

Inclui bibliografia.

1. Arquitetura - Estudo e ensino. 2. Realidade virtual. 3. Intermidialidade. I. Ferreira, Jane Victal. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDD - 22. ed. 720.7

# ANGÉLICA DAYANE SENA DE OLIVEIRA LIMA

## “DO CONCRETO AO VIRTUAL: CRIAÇÃO E APREENSÃO DO ESPAÇO SENSÍVEL”

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito para obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Urbanismo.

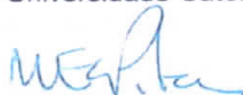
Orientador(a): Profa. Dra. Jane Victal Ferreira

Tese defendida e aprovada em 21 de fevereiro de 2022 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



**Profa. Dra. Jane Victal Ferreira**

Orientadora da Tese e Presidente da Comissão Examinadora  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas




**Profa. Dra. Maria Eliza de Castro Pita**

Pontifícia Universidade Católica de Campinas



**Profa. Dra. Paula Cristina Somenzari Almozara**

Pontifícia Universidade Católica de Campinas



**Prof. Dr. Daniel Carvalho de Moreira**

Universidade Estadual de Campinas



**Profa. Dra. Myrna de Arruda Nascimento**

Universidade de São Paulo

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, à Grá, à minha família, a Emanuel (*in memorian*) e a todos que de certa forma contribuíram para minha formação acadêmica e a mim mesma, por escolher trilhar esse caminho tão bonito que é o do conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo e pela possibilidade de concluir esta tese.

Agradeço à minha companheira Graziely, por ter insistido e me apoiado na carreira acadêmica, me acompanhando aos centros de pesquisa, eventos e dado todo suporte durante o processo desta pesquisa, e por ter sido minha principal audiência durante os momentos de reflexão.

À minha professora e orientadora Jane Victal, que foi espetacular durante todo o processo e a quem admiro muito, e que foi fundamental para a conclusão deste trabalho.

À minha família, especialmente aos meus pais, José Bonifácio e Ivone, que sempre valorizaram a educação e me incentivaram a perseguir a trilha do conhecimento. Às minhas irmãs: Eneida, Beatriz e Geórgia, que de muitas formas me ajudaram a ser quem sou.

Agradeço aos pais da Grá, Licurgo e Nerli, por terem me acolhido muitas vezes e servido de ouvidos para minhas reflexões. Também à sua irmã Alminda e seu cônjuge Alberto pela torcida.

Aos professores, colegas e funcionários do POSURB-Arq que foram atenciosos, gentis e solícitos nas demandas e dúvidas, em destaque à Paula.

Ao professor Luiz Menezes Jr., que me recebeu em suas aulas e me deu uma super dica, que foi fundamental para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores Paula Almozara e Daniel Moreira, que fizeram excelentes contribuições durante a banca de qualificação.

À professora Maria Elisa, primeiro pelas contribuições durante a Graduação, depois por me receber nas suas aulas durante o Doutorado, oferecendo-me oportunidades para auxiliá-la em alguns exercícios e na indicação de títulos para leitura.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## EPÍGRAFE

*“A criatividade é a inteligência se divertindo”*

Albert Einstein  
(1879-1955)

## RESUMO

O presente trabalho investiga o uso da realidade virtual como ferramenta de suporte no processo de criação e inovação em Arquitetura e Urbanismo, tanto para a área do ensino quanto para a prática profissional, ampliando para outras áreas da indústria criativa. De caráter experimental, empírico e fenomenológico, a investigação partiu do exercício de dobraduras em papel, originário da disciplina de Linguagem da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Campinas, e desenvolveu um método de ensino que explora o uso de tecnologias digitais, em busca do enriquecimento criativo e pedagógico do estudante. O método é dividido em três etapas de experimentação: manufatura (dobradura em papel), digital convencional (uso do SketchUp) e imersiva (Gravity Sketch, Twinmotion e VR Sketch). Durante o processo, foram confeccionadas dobraduras em papel que eram digitalizadas e experienciadas em realidade virtual. A primeira etapa é a base para as demais e se mostrou bastante enriquecedora do ponto de vista criativo e pedagógico, permitindo discutir diversos aspectos da Linguagem da Arquitetura na construção de vasto repertório para a análise viso-espacial. Ambas as etapas digitais acrescentaram ao exercício original novas perspectivas e abordagens sobre espacialidade, permitindo a visualização dos espaços internos, alterações de escalas, aplicação de materiais e criação de ambiência, com a possibilidade de experimentação espacial utilizando a realidade virtual para tal. Além disso, a pesquisa também investigou aspectos das Neurociências: Neuroarquitetura, sinestesia, Neuropsicologia e da *Gestalt* como suporte teórico, apontando desdobramentos da pesquisa para futuras investigações nessas áreas.

**Palavras-chaves:** realidade virtual; ensino de Arquitetura; Neuroarquitetura; indústria criativa; tecnologias emergentes; Linguagem da Arquitetura; transmidialidade; intermidialidade; meta-arquitetura.



## ABSTRACT

The aim of this research was to investigate the use of Virtual Reality as a resource to foster innovation and creative processes in Architecture, both for teaching and professional practice, expanding to other areas of the creative industry. Experimental, empirical and phenomenological, the investigation started from the paper folding exercise applied in the Language of Architecture course of the Faculty of Architecture and Urbanism at PUC-Campinas, and developed a teaching method that explores the use of digital technologies on behalf of the student's creative and pedagogical enrichment. The method develops three phases of experimentation: artisanal (paper foldings), conventional digital (SketchUp modeling) and immersive (Gravity Sketch, Twinmotion and VR Sketch). During the process, paper folds are made, which are digitized and experienced in virtual reality. The first stage is a basis for the others and proved to be quite enriching from a creative and pedagogical point of view as several aspects of the language of architecture can be discussed in the construction of a vast repertoire for visu-spatial analysis. For the original exercise, both subsequent digital stages added new perspectives and approaches on spatiality, allowing the visualization of internal spaces, scale changes, material applications and ambience creation, with a possibility of spatial experimentation using virtual reality for this purpose. In addition, the research also addressed aspects of neuroscience: neuroarchitecture, synesthesia, neuropsychology and Gestalt as theoretical support, pointing out developments for future investigations in these areas.

**Keywords:** Virtual Reality; Architecture Teaching; neuroarchitecture; creative industry; Emerging technologies; language of architecture; transmediality; intermediality, meta-architecture.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Descrição do equipamento Oculus Rift Facebook. ....	<b>38</b>
<b>Tabela 2.</b>	Descrição do equipamento Odyssey Samsung VR. ....	<b>39</b>
<b>Tabela 3.</b>	Lista de equipamentos eletrônicos utilizados na pesquisa. ....	<b>39</b>
<b>Tabela 4.</b>	Marcos na popularização da realidade virtual. A tabela apresenta dados extraídos de Ebersole (1997), com acréscimo de outros dados, alguns mais recentes. Na tabela, é possível ver lançamentos <u>de</u> dispositivos, recursos, filmes, séries e outras mídias que abordam o tema da realidade virtual. ....	<b>173</b>
<b>Tabela 5.</b>	Tipos de atividades de imersão. ....	<b>179</b>
<b>Tabela 6.</b>	Tabela com alguns enunciados para os exercícios de dobraduras. São apresentados cinco exercícios de dobraduras, com diferentes restrições. A intenção é direcionar o tipo de resultado a ser obtido, seguindo uma tipologia formal. ....	<b>199</b>
<b>Tabela 7.</b>	Fatores que influenciaram na escolha do programa de modelagem. ....	<b>218</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b>	Esquema ilustrativo da estrutura da pesquisa. ....	<b>36</b>
<b>Figura 2.</b>	Relação comparativa entre tipos de óculos de realidade virtual. .....	<b>37</b>
<b>Figura 3.</b>	Tipo de equipamento HMD escolhido para as experiências. .....	<b>38</b>
<b>Figura 4.</b>	Esquema dos recursos tecnológicos aplicados na pesquisa. .....	<b>40</b>
<b>Figura 5.</b>	Estrutura completa da metodologia da pesquisa. .....	<b>41</b>
<b>Figura 6.</b>	Imagem ilustrativa que demonstra como era o dispositivo criado por Bach-y-Rita. ....	<b>52</b>
<b>Figura 7.</b>	Imagem dos óculos de realidade virtual VR BOX. .....	<b>54</b>
<b>Figura 8.</b>	Imagem ilustrativa indicando os movimentos de rotação da cabeça em três diferentes eixos (3DoF). ....	<b>55</b>
<b>Figura 9.</b>	Ilustração que demonstra a visualização de uma imagem em 360°, usando um equipamento de realidade virtual. ....	<b>55</b>
<b>Figura 10.</b>	Capacete de Realidade <i>Head-Mounted Display</i> , utilizado nas experiências de imersão desta pesquisa. ....	<b>58</b>
<b>Figura 11.</b>	Imagem aérea que mostra a implantação do projeto do Museu Judaico de Berlim. ....	<b>79</b>
<b>Figura 12.</b>	Fotografia de uma das áreas do museu. Neste local, existem peças metálicas que simulam rostos de pessoas, que provocam desconforto no visitante ao passar sobre elas. .....	<b>80</b>
<b>Figura 13.</b>	Imagem das fachadas do Museu de Berlim (edifício com a fachada tradicional) e do Museu Judaico (fachada contemporânea de autoria de Daniel Libeskind). ....	<b>81</b>
<b>Figura 14.</b>	Fotografia externa da Torre do Holocausto, na qual é possível ver o rasgo na parede que possibilita a entrada de luz. .....	<b>82</b>

<b>Figura 15.</b>	Vista interna da Torre do Holocausto. ....	<b>83</b>
<b>Figura 16.</b>	Imagem da fachada do Centro Aquático de Pequim, na China. .....	<b>85</b>
<b>Figura 17.</b>	Algumas das casas e modelos produzidos por Peter Eisenman entre as décadas de 1960 e 1980. ....	<b>86</b>
<b>Figura 18.</b>	Perspectiva axonométrica da Casa 11a concebida por Peter Eisenman. ....	<b>87</b>
<b>Figura 19.</b>	Maquete da Casa El Even Odd, de Peter Eisenman. .....	<b>88</b>
<b>Figura 20.</b>	Maquete da Casa Fin d’Ou T Hou S, de Peter Eisenman. .....	<b>88</b>
<b>Figura 21.</b>	Maquete da Casa Guardiola, de Peter Eisenman. ....	<b>89</b>
<b>Figura 22.</b>	Esquemas e maquete do processo de criação da Casa Virtual, de Peter Eisenman. ....	<b>89</b>
<b>Figura 23.</b>	<i>Memorial to the Murdered Jews of Europe in Berlin</i> , projeto realizado por Peter Eisenman. ....	<b>92</b>
<b>Figura 24.</b>	Vista da praça central do Instituto Salk em direção ao Oceano Pacífico. ....	<b>93</b>
<b>Figura 25.</b>	<i>The River of Life</i> , como é chamado o espelho d’água do pátio central do Instituto Salk. ....	<b>96</b>
<b>Figura 26.</b>	Ilustração/diagrama, extraído do livro <i>Fundamental Neuroscience</i> (adaptação de Dowling de 1997) que mostra a estrutura do olho, com detalhe no nível celular, dos tipos de células e conexões na retina dos primatas. ....	<b>103</b>
<b>Figura 27.</b>	Ilustrações produzidas a partir de um modelo tridimensional no <i>software</i> SketchUp. ....	<b>106</b>
<b>Figura 28.</b>	Esquema gráfico que simula a ideia de paralaxe de movimento. .....	<b>107</b>
<b>Figura 29.</b>	Esquema que ilustra o funcionamento da percepção visual, com base em Schiffman (2005). ....	<b>109</b>

<b>Figura 30.</b>	Ilustração que indica a percepção da disparidade binocular e de imagem-fantasma cruzada. Esquema com base em Schiffman (2005). ....	<b>110</b>
<b>Figura 31.</b>	Estereoscópio antigo e fotografias (estereogramas). ....	<b>111</b>
<b>Figura 32.</b>	Imagem de fotografias (estereogramas). ....	<b>111</b>
<b>Figura 33.</b>	Exemplo de anáglifo 1. ....	<b>112</b>
<b>Figura 34.</b>	Exemplo de anáglifo 2. ....	<b>112</b>
<b>Figura 35.</b>	Exemplo de anáglifo 3. ....	<b>113</b>
<b>Figura 36.</b>	Fotografia de exemplar de óculos bicolor para simulação 3D (marca Positivo). ....	<b>113</b>
<b>Figura 37.</b>	Ilustração indicando comprimento de onda da luz e suas cores equivalentes. ....	<b>114</b>
<b>Figura 38.</b>	Imagem pseudocolorida de mosaico de cones tricromáticos: azul, verde e as cores vermelhas representam os cones S, M e L, respectivamente. ....	<b>115</b>
<b>Figura 39.</b>	Imagem tridimensional representando o córtex cerebral. Destaque para as regiões V4 e V5 citadas no texto. ....	<b>116</b>
<b>Figura 40.</b>	Teste de pré-julgamento. ....	<b>118</b>
<b>Figura 41.</b>	Número dezessete, seguido da letra x e do número vinte e quatro. ....	<b>118</b>
<b>Figura 42.</b>	Simulação de teste de Stroop. O objetivo é dizer a cor das palavras e não o nome da palavra escrita. ....	<b>119</b>
<b>Figura 43.</b>	A primeira imagem é uma foto publicada nas redes sociais de um vestido, em que parte das pessoas enxergavam azul e preto e outra, branco e dourado. ....	<b>120</b>
<b>Figura 44.</b>	Imagem representativa do Cubo de Necker, cuja posição do ponto laranja pode ser observada tanto na face frontal da figura, quanto no plano de fundo, apresentando uma ambiguidade visual. ....	<b>121</b>

<b>Figura 45.</b>	Imagem representativa da “ilusão Müller-Lyer”. Esta imagem mostra duas linhas de mesma dimensão, aparentemente percebidas como sendo de dimensões diferentes.....	<b>122</b>
<b>Figura 46.</b>	Ilustração de exemplo de figura-fundo, em que o observador pode ver duas faces (violeta) e/ou uma taça (branco). .....	<b>124</b>
<b>Figura 47.</b>	Imagem produzida no software SketchUp, que simula uma alternância da percepção visual de formas geométricas, respectivamente: círculo em branco e elipse em amarelo. ....	<b>125</b>
<b>Figura 48.</b>	Casal ou músico, quadro pintado por Salvador Dalí em 1930. ....	<b>126</b>
<b>Figura 49.</b>	<i>Templo</i> , pintura de Richard Anuszkiewicz. ....	<b>127</b>
<b>Figura 50.</b>	Relativity, pintura de Maurits Cornelis Escher que serve como exemplo de ilusão de óptica. ....	<b>127</b>
<b>Figura 51.</b>	Fator de proximidade: na ilustração, dois exemplos que demonstram esse fator. ....	<b>130</b>
<b>Figura 52.</b>	Fator de semelhança. ....	<b>131</b>
<b>Figura 53.</b>	Fator de fechamento. Quando o observador vê uma figura incompleta, sua mente faz o fechamento dessa figura. ....	<b>132</b>
<b>Figura 54.</b>	Fator de direção ou continuidade. ....	<b>132</b>
<b>Figura 55.</b>	Disposição objetiva. Ainda que haja ausência dos estímulos originais, a organização continua a ser percebida. ....	<b>133</b>
<b>Figura 56.</b>	Destino comum. ....	<b>133</b>
<b>Figura 57.</b>	Círculo preto, dentro do quadrado, baseado no livro <i>Arte &amp; Percepção Visual</i> , de Rudolf Arnheim. ....	<b>138</b>
<b>Figura 58.</b>	Análise de modelo tridimensional, resultado da dobradura em papel, utilizando os conceitos discutidos por Arnheim. ....	<b>140</b>
<b>Figura 59.</b>	Ilustração da obra <i>Madonna Sistina</i> , adaptada de Rudolf Arnheim, com indicações das diagonais da leitura perceptiva. ....	<b>141</b>

<b>Figura 60.</b>	Comparação entre duas dobraduras, relacionando os conceitos utilizados por Arnheim de peso e movimento. ....	<b>142</b>
<b>Figura 61.</b>	Análise de uma das dobraduras criadas na etapa experimental, utilizando alguns dos conceitos de Arnheim. ....	<b>145</b>
<b>Figura 62.</b>	Imagem adaptada de experimento de Wolfgang Köhler sobre compartilhamento de percepção sinestésica entre visão e audição.....	<b>147</b>
<b>Figura 63.</b>	Simulação da percepção de um sinesteta que diferencia as letras por cor. ....	<b>147</b>
<b>Figura 64.</b>	Imagem panorâmica do Google Street View.. ....	<b>158</b>
<b>Figura 65.</b>	Imagens da página do Facebook 360 Community. ....	<b>159</b>
<b>Figura 66.</b>	Realidade e virtualidade: contínuo. ....	<b>160</b>
<b>Figura 67.</b>	Opções de filtros interativos em AR do Snapchat. Imagens com aplicação de filtros que modificam a aparência do usuário, utilizando a câmera do celular. ....	<b>164</b>
<b>Figura 68.</b>	Vista da interface do Second Life. ....	<b>167</b>
<b>Figura 69.</b>	Fotografia da Grande Pirâmide de Gizeh (1908) visualizada no aparelho estereoscópio. ....	<b>169</b>
<b>Figura 70.</b>	Exemplar do estereoscópio Holmes, modelo mais popular de estereoscópio do século XIX. ....	<b>169</b>
<b>Figura 71.</b>	Google Cardboard. ....	<b>170</b>
<b>Figura 72.</b>	Demonstração do recurso <i>hand tracking</i> adicionado ao Oculus Quest 2. ....	<b>171</b>
<b>Figura 73.</b>	Interação totalmente imersiva com uso de óculos HMD e luvas-responsivas. ....	<b>175</b>
<b>Figura 74.</b>	Interação não imersiva em interface de jogo com uso de sensor de movimento. Jogo Dance Central para Kinect Xbox 360. ....	<b>175</b>

<b>Figura 75.</b>	Cientistas do Los Alamos National Laboratory, Estados Unidos, observando uma simulação astronômica em uma CAVE ( <i>Cave Automatic Virtual Environment</i> ). ....	<b>176</b>
<b>Figura 76.</b>	Esquema demonstrando os três graus de liberdade (3DoF – <i>three degrees of freedom</i> ). ....	<b>177</b>
<b>Figura 77.</b>	Esquema demonstrando os seis graus de liberdade (6DoF – <i>six degrees of freedom</i> ) que têm sido buscados pelos desenvolvedores. ....	<b>178</b>
<b>Figura 78.</b>	Exercício de baixo relevo. <i>Slides</i> com obras de arte utilizadas para a experimentação espacial em 2008. ....	<b>182</b>
<b>Figura 79.</b>	Conjunto de imagens do ateliê de Linguagem da Arquitetura. ....	<b>183</b>
<b>Figura 80.</b>	Documento com enunciado sobre exercício de Teoria do Campo Bidimensional. Aplicado em 29 de fevereiro de 2008. ....	<b>184</b>
<b>Figura 81.</b>	Resultados do exercício de Composição Modular. Turma de 1989 (adaptação do acervo do CAV) ....	<b>185</b>
<b>Figura 82.</b>	Os mestres da Bauhaus no telhado da escola em Dessau, Alemanha. ....	<b>188</b>
<b>Figura 83.</b>	Enunciado do exercício de dobraduras e do exercício de linhas. Registro fotográfico da lousa. ....	<b>191</b>
<b>Figura 84.</b>	Conjunto de trabalhos produzidos pela turma do Segundo Semestre de 2008. ....	<b>192</b>
<b>Figura 85.</b>	Fotografia de uma aula de Linguagem da Arquitetura. ....	<b>192</b>
<b>Figura 86.</b>	Resultados produzidos pela turma do Segundo Semestre de 2008, durante a oficina de dobraduras. ....	<b>193</b>
<b>Figura 87.</b>	Configuração das experiências. Diagrama que mostra o ciclo de atividades realizadas pela pesquisadora. ....	<b>195</b>
<b>Figura 88.</b>	Diagrama do método aplicado ao aluno. ....	<b>197</b>
<b>Figura 89.</b>	Etapas de aplicação do método.....	<b>198</b>



<b>Figura 90.</b>	Tipologias de dobraduras. ....	<b>200</b>
<b>Figura 91.</b>	Imagem de folha A3 Canson, com a malha desenhada. ....	<b>201</b>
<b>Figura 92.</b>	Tipos de folhas e modulações usadas. ....	<b>202</b>
<b>Figura 93.</b>	Imagem da interface do SketchUp. ....	<b>203</b>
<b>Figura 94.</b>	Roteiro explicativo com aplicação de comandos no SketchUp. .....	<b>204</b>
<b>Figura 95.</b>	Uso de malha como método para modelagem de dobradura no SketchUp. ....	<b>205</b>
<b>Figura 96.</b>	Conjunto das principais ferramentas utilizadas no método desenvolvido pela pesquisadora, com nomes e funções. ...	<b>206</b>
<b>Figura 97.</b>	Experimento de modelagem de dobraduras complexas. ....	<b>207</b>
<b>Figura 98.</b>	Resultado de modelagem no SketchUp para dobradura com forma ortogonal/diagonal. ....	<b>208</b>
<b>Figura 99.</b>	Resultado da modelagem com SketchUp para dobradura sem uso de malha. ....	<b>209</b>
<b>Figura 100.</b>	Equipamentos utilizados para escaneamento 3D. Kinect instalado no tripé e mesa giratória. Sobre a mesa está a dobradura do aluno resultante da oficina. ....	<b>210</b>
<b>Figura 101.</b>	Interface do programa Skanect para escaneamento 3D. .....	<b>211</b>
<b>Figura 102.</b>	Interface do programa Skanect. Demais etapas do processo. .....	<b>212</b>
<b>Figura 103.</b>	Áreas sombreadas (dobradura). ....	<b>213</b>
<b>Figura 104.</b>	Análise da modelagem, resultado do escaneamento 3D. .....	<b>214</b>

<b>Figura 105.</b>	Escaneamento 3D de dobradura. ....	<b>215</b>
<b>Figura 106.</b>	Resultado do escaneamento 3D importado para o SketchUp. .....	<b>216</b>
<b>Figura 107.</b>	Interface do programa Meshroom versão 2019.1.0. ....	<b>217</b>
<b>Figura 108.</b>	Interface do programa VR Sketch <i>plugin</i> , em uso. ....	<b>220</b>
<b>Figura 109.</b>	Interface do VR Sketch. Ferramenta <i>Line</i> (lápis) selecionada. .....	<b>221</b>
<b>Figura 110.</b>	Interface do Gravity Sketch. Modelagem de dobradura com imagens referenciais.....	<b>223</b>
<b>Figura 111.</b>	Interface do Gravity Sketch. Imagens de referência inseridas na área de trabalho.....	<b>224</b>
<b>Figura 112.</b>	Mapa de fotos de referência para a modelagem no Gravity Sketch.. ....	<b>224</b>
<b>Figura 113.</b>	Painel <i>Primitive Objects</i> . Ferramenta <i>Primitive</i> e a opção <i>SubD</i> ativadas. ....	<b>225</b>
<b>Figura 114.</b>	Painel da ferramenta <i>Surface</i> ativo. A ferramenta <i>Surface</i> é utilizada sem ângulo e com a opção <i>Point Mode</i> ativada, para controle da forma. ....	<b>225</b>
<b>Figura 115.</b>	Imagens geradas no Twinmotion. Resultado final do método – dobradura de forma não euclidiana. ....	<b>227</b>
<b>Figura 116.</b>	Interface do Twinmotion. Captura de tela. Vista da interface do Twinmotion: visualização da cena; do menu de iluminação; dos elementos da cena e da biblioteca de recursos. ....	<b>228</b>
<b>Figura 117.</b>	Recurso de realidade virtual do Twinmotion.. ....	<b>228</b>
<b>Figura 118.</b>	Interface do Twinmotion Cloud. ....	<b>229</b>
<b>Figura 119.</b>	Interface do Twinmotion. Resultado final da Etapa 3, criação de ambiência e experimentação em realidade virtual. ....	<b>229</b>

<b>Figura 120.</b>	Atualização do programa. Recurso de compartilhamento de projeto em nuvem (desde a versão 2021.1). ....	<b>230</b>
<b>Figura 121.</b>	Cartaz de divulgação da oficina. ....	<b>232</b>
<b>Figura 122.</b>	Resultado de dobradura feita na oficina. Modelo físico. ....	<b>233</b>
<b>Figura 123.</b>	Resultado de dobradura feita na oficina. Modelos físico e digital. Imagens comparativas entre o modelo físico e o modelo digital resultantes da oficina. ....	<b>233</b>
<b>Figura 124.</b>	Registro de aluna realizando a etapa de imersão. A aluna está com o Oculus Rift de Realidade Virtual, enquanto trabalha com o programa VR Sketch. ....	<b>234</b>
<b>Figura 125.</b>	Diagrama de restrições. Cada etapa é condicionada a determinadas restrições e dificuldades, que, ao mesmo tempo em que dificultam o processo criativo, fazem com que a criatividade seja despertada. ....	<b>236</b>
<b>Figura 126.</b>	Famílias formais exploradas: as dobraduras ortogonais; ortogonais/diagonais; curvas (orgânicas ou não euclidianas); flexíveis (retráteis) e de superfícies (topográficas). ....	<b>238</b>
<b>Figura 127.</b>	Análise de dobraduras: verticalidade. ....	<b>240</b>
<b>Figura 128.</b>	Análise de dobraduras: horizontalidade. ....	<b>241</b>
<b>Figura 129.</b>	Análise de dobraduras: verticalidade e horizontalidade, comparação entre formas. Comparação entre duas dobraduras, a primeira vertical e a segunda horizontal. ....	<b>242</b>
<b>Figura 130.</b>	Análise de dobraduras: verticalidade e horizontalidade, elementos opostos inseridos em cada situação. ....	<b>243</b>
<b>Figura 131.</b>	Análise de dobraduras: transparência e opacidade. Dobraduras com transparência visual. ....	<b>244</b>
<b>Figura 132.</b>	Análise de dobraduras: transparência e opacidade. ....	<b>245</b>
<b>Figura 133.</b>	Análise de dobraduras: transparência e opacidade. Dobradura com forma orgânica. ....	<b>246</b>
<b>Figura 134.</b>	Análise de dobraduras: interiorização e exteriorização. Leitura viso-espacial da forma. ....	<b>247</b>

<b>Figura 135.</b>	Análise de dobraduras: interiorização e exteriorização. Espaço fechado, espaço aberto, comparações entre formas. ....	<b>248</b>
<b>Figura 136.</b>	Análise de dobraduras: interiorização e exteriorização. Exemplo de espaço fechado. ....	<b>249</b>
<b>Figura 137.</b>	Análise de dobraduras: interiorização e exteriorização. Exemplo de espaço aberto. ....	<b>250</b>
<b>Figura 138.</b>	Análise de dobraduras: peso x leveza. Comparação entre duas dobraduras. ....	<b>251</b>
<b>Figura 139.</b>	Análise de dobraduras: peso x leveza. Comparação entre duas dobraduras orgânicas.....	<b>252</b>
<b>Figura 140.</b>	Na comparação, duas dobraduras com características similares: a primeira, mais compacta e, portanto, mais pesada; a segunda, mais leve em relação à primeira. ....	<b>253</b>
<b>Figura 141.</b>	Análise de dobraduras: peso x leveza. Comparação entre duas dobraduras orgânicas com pesos equivalentes. ....	<b>253</b>
<b>Figura 142.</b>	Análise de dobraduras: peso x leveza. Avaliação de elementos compositivos da forma. ....	<b>254</b>
<b>Figura 143.</b>	Análise de dobraduras: estática x dinâmica. Exemplos de formas estáticas.....	<b>255</b>
<b>Figura 144.</b>	Análise de dobraduras: estática x dinâmica. Exemplos de formas dinâmicas.....	<b>256</b>
<b>Figura 145.</b>	Análise de dobraduras: estática x dinâmica. Configuração de forma com forças estáticas e dinâmicas. ....	<b>257</b>
<b>Figura 146.</b>	Análise de dobraduras: unidade x conjunto. Exemplos de formas que configuram unidade. ....	<b>258</b>
<b>Figura 147.</b>	Análise de dobraduras: unidade x conjunto. Exemplos de formas que configuram conjuntos. ....	<b>259</b>
<b>Figura 148.</b>	Análise de dobraduras: unidade x conjunto. Percepção de conjunto de uma dobradura. ....	<b>260</b>
<b>Figura 149.</b>	Análise de dobraduras: unidade x conjunto. ....	<b>261</b>

<b>Figura 150.</b>	Exemplo de dobradura que explora a topografia. ....	<b>263</b>
<b>Figura 151.</b>	Exemplo de dobradura flexível ou retrátil. ....	<b>264</b>
<b>Figura 152.</b>	Análise estrutural. Dobradura com elementos em balanço. ....	<b>266</b>
<b>Figura 153.</b>	Análise estrutural. Dobradura com elementos em balanço. ....	<b>268</b>
<b>Figura 154.</b>	Análise estrutural: forma não euclidiana de conexão por tração. ....	<b>269</b>
<b>Figura 155.</b>	Análise estrutural da dobradura. Flexão e aparecimento de flechas. ....	<b>270</b>
<b>Figura 156.</b>	Análise estrutural. Materiais utilizados para o exercício complementar: arame, palito de pirulito e ferramentas para cortar. ....	<b>271</b>
<b>Figura 157.</b>	Análise estrutural. Exercício complementar com uso de arame e palito de pirulito. ....	<b>272</b>
<b>Figura 158.</b>	Análise estrutural. Vetores da carga e base de apoio. Em azul, a base de apoio que absorve as cargas (peso próprio e gravidade). ....	<b>273</b>
<b>Figura 159.</b>	Análise de conexões. Encaixes por tração. ....	<b>274</b>
<b>Figura 160.</b>	Conexões. Sobras no modelo digital. ....	<b>275</b>
<b>Figura 161.</b>	Conexões e encaixes. Dobradura com encaixe por baixo. Em rosa, a direção da peça que passa por baixo da outra e cria um ponto de sustentação. ....	<b>276</b>
<b>Figura 162.</b>	Conexões e encaixes. Sistema de cruzamento de superfícies. ....	<b>277</b>
<b>Figura 163.</b>	Dois exemplos de dobraduras com uso de uma única dobra. ....	<b>278</b>
<b>Figura 164.</b>	Exemplo de dobradura com um único corte. ....	<b>279</b>

<b>Figura 165.</b>	Comparação da forma física (dobradura) e do modelo digital e a necessidade de dados para modelar a forma no SketchUp. ....	<b>281</b>
<b>Figura 166.</b>	Tentativa de modelagem de forma orgânica (não euclidiana) no SketchUp. ....	<b>282</b>
<b>Figura 167.</b>	Estilo <i>Wireframe</i> e <i>Monochrome</i> : visualização do modelo na interface digital (SketchUp). ....	<b>283</b>
<b>Figura 168.</b>	Sistema de hierarquia e agrupamento no SketchUp. Esquema que mostra o sistema de hierarquia de grupos do SketchUp.....	<b>285</b>
<b>Figura 169.</b>	Manipulação da forma no SketchUp: deformação do modelo. ....	<b>286</b>
<b>Figura 170.</b>	Vista da interface do Rhinoceros e Grasshopper <i>plugin</i> . Exemplo de outra lógica de modelagem tridimensional. ....	<b>287</b>
<b>Figura 171.</b>	Programas de modelagem 3D e suas diferentes interfaces. Interface do SketchUp: em destaque, os comandos que são importantes para a visualização e execução da modelagem similares a outras interfaces. ....	<b>288</b>
<b>Figura 172.</b>	Exemplos de programas de modelagem 3D e suas diferentes interfaces. ....	<b>289</b>
<b>Figura 173.</b>	Reprodução de modelo no ambiente virtual: benefícios quanto à multiplicação e possibilidades de orientação da forma. ....	<b>290</b>
<b>Figura 174.</b>	Reprodução de modelo no ambiente virtual: possibilidades quanto à multiplicação e de orientação da forma. ....	<b>291</b>
<b>Figura 175.</b>	Possibilidades da etapa digital convencional (SketchUp). ....	<b>292</b>
<b>Figura 176.</b>	Benefícios da etapa digital convencional (SketchUp): junção entre diferentes formas. ....	<b>293</b>
<b>Figura 177.</b>	Controle dos óculos de realidade virtual da Samsung. ....	<b>294</b>
<b>Figura 178.</b>	Controles de diferentes marcas (Vive e Oculus), com mesmo sistema de botões: <i>Trigger</i> , <i>Grip</i> e <i>Menu</i> . ....	<b>295</b>
<b>Figura 179.</b>	Controle e principais funções dentro do Gravity Sketch. Em todas as interfaces que possuem a função <i>Teleport</i> (andar pelo espaço virtual), esta é acionada pelo botão <i>Trigger</i> (gatilho).....	<b>296</b>

<b>Figura 180.</b>	Uso de mesmo botão ( <i>Grip</i> ) e movimentos para escalar o objeto nas interfaces do Gravity Sketch e VR Sketch, respectivamente. ....	<b>297</b>
<b>Figura 181.</b>	Imagem da parte interna dos óculos Odyssey (Samsung): vista das lentes. ....	<b>298</b>
<b>Figura 182.</b>	Indicação de medidas de um projeto de reforma, usando VR Sketch. Medição da altura da mesa com a ferramenta <i>Tape Measure</i> (fita métrica). ....	<b>300</b>
<b>Figura 183.</b>	Interface do VR Sketch: ferramentas <i>Line</i> (linha – lápis) e <i>Push/Pull</i> (puxe e empurre) selecionadas para uso. ....	<b>301</b>
<b>Figura 184.</b>	Interface do VR Sketch: ferramentas <i>Eraser</i> (borracha) e <i>Line</i> (linha – lápis) selecionadas para uso. ....	<b>302</b>
<b>Figura 185.</b>	Interface do VR Sketch <i>plugin</i> : modelagem de projetos, indicação de precisão durante o processo de modelagem em projeto profissional. ....	<b>303</b>
<b>Figura 186.</b>	Interface do Gravity Sketch com os menus descolados do controle da mão esquerda (não dominante) e vista do controle da mão direita (dominante). ....	<b>304</b>
<b>Figura 187.</b>	Interface do Gravity Sketch: processo de modelagem de dobradura orgânica. ....	<b>305</b>
<b>Figura 188.</b>	Imagem panorâmica – 360° – gerada pelo Twinmotion. Vista interna da Galeria Zênite, sala de exposição da artista Jane Victal. ....	<b>309</b>
<b>Figura 189.</b>	Pasta com arquivo de apresentação, tela de abertura e interface do Presenter. ....	<b>310</b>
<b>Figura 190.</b>	Comparação entre o estilo de visualização do VR Sketch e do Twinmotion. ....	<b>312</b>
<b>Figura 191.</b>	Integração Twinmotion e SketchUp. ....	<b>313</b>
<b>Figura 192.</b>	Exportação de modelo no Gravity Sketch: tipos de arquivos. ....	<b>314</b>
<b>Figura 193.</b>	Problema com mapeamento de textura importado do Gravity Sketch para o Twinmotion. ....	<b>315</b>
<b>Figura 194.</b>	Da espacialidade à abstração: subprodutos artísticos. ....	<b>315</b>

<b>Figura 195.</b>	Recurso de partículas do Twinmotion. Imagem que esclarece o que é o recurso <i>Particles</i> (partículas) do Twinmotion e como pode ser desligado para imersão em realidade virtual. ....	<b>316</b>
<b>Figura 196.</b>	Uso de princípios da Neuroarquitetura e sinestesia para criação de ambientes virtuais: Projeto Contemplar. ....	<b>317</b>
<b>Figura 197.</b>	Inserção do recurso de som no Projeto Contemplar.....	<b>318</b>
<b>Figura 198.</b>	Exemplos de ambientes virtuais da plataforma Altspace. ...	<b>319</b>
<b>Figura 199.</b>	Na imagem é possível ver o menu de navegação na realidade virtual. ....	<b>320</b>
<b>Figura 200.</b>	Controle do Xbox 360. O Twinmotion também permite a navegação utilizando controles de jogos como este, do console Xbox 360. ....	<b>320</b>
<b>Figura 201.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra ortogonal nº 2. Residência. ....	<b>321</b>
<b>Figura 202.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra ortogonal nº 3. Conjunto Residencial. ....	<b>322</b>
<b>Figura 203.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra ortogonal nº 4. Marina. ....	<b>323</b>
<b>Figura 204.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra ortogonal nº 5. Casa de banho e Espaço de Convivência. ....	<b>324</b>
<b>Figura 205.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra ortogonal nº 5. Casa de banho e Espaço de Convivência: imersão. ....	<b>325</b>
<b>Figura 206.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra ortogonal. Centro Empresarial. ....	<b>326</b>
<b>Figura 207.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra ortogonal. Centro Empresarial: imersão. ....	<b>327</b>
<b>Figura 208.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra ortogonal nº 6. Teleférico. ....	<b>328</b>
<b>Figura 209.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra orgânica nº 2. ....	<b>329</b>



<b>Figura 210.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra orgânica nº 2. ....	<b>330</b>
<b>Figura 211.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra orgânica nº 2. ....	<b>331</b>
<b>Figura 212.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobra orgânica nº 1. Espaço de Contemplação. ....	<b>332</b>
<b>Figura 213.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobras ortogonais (nº 4 e nº 8). ....	<b>333</b>
<b>Figura 214.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobras ortogonais (nº 4 e nº 8). Galeria Zênite – Site de divulgação e perfil do Instagram. ....	<b>334</b>
<b>Figura 215.</b>	Resultado final: etapas do método aplicado na experimentação – Dobras ortogonais (nº 4 e nº 8). ....	<b>335</b>
<b>Figura 216.</b>	Configuração da área livre do cômodo para realizar a imersão com segurança.....	<b>339</b>
<b>Figura 217.</b>	Sobreposição de imagens espaciais durante a imersão. .....	<b>340</b>

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>3D</b>	Tree Dimensional
<b>3DS MAX</b>	3D Studio Max
<b>3DoF</b>	3 degrees of freedom
<b>6DoF</b>	6 degrees of freedom
<b>ANFA</b>	Academy of Neuroscience for Architecture
<b>AI</b>	Artificial Intelligence
<b>AIA</b>	American Institute of Architects
<b>ACh</b>	Acetilcolina
<b>AChE</b>	Acetilcolinesterase
<b>AMD</b>	Advanced Micro Device
<b>AMOLED</b>	Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode
<b>AR</b>	Augmented Reality
<b>AV</b>	Augmented Virtuality
<b>BrdU</b>	Bromodeoxiuridina
<b>CAD</b>	Computing aided design
<b>CAV</b>	Centro Audiovisual
<b>CAVE</b>	Cave Automatic Virtual Environment
<b>DNA</b>	Ácido Desoxirribonucleico
<b>EAD</b>	Educação à Distância
<b>EEG</b>	Eletroencefalografia
<b>FAU</b>	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
<b>fNIRS</b>	Functional Near- Infrared Spectroscopy
<b>GB</b>	Gigabyte
<b>Gen</b>	Generation
<b>GPS</b>	Global Position System
<b>HCI</b>	Human-Computer interaction
<b>HDMI</b>	High-Definition Multimedia Interface
<b>HMD</b>	Head-mounted Display
<b>Hz</b>	Hertz
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro do Geografia e Estatística
<b>IOT</b>	Internet of Things
<b>LA</b>	Linguagem da Arquitetura
<b>LED</b>	Light Emitting Diode
<b>MB</b>	Megabyte
<b>MR</b>	Mixed Reality
<b>ms</b>	Millisecond (millessegundo)
<b>nm</b>	Nanômetro
<b>OLED</b>	Organic Light Emitting Diode
<b>Op-art</b>	Optical Art
<b>PC</b>	Personal Computer
<b>PET</b>	Positron Emission Tomography
<b>PUC-CAMPINAS</b>	Pontifícia Universidade Católica de Campinas
<b>QHD</b>	Quad High Definition
<b>RA</b>	Realidade Aumentada
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>RHINO 3D</b>	Rhinoceros
<b>RM</b>	Realidade Mista
<b>RV</b>	Realidade Virtual

<b>TIC</b>	Tecnologia, Informação e Comunicação
<b>UNICAMP</b>	Universidade Estadual de Campinas
<b>USP</b>	Universidade Estadual de São Paulo
<b>VC</b>	Virtual Continuum
<b>VGA</b>	Video Graphics Array
<b>VR</b>	Virtual Reality
<b>XR</b>	Extended Reality
<b>WWW</b>	World Wide Web

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>1. Metodologia</b> .....	<b>35</b>
<b>2. Percorso investigativo</b> .....	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO I – NEUROCIÊNCIAS E A DESCOBERTA DA NEUROPLASTICIDADE</b> .....	<b>42</b>
<b>1.1 Breve história da Neurociência: descoberta da Neuroplasticidade</b> .....	<b>45</b>
<b>1.2 Neurociências e Arquitetura</b> .....	<b>70</b>
<b>CAPÍTULO II – NEUROARQUITETURA</b> .....	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO III – PERCEPÇÃO, COGNIÇÃO E SINESTESIA</b> .....	<b>100</b>
<b>3.1 Percepção</b> .....	<b>102</b>
<b>3.2 Cognição</b> .....	<b>117</b>
<b>3.3 Gestalt</b> .....	<b>128</b>
<b>3.4 Rudolf Arnheim (1904-2007)</b> .....	<b>135</b>
<b>3.5 Sinestesia</b> .....	<b>146</b>
<b>CAPÍTULO IV – SOBRE A REALIDADE VIRTUAL</b> .....	<b>150</b>
<b>4.1 Etimologia</b> .....	<b>150</b>
<b>4.2 Origem do termo</b> .....	<b>152</b>
<b>4.3 O conceito</b> .....	<b>154</b>
<b>4.4 Outras terminologias</b> .....	<b>159</b>
<b>4.5 <i>Extended Reality</i> (XR)</b> .....	<b>160</b>
<b>4.6 Realidade Virtual: contexto atual e projeções</b> .....	<b>161</b>
<b>4.7 Realidade Virtual: do estereoscópio até os <i>headsets</i></b> .....	<b>168</b>
<b>4.8 Realidade Virtual e cultura</b> .....	<b>172</b>
<b>4.9 Interação e percepção em ambientes virtuais: realidade virtual, realidade aumentada e realidade mista</b> .....	<b>174</b>
<b>4.10 Tipos de imersão</b> .....	<b>178</b>

<b>CAPÍTULO V – DO CONCRETO AO VIRTUAL: CRIAÇÃO E APREENSÃO DO ESPAÇO SENSÍVEL .....</b>	<b>180</b>
<b>5.1 Linguagem da Arquitetura .....</b>	<b>181</b>
<b>5.2 Bauhaus .....</b>	<b>186</b>
<b>5.3 Josef Albers (1888-1976) .....</b>	<b>188</b>
<b>5.4 Experiências pedagógicas .....</b>	<b>194</b>
<b>5.5 Processo investigativo .....</b>	<b>194</b>
<b>5.5.1 Etapa 1: Manufatura .....</b>	<b>198</b>
<b>5.5.2 Etapa 2: Modelagem digital convencional .....</b>	<b>202</b>
<b>5.5.3 Escaneamento 3D: uso de Kinect e Skanect .....</b>	<b>209</b>
<b>5.5.4 Etapa 3: Modelagem e experiencição em realidade virtual .....</b>	<b>218</b>
<b>5.5.5 VR Sketch <i>plugin</i> .....</b>	<b>220</b>
<b>5.5.6 Gravity Sketch .....</b>	<b>222</b>
<b>5.5.7 Twinmotion .....</b>	<b>226</b>
<b>5.5.8 Oficina .....</b>	<b>231</b>
<b>5.6 Invertendo a lógica projetual .....</b>	<b>234</b>
<b>5.7 Experimentações pedagógicas sistematizadas .....</b>	<b>237</b>
<b>5.7.1 Análise dos resultados da manualidade .....</b>	<b>238</b>
<b>5.7.1.1 Aspectos viso-espaciais .....</b>	<b>239</b>
<b>5.7.1.1.1 Horizontalidade e verticalidade .....</b>	<b>240</b>
<b>5.7.1.1.2 Transparência e opacidade.....</b>	<b>244</b>
<b>5.7.1.1.3 Interiorização e exteriorização.....</b>	<b>247</b>
<b>5.7.1.1.4 Peso e leveza .....</b>	<b>251</b>
<b>5.7.1.1.5 Estática e dinâmica .....</b>	<b>255</b>
<b>5.7.1.1.6 Unidade e conjunto .....</b>	<b>258</b>
<b>5.7.1.2 Dobraduras de superfícies (topográficas) e flexíveis (retráteis) .....</b>	<b>262</b>
<b>5.7.1.3 Materialidade e forma: análise estrutural.....</b>	<b>264</b>
<b>5.7.1.3.1 Estudos sobre conexões, pontos de ancoragem e de suporte .....</b>	<b>274</b>
<b>5.7.2 Análise dos resultados da modelagem digital .....</b>	<b>280</b>
<b>5.7.2.1 Etapa 2: modelagem digital convencional (SketchUp).....</b>	<b>280</b>
<b>5.7.2.2 Etapa 3: modelagem digital imersiva (VR Sketch, Gravity Sketch e Twinmotion) .....</b>	<b>293</b>
<b>5.7.2.2.1 Programas de modelagem em Realidade Virtual: VR Sketch e Gravity Sketch .....</b>	<b>299</b>

<b>5.7.2.2 Realidade Virtual: desconfortos e dificuldades no uso prolongado</b> .....	<b>306</b>
<b>5.7.2.3 Complementação ao processo criativo: ambientação e outros recursos utilizando o Twinmotion</b> .....	<b>308</b>
<b>5.8 Realidade Virtual e outras reflexões</b> .....	<b>335</b>
<b>5.8.1 Da materialização à desmaterialização</b> .....	<b>335</b>
<b>5.8.2 Realidade Virtual e a descorporificação do observador</b> .....	<b>338</b>
<b>5.8.3 Realidade Virtual: laboratório experimental para o desenvolvimento de inteligências espaciais</b> .....	<b>341</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>345</b>
<b>REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	<b>349</b>