

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo



Dissertação de Mestrado

A investigação em arquitetura a partir da geometria gráfica:
Um estudo de revisão sistemática e de abordagem didática

Sandro Martinez Conceição

Pelotas, 2020

Sandro Martinez Conceição

A investigação em arquitetura a partir da geometria gráfica:

Um estudo de revisão sistemática e de abordagem didática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Arquitetura, Patrimônio e Sistemas Urbanos

Linha de Pesquisa: Gráfica Digital Aplicada a Arquitetura e Urbanismo

Orientadora: Dr.^a Adriane Borda Almeida da Silva

Coorientadora: Dr.^a Janice de Freitas Pires

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

C744i Conceição, Sandro Martinez

A investigação em arquitetura a partir da geometria gráfica : um estudo de revisão sistemática e de abordagem didática / Sandro Martinez Conceição ; Adriane Borda Almeida da Silva, orientadora ; Janice de Freitas Pires, coorientadora. — Pelotas, 2020.

145 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Análise de arquitetura. 2. Geometria gráfica. 3. Revisão sistemática. 4. Elementos do saber.. I. Silva, Adriane Borda Almeida da, orient. II. Pires, Janice de Freitas, coorient. III. Título.

CDD : 720

Sandro Martinez Conceição

A investigação em arquitetura a partir da geometria gráfica:

Um estudo de revisão sistemática e de abordagem didática

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 11 de dezembro de 2020.

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Adriane Borda Almeida da Silva (Orientadora)

Doutora em *Didáctica de Las Ciencias Experimentales* pela *Universidad de Zaragoza*, UNIZAR, Espanha.

Prof.^a Dr.^a Janice de Freitas Pires (Coorientadora)

Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil.

Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Costa de Oliveira

Doutora em Planejamento Urbano e Regional pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil.

Prof.^a Dr.^a Luciana Nemer Diniz

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil.

Prof. Dr. Frederico Braidá Rodrigues de Paula

Doutor em Design pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio, Brasil.

Agradecimentos

Ao meu pai Canrobert (*in memoriam*), minha mãe Marilei, minha irmã Fernanda e minha avó Nydia (*in memoriam*), pelo amor e incentivo.

Ao Gilberto, pela amizade e apoio.

À Adriane, pela orientação e ensinamentos.

À Janice, pela coorientação, atenção e dedicação.

Ao Prof. Sylvio A. Dick Jantzen, pela generosidade e ensinamentos.

Aos colegas da URCAMP, da Prefeitura Municipal de Bagé, do Escritório Nova Arquitetura, do Magali Arquitetos Associados, do SENAC Bagé e do PROGRAU, pelo suporte e vivências.

Aos amigos, pelas trocas de ideias e parcerias.

Ao PROGRAU e UFPel, pela oportunidade.

Resumo

CONCEIÇÃO, Sandro Martinez. **A investigação em arquitetura a partir da geometria gráfica**: um estudo de revisão sistemática e de abordagem didática. Orientadora: Adriane Borda Almeida da Silva, Coorientadora: Janice de Freitas Pires, 2020. 145f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

Métodos analíticos, apoiados na geometria gráfica, auxiliam a explicitar os tipos de organizações formais empregados junto a um processo projetual e/ou processo construtivo de arquitetura. Diversos estudos, ao longo da história, submeteram obras e paisagens a este tipo de método para a construção de conhecimento sobre a prática arquitetônica e urbanística. Com interesse didático, realiza-se, neste estudo, uma revisão sistemática de um periódico específico da área de representação de arquitetura, para observar a incidência de uso de tais métodos junto à produção científica atual. Busca-se compreender a quais tipos de conhecimentos estes métodos podem estar associados, como eles têm sido referenciados junto às investigações e como estão sendo afetados frente ao avanço das tecnologias digitais de representação. Utiliza-se a noção estruturada de um saber, própria da Teoria Antropológica da Didática de Yves Chevallard, para a identificação dos elementos que compõem os métodos empregados, como são os tipos de problemas, de tecnologias e de teorias associadas. Os resultados incluem a reflexão sobre a terminologia utilizada para caracterização destes métodos e o reconhecimento de um repertório de elementos do saber associados a eles. Dentre os problemas de arquitetura, observam-se os de elucidação de autoria de projeto, de influências estilísticas, e da própria explicitação de regras compositivas para ativar processos criativos. Identifica-se um repertório de tecnologias relativas à fotogrametria e ao escaneamento 3D, o qual confere precisão e agilidade às análises gráfico-geométricas. Sob uma abordagem didática, este trabalho pode contribuir para processos de revisão curricular, por destacar, especialmente, as conexões com os diferentes campos de saberes que a geometria gráfica, hoje incrementada com as tecnologias avançadas de representação, aporta para a construção de conhecimento em arquitetura.

Palavras-chave: Análise de arquitetura. Geometria gráfica. Revisão sistemática. Elementos do saber.

Abstract

CONCEIÇÃO, Sandro Martinez. **Architecture research based on graphic geometry**: a systematic review and didactic approach study. Advisor: Adriane Borda Almeida da Silva, Co-supervisor: Janice de Freitas Pires, 2020. 145f. Dissertation (Master in Architecture and Urbanism) – Graduate Program in Architecture and Urbanism. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

Analytical methods, supported by graphic geometry, help to explain the types of formal organizations employed in a design process and/or architectural construction process. Several studies, throughout history, have submitted works and landscapes to this type of method for the construction of knowledge about architectural and urbanistic practice. With didactic interest, in this study, a systematic review of a specific journal in the area of architectural representation is carried out, to observe the incidence of using such methods in the current scientific production. It seeks to comprehend what types of knowledge these methods may be associated with, how they have been referenced on researches and how they are being affected in the face of the advancement of digital technologies of representation. The structured notion of knowledge, from Yves Chevallard's Anthropological Theory of Didactics, is employed to identify the elements that compose the methods used, and what are the types of associated problems, technologies and theories. The results include a reflection on the terminology used to featuring both methods and the recognition of a repertoire of knowledge elements associated with them. Among the architectural problems, it seems notorious those of project authorship elucidation, of stylistic influences, and of the very explanation of compositional rules to activate creative processes. A repertoire of technologies related to photogrammetry and 3D scanning is identified, which gives precision and agility to graphic geometric analysis. A repertoire of technologies related to photogrammetry and 3D scanning is identified, conferring precision and agility to graphic-geometric analysis. Under a didactic approach, this work can contribute to curriculum revision processes, by highlighting, especially, the connections with the different fields of knowledge that graphic geometry, now enhanced with advanced technologies of representation, contributes to the construction of architectural knowledge.

Keywords: Architecture analysis. Graphic geometry. Systematic review. Knowledge elements.

Lista de Figuras

- Figura 1 — Traçados reguladores em Le Corbusier [1923]. A – Modularidade de templo primitivo sobre planta baixa, corte e perspectiva. B – Geometria e proporção das cúpulas Aquemênida. C – Ordem da fachada da Casa Ozenfant, Paris, 1923, Le Corbusier e Pierre Jeanneret. D – Explicitação dos ângulos do *Petit Trianon*, Versalhes, 1768.31
- Figura 2 — Traçados em Ching (2008). A – Modulação a partir dos materiais construtivos, madeira e tijolo. Casa Schwartz, Two Rivers, 1939, Frank Lloyd Wright. B – Sistemas proporcionais, Capela do Bosque, Estocolmo, 1918–1920, Erik Gunnar Asplund. C – Uso da seção áurea na proporcionalidade da fachada, Templo de São Pedro em Montorio, Roma, 1502–10, Donato Bramante.32
- Figura 3 — Sobreposição de traçado em Doczi (1990) explicitando as proporções na natureza, artes e arquitetura. A – Folha de lilás. B – Ânfora ática, século IV a.C. C – Parthenon, Atenas.....33
- Figura 4 — Traçados em Clark e Pause (1997). A – Critérios analíticos aplicados em Notre Dame du Haut, Ronchamp, 1950–55, Le Corbusier. Destaque para estudo geométrico. B – Explicitação dos retângulos reguladores em St. James, 1674–87, Christopher Wren; Museu Altes, 1823–30, Karl Friedrich Schinkel; Palácio de Justiça de Lister, 1917–21, Erik Gunnar Asplund; São Miguel, 913, autor desconhecido.....34
- Figura 5 — Estudos geométricos sobre representação de arquitetura e urbanismo em Baker (1991). A – Igreja de São Pedro, Riga, 1209. B – Casa 8, 1962–66, John Hejduk. C – Praça São Marco, Veneza.....35
- Figura 6 — Estudo do desenho geométrico com sobreposição de traçado em Baker (1991), Taj Mahal, Agra, 1632–1653. A – Em planta. B – Em diagramas.....35
- Figura 7 — Organização geométrica em Leupen *et. al.* (1999). A – Cidade Jardim, 1898, Ebenezer Howard. B – Jardins Palácio de Versalhes. C – Relação casa e jardim, Villa Médici, 1458–62, Fiesole.36
- Figura 8 — O traçado explicita a geometria ideal de Unwin (2013). A – A grelha identifica lugares por meio de coordenadas. B – Composição complexa derivada de quadrados, Santa Maria Novella, Leon Battista Alberti, 1470. C – Em planta, a geometria quadrática, em corte, proporções derivadas de um homem de o pé em seu centro, Vila Rotonda, Andrea Palladio, XVI. D – Geometrias sobrepostas, Casa Hoffman, Richard Meier, 1966–67.....38
- Figura 9 — Explicitação do traçado regulador em Elam (2010). A – Catedral de Notre Dame, Paris, 1163–1235. B – Cartaz “Folies-Bergère”, 1877, Jules Chéret. C – Chaise Longue, 1929, Le Corbusier.....39
- Figura 10 — Estudo da geometria em Flório *et. al.* (2002). A – Sobre elevação, Casa Hélio Olga de Souza, 1987, Marcos Acayaba. B – Sobre planta, Casa Décio Fonseca, 1988, Joaquim Guedes.....40

Figura 11 — Sobreposição em Eisenman <i>et al.</i> (2011) explicita: A – a quadrícula e o espaço diacrônico, Casa Adler y DeVore, 1954–55, Louis I. Kahn; B – elementos retangulares irregulares, Museu Judaico, 1989–99, Daniel Libeskind.	41
Figura 12 — Exemplificação dos estudos de aplicação da geometria gráfica por autores de referência.	45
Figura 13 — Distribuição da incidência de artigos que utilizam a geometria gráfica como método junto à produção da Revista EGA entre os anos 2003–2018.	58
Figura 14 — A – Vista interna do Museu, na qual observa-se o recurso projetual do Daniel para remeter a memória dos “vazios” deixados pelas vítimas do Holocausto. B – Maquete física com palavras-chave ao fundo, representando a busca de Libeskind por novas formas de expressão projetual. C – Vista interna do Museu pelo eixo da continuidade, onde a escada principal representa a continuidade da história de Berlim.	64
Figura 15 — A – Segmentos que formariam uma estrela de David. B – Linha reta que organiza o conjunto.	66
Figura 16 — A – Diagrama do alfabeto arquitetônico do Museu. B – Composição da planta do porão a partir da conformação dos três eixos do projeto.	67
Figura 17 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Escoda Pastor (2014).	68
Figura 18 — A – Traçado regulador e Unidades de Desenho sobre o Plano de <i>Bidaurreta</i> . B – Hipóteses sobre tamanho e desenho do traçado original.	69
Figura 19 — A – Padrões métricos P_i e P a partir da vara castelhana. B – Escala inicial do traço e da implantação baseada em $UD = P_i = VARA \times \sqrt{2}$ e ajuste a $UD = P = 4$ pés. C – Esquema hipotético do traçado encontrado entre planta e seções. ...	70
Figura 20 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Garcia Ortega (2014).	71
Figura 21 — A – Torre do Castelo de Vilhena/Espanha. B – Vista interna da Torre do Castelo, evidenciando uma das abóbadas de arco entrecruzado.	72
Figura 22 — A – Vistas internas da sala do nível inferior. B – Geometria e traçado da abóbada.	73
Figura 23 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Soler Estrela e Almargo Gorbea (2014).	74
Figura 24 — A – Fotos externas da Casa Beires. B – Plantas baixas, cortes e elevações da Casa Beires.	75
Figura 25 — A – Obra de Picasso, 1907, titulada em espanhol como: “ <i>Desnudo con pañería</i> ”, a qual é relacionada com o projeto da Casa Beires pela unificação da figura e fundo. B – Obra de Picasso, 1909–1910, titulada em espanhol como:	

“Retrato de W. Uhde”, considerada dentro da última fase do cubismo, relacionada com à obra edificada de Siza, pelo esquema centrífugo contraditório.	76
Figura 26 — A – Sistema geométrico base. B – Estudo gráfico do sistema geométrico do pavimento térreo. C – Estudo geométrico do pavimento superior.	77
Figura 27 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Melián García (2014).	78
Figura 28 — A, B e C – Imagens do edifício Carmen Blanco.	79
Figura 29 — A – Retângulos proporcionais sobre a obtenção geométrica, proporção 1:1 na cor azul, áurea na cor laranja e cordobesa na cor vermelha. B – Traçados reguladores da Fachada Sul.	80
Figura 30 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Rivas López (2015).	81
Figura 31 — A – Vista interior axial das naves em direção à cabeceira do templo. B – Triangulação das diagonais de madeira (<i>jabalcones</i>) insinua a curvatura de abóbodas.	82
Figura 32 — A – Estudo geométrico em planta. B – Geometria em seção transversal. C – Geometria em seção longitudinal.	83
Figura 33 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Ayerza Elizarrain e Mujika Urteaga (2015).	84
Figura 34 — Dez edificações analisadas, mesquita prévia (em cinza) e implantação Cristã da igreja (em preto).	85
Figura 35 — Traçado da modulação. A – Igreja Santiago. B – Igreja San Lorenzo.	86
Figura 36 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de García Ortega (2015).	87
Figura 37 — Espaço interior das Igrejas analisadas. A – Igreja do Convento de Santa Marta. B – Igreja de San Mateo de Lucena. C – Igreja de Santa María La Mayor de Baena. D – Catedral de Córdoba.	88
Figura 38 — Esquema analítico em planta e estrutural/espacial em modelo tridimensional. A – Igreja do Convento de Santa Marta. B – Igreja de San Mateo de Lucena. C – Igreja de Santa María La Mayor de Baena.	89
Figura 39 — Catedral de Córdoba. A – Representação do ideograma de implantação do novo Cruzeiro sobre planta da Mesquita em seu estado atual. B – Esquema estrutural e espacial sobre modelo tridimensional. C – Corte longitudinal em projeção cônica. D – Corte transversal em projeção cônica.	90
Figura 40 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Gimena Córdoba (2015).	91
Figura 41 — Traçado original e composição arquitetônica a partir da relação sesquiáltera sobre imagem ortorretificada.	93

Figura 42 — Relação de correspondência do esquema compositivo da portada da fachada retábulo com outras partes do edifício.....	93
Figura 43 — A – Retábulo da Basílica El Escorial, inspiração para Vistabella. B – Esquema compositivo da fachada de Andorra sobre foto ortorretificada. C e D – Relação de correspondência do esquema compositivo de Vistabella e Andorra, respectivamente. E, F, G e H – Esquemas compositivos de fachadas retábulo sobre planta de Vistabella e Andorra.	94
Figura 44 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Máñes Pitarch e Garfella Rubio (2016).	95
Figura 45 — Palácio Carlos V em Granada, Espanha. A – Vista geral. B – Pátio circular. C – Abóboda tórica do pátio.	96
Figura 46 — A – Traçado regulador da geometria da seção da galeria. B – Métrica empregada na abóboda do pátio do Palácio Carlos V.	97
Figura 47 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Salcedo Galera e Calvo López (2016).	98
Figura 48 — Análise de proporção, modularidade e metrologia a partir do traçado regulador. A – Fachada. B – Ordem coríntia do segundo pavimento.....	99
Figura 49 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017).	101
Figura 50 — A – Esquema das fases construtivas do projeto de Borromini para o Convento <i>San Carlino alle Quattro Fontane</i> . B – Eixos compositivos sobre planta baixa original.	102
Figura 51 — Modulação e proporção do projeto de Borromini. A – Gênese geométrica. B – Estudo geométrico de evolução da construção. C – Esquemas compositivos geométrico sobre planta.	103
Figura 52 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Grau Fernández (2017).	104
Figura 53 — Igreja de <i>La Merced</i> . A – Fotografia de 2017. B – Fotografia de 1875.	105
Figura 54 — Traçado regulador do frontispício da Igreja de <i>La Merced</i> , denominada pelos autores como “estudo morfométrico” da fachada.	106
Figura 55 — Mapa conceitual dos elementos saber do estudo de Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018).	107
Figura 56 — Capitólio de Havana. A – Estudo geométrico de identificação de volumes. B – Esquema compositivo do conjunto. C – Estudo geométrico da seção da cúpula.....	108
Figura 57 — Capitólio de Havana. A – Gênese compositiva dos espaços interiores. B – Obtenção do diâmetro do semicírculo a partir do retângulo áureo. C – Relação	

geométrica entre os semicírculos e a longitude total do edifício. Cúpula do Capitólio de Havana. D – Obtenção do contorno do nível +31.95 a partir do quadrado ‘abcd’. E – Reconstrução gráfica da planta octogonal e dos vazios do perímetro do tambor. F – Reconstrução gráfica completa dos vazios do perímetro do tambor. G – Ilustração do tambor, elaborado pelo autor. 109

Figura 58 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Mestre Martí *et al.* (2018). 110

Figura 59 — Projetos de Richard Meier. A – Casa Palm Beach, Palm Beach, EUA, 1977–1979. B – Casa Giovannitti, Pittsburgh, EUA, 1979–1983. C – Casa Neugebauer, Naples, EUA, 1995–1998. D – Casa Grotta, Harding Township, EUA, 1984–1989. E – Casa Municipal de Ulm, Ulm, Alemanha, 1986–1993. F – Igreja do Jubileu de Roma, Roma, Itália, 1996–2003. G – O Ateneu de Indiana, Indiana, EUA, 1975–1979. H – Museu de Artes Decorativas de Frankfurt, Frankfurt, Alemanha, 1979–1985. I – Getty Center, Los Angeles, EUA, 1984–1997. 111

Figura 60 — Esboços originais de Richard Meier que apresentam traçado regulador. A – Retícula ortogonal da Casa Neugebauer. B – Retícula sobre curvas, Igreja do Jubileu de Roma. C – Retícula sobreposta com giro, Getty Center. 112

Figura 61 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Ovando Grajales (2018). 113

Lista de Quadros

Quadro 1 — Termos em português e espanhol adotados como mecanismo de busca.	56
Quadro 2 — Resultado das buscas junto ao Repositório da Revista EGA, incluindo as categorias de autor, título, resumo e texto completo.	57
Quadro 3 — Imagens e palavras-chave dos artigos selecionados.	59
Quadro 4 — Repertório de elementos do saber associados às análises de arquitetura por meio da geometria gráfica identificados em 15 artigos da Revista EGA (2014 a 2018).	116
Quadro 5 — Artigos analisados em função do tipo de problemas das análises gráficas com sobreposição de traçado.	120
Quadro 6 — Expressões e palavras-chave identificadas nos artigos associadas a geometria gráfica analítica.	122
Quadro 7 — Relação das palavras-chave aos blocos do saber.	124

Lista de Abreviaturas e Siglas

EGA	Revista <i>Expressión Gráfica Arquitectónica</i>
MP	Modelagem Paramétrica
TD	Transposição Didática
TAD	Teoria Antropológica da Didática

Sumário

1 Introdução.....	23
2 Revisão bibliográfica	29
2.1 A geometria gráfica e a produção de conhecimento em arquitetura a partir de bibliografia de referência em arquitetura	29
2.1.1 Le Corbusier [1923].....	30
2.1.2 Ching [1979].....	31
2.1.3 Doczi [1981]	32
2.1.4 Clark e Pause [1983].....	33
2.1.5 Baker [1989].....	34
2.1.6 Leupen <i>et al.</i> [1993].....	36
2.1.7 Unwin [1997]	37
2.1.8 Elam [2001]	38
2.1.9 Flório <i>et al.</i> [2002].....	39
2.1.10 Eisenman <i>et al.</i> [2008].....	40
2.2 Estudos acerca da geometria gráfica e a produção de conhecimento.....	41
2.3 A terminologia empregada nos referenciais primários da geometria gráfica.....	42
2.4 A abordagem didática: o uso da noção estruturada do saber de Chevallard	46
2.5 O método de revisão sistemática	49
3 Metodologia da pesquisa.....	51
3.1 Revisão bibliográfica.....	53
3.2 A Revisão Sistemática sobre a produção da Revista EGA e o refinamento do método para a pesquisa	54
3.2.1 Declaração das estratégias de busca	55
3.2.2 A busca a partir de termos/palavras-chave	56
3.2.3 Aplicação de critérios na seleção dos artigos e justificativa de exclusões	57
3.3 Visão estruturada do saber.....	61
4 Os elementos de saber envolvidos e a terminologia utilizada.....	63
4.1 Os elementos de saber identificados junto à revisão sistemática	63
4.1.1 Caso 1: O estudo de Escoda Pastor (2014) sobre o processo projetual de Daniel Libeskind	63
4.1.2 Caso 2: O estudo de García Ortega (2014) sobre o processo de projeto gótico da Catedral de Sevilha	69
4.1.3 Caso 3: O estudo de Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014) sobre a geometria das abóbadas da Torre do Castelo de Villena	72

4.1.4 Caso 4: O estudo de Melián García (2014) sobre o processo de projeto de Álvaro Siza	75
4.1.5 Caso 5: O estudo de Rivas López (2015) sobre o processo de projeto do edifício Carmem Blanco	78
4.1.6 Caso 6: O estudo de Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga (2015) para compreender a lógica da arquitetura do templo gótico “ <i>La Antigua</i> ”	81
4.1.7 Caso 7: O estudo de García Ortega (2015) sobre o processo de projeto de mesquitas cristianizadas em Toledo e Córdoba.....	84
4.1.8 Caso 8: O estudo de Gimena Córdoba (2015) sobre o processo de projeto de <i>Hernán Ruiz “el Viejo”</i>	87
4.1.9 Caso 9: O estudo de Máñes Pitarch e Garfella Rubio (2016) para compreensão da forma do retábulo da Igreja de <i>Vistabella</i> , Espanha	91
4.1.10 Caso 10: O estudo de Salcedo Galera e Calvo López (2016) sobre a elucidação da geometria de abóbada tórica renascentista	95
4.1.11 Caso 11: O estudo de Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017) para compreender a lógica de organização formal do vestíbulo de Convento barroco	98
4.1.12 Caso 12: O estudo de Grau Fernández (2017) para compreender a lógica de organização formal da arquitetura de igreja barroca de Borromini.....	102
4.1.13 Caso 13: O estudo de Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018) para compreensão da lógica de organização formal da igreja barroca “ <i>La Merced</i> ”	104
4.1.14 Caso 14: O estudo de Mestre Martí <i>et al.</i> (2018) para compreender a lógica da organização formal do projeto do Capitólio de Havana	107
4.1.15 Caso 15: O estudo de Ovando Grajales (2018) sobre o processo de projeto de Richard Meier	110
4.2 Discussão sobre as leituras dos elementos de saber	113
4.3 A terminologia que faz referência ao método de análise gráfica	121
4.4 Relação das palavras-chave aos blocos do saber.....	123
5 Considerações finais	125
5.1 Conclusão	129
5.2 Trabalhos futuros	131
Referências	133

Apresentação do autor do trabalho

Sou natural e residente na cidade de Bagé, situada no Rio Grande do Sul, Arquiteto Urbanista, formado no ano de 2014, pela Universidade da Região da Campanha (URCAMP), cujo campus se situa na mesma cidade. Bagé é um município bicentenário, com um Centro Histórico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado do Rio Grande do Sul (IPHAE-RS), contendo um conjunto de edificações com mais de três mil exemplares de vários estilos arquitetônicos e períodos históricos, sendo, com isto, um dos maiores sítios patrimoniados do Estado.

Minha atuação como educador iniciou em 2016, quando passei a ministrar cursos de treinamento para o uso de ferramentas gráficas digitais, no Senac Bagé, abordando programas como AutoCAD, Revit e Editor Gráfico. Esta primeira experiência com atividades de ensino me motivou a investir na prática docente e concluí uma especialização em docência do ensino superior, pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL), cidade da Lapa, Paraná. Em 2017 fui selecionado em um processo seletivo para docente na URCAMP, para lecionar as disciplinas de desenho técnico, desenho digital, geometria descritiva e projetos, nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Nesse mesmo ano, também comecei a trabalhar como arquiteto urbanista no setor de projetos públicos da Prefeitura Municipal de Bagé.

A minha prática em Arquitetura e Urbanismo junto à Prefeitura e, mais ainda, como professor junto ao Curso de Arquitetura da URCAMP, impulsionou e oportunizou a reflexão sobre a intervenção na cidade e, em especial, no significativo conjunto edificado de interesse patrimonial que preserva.

Como consequência, estas vivências me evidenciaram a necessidade de avançar no processo de qualificação docente e profissional, o que me fez ingressar no PROGRAU. Tive como objetivo dar prosseguimento aos estudos na área de representação, a qual já havia então adquirido experiência e construído certa identidade. Para ingresso no programa, apresentei um projeto de investigação com o título **“Parametrização da arquitetura eclética historicista residencial bajeense de 1860-1930”**¹. Para isto, observei o estado da arte dos estudos na área de

¹ Projeto de pesquisa submetido ao PROGRAU/UFPel em novembro de 2017, como requisito parcial à seleção de mestrado acadêmico. Disponível em:

representação neste campo de patrimônio arquitetônico, que já apontava para o reconhecimento do potencial do uso de técnicas de desenho paramétrico para auxiliar nos processos de projeto de intervenção sobre este patrimônio. Estas técnicas, que tratam de explicitar as lógicas associativas entre as partes da edificação com parâmetros de diversas ordens, desde as geométricas a todos os tipos de desempenho (estético, estrutural, conforto, impacto ambiental, etc.), não chegaram a fazer parte do repertório didático que vivenciei no período de formação na graduação. São técnicas que envolvem linguagem de programação, nos termos informáticos, junto ao processo de projeto e representação. Naquele momento imaginei ser oportuno este tema de estudo.

Dessa maneira, no momento de ingresso, a expectativa era de avançar no reconhecimento de tecnologias digitais de representação sob a abordagem do desenho paramétrico para arquitetura. Na arquitetura esta abordagem tem sido desenvolvida por meio de processos computacionais baseados em linguagem de programação visual, o que desloca a ação representacional de projeto diretamente sobre a forma do objeto propriamente dito para a ação sobre um sistema de geração desse objeto e suas instâncias, a partir da explicitação e controle dos parâmetros que o definem (MONEDERO, 2000; KOLAREVIC, 2003).

Nesse viés, o sistema computacional permite gerar uma família de formas sobre as quais o projetista seleciona e refina o projeto por meio da adição ou subtração de parâmetros advindos de diferentes abordagens de desempenho, como referido anteriormente. A representação resulta em um modelo paramétrico, cujos elementos que o compõe estão associados sob a caracterização de determinadas lógicas. Existem vocabulários formais e regras que estabelecem o tipo de associação. No Brasil, esse tipo de abordagem já está permeando escolas de arquitetura, como identificam Vasconcelos e Sperling (2016).

O Projeto de Pesquisa inicial, apresentado para ingresso no PROGRAU, propunha um estudo de identificação de parâmetros capazes de descrever a forma de uma arquitetura eclética historicista, tal como se caracteriza o conjunto de edificações bajeenses de interesse patrimonial. Entretanto, os estudos no âmbito das disciplinas do programa, bem como as discussões proporcionadas na etapa de

Seminário de Pesquisa do Programa, realizado no segundo semestre de 2018, promoveram a reformulação do projeto inicial. Os pesquisadores que participaram da banca do Seminário apontaram que, para identificar os parâmetros da forma da arquitetura eclética, seria necessário um estudo mais profundo em relação ao lugar, a história e ao entorno em que esta arquitetura está inserida. Que somente o estudo isolado do edifício tal como se apresenta hoje impossibilitaria esta identificação de maneira adequada. Por isso, a metodologia de estudo não estava adequada às necessidades dadas pelo objetivo da pesquisa. A banca também indicou que seria um trabalho muito extenso para o tempo de um mestrado, que envolveria outras áreas de conhecimento.

Além disso, especialmente o desenvolvimento de exercícios com ferramentas de representação próprias para o desenho paramétrico, junto à disciplina de Representação Gráfica Digital para Arquitetura (RGDAU), e a realização de estágio docente na área de Teoria, História, Patrimônio e Crítica, sob a supervisão do docente Sylvio Dick Jantzen, também corroboraram para esta reformulação. Compreendeu-se a complexidade do problema e a necessidade de avançar em conhecimentos prévios tanto no campo teórico como procedimental, pois a nova proposta da pesquisa voltou-se para entender esta arquitetura a partir de estudos já desenvolvidos e de métodos de análise, principalmente considerando-se o interesse didático para processos de ensino, identificando-se especialmente a conveniência em reconhecer os procedimentos de investigação formal apoiados na geometria. E, cada vez mais, o interesse didático no campo da geometria foi sendo aguçado, tendo-se em conta as evidências sobre a necessidade de revisão do processo formativo, neste campo específico, para a apropriação de técnicas de desenho paramétrico.

Ao longo do período de reestruturação do Projeto de investigação, foram sendo realizados exercícios de produção científica no âmbito de disciplinas e de estágios docentes. Estes exercícios foram registrados, apresentados oralmente e publicados em diferentes formatos:

Resumos expandidos:

CONCEIÇÃO, S. M.; BORDA, A. A. S. **Análise lógica de duas residências da arquitetura eclética historicista bajeense.** Anais do XX Encontro da Pós-

Graduação — ENPOS, 4ª Semana Integrada Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2018.

Neste trabalho tratou-se de desenvolver uma análise sobre a lógica formal de duas residências ecléticas com tipos semelhantes, a partir do método organizacional de William Mitchell (2008). Foram estudadas as operações projetuais que poderiam descrever a forma das edificações e dos jardins, utilizando-se do redesenho da documentação de arquitetura. Essa publicação partiu das contribuições da disciplina ‘casa moderna e contemporânea brasileira: entre pretexto e textos’, ministrada pela Prof.^a Dr.^a Ana Elísia da Costa, cujo objetivo era confrontar projetos com similaridades tipológicas, através de análises gráfico-textuais.

CONCEIÇÃO, S. M.; SILVA, A. B. A. **Parametrização da arquitetura eclética historicista residencial bajeense de 1870-1931**. Anais do IX Seminário de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU), Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, (2018b).

Neste trabalho tratou-se de registrar a ampliação e qualificação do problema formulado inicialmente junto ao Projeto de Pesquisa submetido para ingresso no PROGRAU. Nessa oportunidade, a banca do Seminário achou o tema complexo para ser desenvolvido como mestrado, pelo tempo limitado, frente às bases conceituais e procedimentais a serem exigidas por linhas de pesquisas distintas, como representação gráfica, teoria, história, crítica e patrimônio.

Relatórios de estágio docente:

CONCEIÇÃO, S. M. **Relatório de estágio docente — disciplina Estética**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2019.

Este relatório refere-se ao estágio docente realizado junto à disciplina de Estética, uma disciplina do currículo obrigatório da graduação, de três créditos, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo/FAURB/UFPel, ministrada pelo Prof. Dr. Sylvio Jantzen. Este estágio contribuiu para acelerar o processo de revisão bibliográfica que o tema de interesse da dissertação de mestrado exigia.

Especialmente, esta experiência, proporcionou a compreensão efetiva da dimensão e da inserção da estética nas produções da cultura em geral, das artes e da arquitetura, com enfoque transdisciplinar. A disciplina destacou a avaliação de obras exemplares de períodos da estética distintos, por meio de estudos de análise

iconográfica e iconológica. As discussões provocadas no âmbito deste estágio melhor justificaram o delineamento mais específico do problema de investigação de mestrado. Tal experiência, oportunizada pelo Prof. Sylvio, aliada à sua contribuição como membro da banca de qualificação, foi um despertar, um ressignificar sobre a importância da estética como fundamentação da prática arquitetônica. A compreensão das conexões teóricas e de significado, com os tipos de organizações formais na arquitetura, apontou para a pertinência de realizar um estudo prévio na área de representação e da geometria gráfica, como base para avançar em estudos integrados com o campo da estética.

CONCEIÇÃO, S. M. **Relatório de estágio docente — disciplina Geometria Gráfica e Digital 2 (GGD2)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2019.

Este relatório refere-se ao estágio docente realizado junto à disciplina Geometria Gráfica e Digital 2. Uma disciplina do currículo obrigatório da graduação, de quatro créditos, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo/FAURB/UFPel, ministrada pela Prof.^a Dr.^a Janice de Freitas Pires. A experiência possibilitou uma aproximação da descrição da forma e de desempenho das construções sob a abordagem da geometria gráfica. A aplicação prática dos conteúdos teóricos, facilitou a compreensão da geometria de obras de arquitetura, contribuindo para minha formação docente e didática.

Artigos completos publicados em congressos:

GNUTZMANN, N. T.; NAUOMOVA, N.; BORDA, A.; CONCEIÇÃO, S. M. **Luis Barragán among colors and forms: a case-study on project strategies in three of the architect's works**. Proceedings of the AIC 2019 Midterm Meeting: Color and Landscape, Buenos Aires, 2019.

Este estudo, apoiado em referenciais que teorizam sobre a Forma, como Ching (2008) e Wong (1972), e sobre a cor, como Kandinsky (2012, 2015), tratou de uma análise de três obras de Barragán. Derivou de uma investigação no âmbito da disciplina de mestrado, denominada de 'cor, imagem e cidade', oferecida pelo PROGRAU e ministrada pela Prof.^a Dr.^a Natalia Naoumova. O estudo possibilitou integrar a aplicação dos conteúdos da disciplina, focados no tema cor na arquitetura, com o uso de geometria gráfica.

CONCEIÇÃO, S. M.; BORDA, A. A. S.; PIRES, J. F. **A investigação em arquitetura a partir de análises gráficas**. Anais apresentado em 9º Seminário PROJETAR. Curitiba, 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/2426>>. Acesso em: 18 out. 2019.

Esta publicação registrou o momento de reestruturação e formalização da pesquisa de mestrado. Oportunizou qualificar a metodologia e sistematizar os resultados preliminares da pesquisa. Tratou-se de realizar uma revisão sistemática para compreender o uso de métodos de análises gráficas em processos de construção de conhecimento sobre arquitetura.

Capítulo de livro:

CONCEIÇÃO, S. M.; SILVA, A. B. A.; PIRES, J. F. A investigação em arquitetura a partir de análises gráficas: um ensaio de revisão sistemática. In: JEANINE MAFRA MIGLIORINI (Ed.). **Arquitetura e Urbanismo: Abordagem Abrangente e Polivalente**. 1. ed. [S. l.] Atena Editora, 2020. p. 124–140. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.9542022079>. Acesso em: 31 ago. 2020.

Este capítulo de livro derivou da revisão do artigo publicado junto ao evento PROJETAR: Conceição, Borda e Pires (2019), referido anteriormente.

Submissão de artigo completo em revista:

CONCEIÇÃO, S. M.; SILVA, A. B. A.; PIRES, J. F. Análises de geometria gráfica e a construção de conhecimento em arquitetura: um exercício de revisão sistemática e didática. **Revista Educação Gráfica** v. 24, n. 3, 2020.

Este artigo foi submetido em junho de 2020 a Revista Educação Gráfica (Qualis atual B1 e previsto para A3 para o próximo qualis). Tratou-se de registrar o estágio da pesquisa de mestrado naquele momento. Agregou-se, em especial, ao estudo de revisão sistemática, publicado anteriormente, uma análise sobre a terminologia utilizada na área da representação gráfica para referir-se ao tipo de estudo que emprega a geometria gráfica.

Além do envolvimento com este processo de sistematização dos estudos, em formato científico, no primeiro semestre de 2020, foi oportunizada a participação em um *workshop* que tratou do tema de projeto de arquitetura por meio de técnicas de desenho paramétrico. Sob o título “**A quadra urbana do futuro**”, este *workshop* foi

coordenado pela Prof.^a Dr.^a Gabriela Celani (Unicamp) e pelo Prof. Dr. Carlos Eduardo Vaz (UFSC), e ministrado por oito especialistas de diversas áreas do urbanismo e sustentabilidade. Esta equipe de especialistas objetivou promover um processo colaborativo de projeto, contemplando, em especial, questões de conforto ambiental em espaços urbanos, produção de energia renovável, uso do solo, legibilidade urbana, drenagem urbana, ilhas de calor e infraestrutura verde. A proposta foi de que o projeto derivasse de uma modelagem paramétrica, cuja forma fosse resultante de um sistema que controla a geometria da edificação por associação aos parâmetros advindos da forma do terreno, características do lugar e de cada uma das questões listadas.

Essa experiência permitiu avançar na compreensão, reconhecimento e aplicação do conceito de desenho paramétrico para o estudo da cidade e da arquitetura.

1 Introdução

A investigação sobre organizações formais em Arquitetura, por meio da geometria gráfica, pode ser exemplificada, exaustivamente, por autores como Ching (2008), Doczi (1990), Clark e Pause (1997), Baker (1991), Leupen *et al.* (1999), Barki *et al.* (2008), Unwin (2013), Elam (2010) e Eisenman *et al.* (2011). Nestes estudos observam-se comparações dessas organizações com padrões geométricos, como por exemplo, com a razão áurea ou com as proporções de raízes. Especialmente em Doczi (1990) há um vasto repertório de exemplos de incidência destes padrões em elementos da natureza e de demonstração de que estes passam a fundamentar teorias utilizadas por diferentes culturas, as quais os reproduzem junto à produção de seus artefatos e paisagens.

Para Elam (2010), a geometria, por intermédio dos “conceitos de razão e proporção e das relações entre as formas e os traçados reguladores [...] esclarece o processo projetual e oferece coerência ao desenho por meio de estruturas visuais” (ELAM, 2010, p. 5). A partir de tais referenciais compreende-se que ao longo da história das práticas projetuais de arquitetura, foram sendo estabelecidas regras associativas entre as partes e o todo das edificações (MAHFUZ, 1995), constituindo sistemas compositivos/linguagens, próprias de cada lugar, momento e/ou projetista. Estas relações, no campo da geometria, sejam de paralelismos, perpendicularidades ou convergências, simetrias, recursões e proporções de diversas ordens, foram sendo representadas por meio de construções geométricas, utilizando-se da linguagem gráfica sistematizada inicialmente por meio de instrumentos como esquadros e compassos. Este tipo de método tem, por sua natureza, uma conotação prática e por isto foi utilizado junto ao próprio momento construtivo, com o movimento de uma corda, por exemplo, como análogo ao movimento do compasso.

O registro de intenções organizacionais da forma arquitetônica tem como referente os escritos vitruvianos. Em *De Architectura*, [aprox. 27 a 16 a.C.] (2007), Vitruvio, para definir arquitetura se utilizou das seguintes categorias: ordenação, disposição, euritmia, comensurabilidade, decoro e distribuição. Junto aos escritos originais estas categorias não foram ilustradas. Entretanto, este Tratado de Arquitetura foi redescoberto e adotado como uma das bases do renascimento do século XV a XVIII. Foi então amplamente demonstrado, graficamente, por Alberti, Palladio, Serlio, Michelangelo e Vignola. As demonstrações, por meio da

apresentação e representação dos elementos de arquitetura e de composição da antiguidade, foram apoiadas na geometria gráfica, utilizando-se de traçados reguladores e tramas geométricas, como parâmetros e regras de ordenação da arquitetura.

Na década de 1983, Tzonis, Lefaivre e Bilodeau (1984) recuperam as categorias de Vitrúvio para fundamentar análises de arquitetura sob uma abordagem estética. Para isto, se valem de procedimentos da geometria, a partir de relações de simetrias, contrastes², paralelismos e trimorfismos, para estabelecer uma *táxis* e uma lógica. A *táxis* se refere a um suporte normativo gráfico, representado por “sistemas de linhas, planos, eixos ou superfícies limites reguladoras”. A lógica se traduz, metaforicamente, pela “tautologia”, poesia, do classicismo (TZONIS; LEFAIVRE; BILODEAU, 1984, p. 16).

Cada vez mais, com a difusão dos meios digitais de representação, os *softwares* gráficos vão se incorporando à prática projetual, e passam a contribuir nas mudanças dos processos de representação e também na própria metodologia do projeto arquitetônico (KOLAREVIC, 2003; MARK; MARTENS; OXMAN, 2003; SCHNABEL, 2007; KATZ, 2011). Entretanto, estas mudanças podem estar referidas tanto aos processos que automatizam e banalizam os procedimentos de organização formal como aos processos que resultam de uma intencionalidade associativa entre parâmetros que podem envolver aspectos diversos, para além da forma, próprios da complexidade da ação projetual.

Como docentes, tem-se percebido, junto aos contextos vivenciados em cursos de Arquitetura e Urbanismo, que os inúmeros benefícios atribuídos a esta automatização acabam também por induzir ao não reconhecimento das lógicas envolvidas nos mecanismos clássicos de organização formal na produção da arquitetura. Pode-se associar, evidentemente com menor impacto, ao que também ocorreu com o advento da régua paralela, tecnologia que facilitou o processo de organização formal, mas, ao mesmo tempo, simplificou aquele raciocínio para o uso adequado de um par de esquadros (posições relativas e combinações de ângulos para determinar direções de traçado, paralelismos e perpendicularidades). Registra-se ainda a percepção de que as regras de organização e composição, adotadas pelos estudantes, muitas vezes são induzidas pelas próprias ferramentas digitais

² Relação entre figuras mediante ângulos retos (90°) (TZONIS; LEFAIVRE; BILODEAU, 1984, p. 89).

que agilizam o processo de representação, em especial pela estratégia de modulação. É frequente o apoio de organização de plantas baixas e fachadas em malhas ortogonais pré-definidas e disponíveis no ambiente virtual. E, faz-se raro observar um propósito consciente para estabelecer, por exemplo, relações proporcionais determinadas entre as partes dos elementos formais representados, tal como os autores anteriormente referidos demonstram como recorrente nas obras emblemáticas para a história da prática projetual de arquitetura.

No Brasil, a valoração do método de análises gráficas para o ensino da arquitetura também tem sido destacada. Tagliari e Flório (2009) apresentam um breve histórico da tradição das pesquisas gráficas e exemplos de análises gráficas de projetos; Santos e Neiva (2019) também se ocupam do mesmo tema e observam a produção de desenhos e diagramas; Ribeiro e Mansini (2014) tratam de uma revisão das principais bibliografias sobre análises gráficas, afirmam que “as ferramentas de representação de análise de projeto permitem uma leitura crítica da produção arquitetônica auxiliando na identificação de características projetuais, sejam elas óbvias ou ocultas, com dados disponíveis ou a serem investigados” (RIBEIRO; MANCINI, 2014, p. 16). Como exemplo disto, estes autores afirmam que este tipo de análise promove “o conhecimento de processos e estratégias de projeto, de técnicas construtivas e de espacialidades formais e funcionais” (RIBEIRO; MANSINI, 2014, p. 2); Gurgel (2017) apresenta técnicas de análises gráficas aplicadas ao ensino de Teoria e História da Arquitetura.

Hoje em dia a abordagem do projeto paramétrico, nos termos de Woodbury (2010), exige que as estratégias de organização formal sejam explicitadas, por envolver a algoritmização de processos projetuais e das lógicas associativas dos elementos do projeto. Um sistema gráfico de proporções, por exemplo, se configura como um sistema parametrizado de representação e de projeto da forma arquitetônica, o qual logicamente estará associado ao processo construtivo a ser empregado.

Veiga e Flório (2016) discutem o papel da modelagem paramétrica para a compreensão da arquitetura: “A modelagem paramétrica (MP) provou seu valor como um catalisador do intelecto de arquitetos” (VEIGA; FLÓRIO, 2016, p. 27). Neste estudo, os autores afirmaram que diversos escritórios ao redor do mundo já utilizavam a MP como instrumento projetual, entretanto consideraram que ainda não estava sendo explorada como “método de análise de formas”.

Em Conceição, Borda e Pires (2019) registrou-se um estudo, junto à produção científica no âmbito de um periódico da área de expressão gráfica arquitetônica, no período de 2014 a 2018, para compreender a incidência de estudos de análises de arquitetura, por meio de geometria gráfica. Motivado especialmente por um interesse didático, o estudo esteve fundamentado na noção estruturada de um saber, apresentada em Chevallard (1999), a qual busca explicitar os elementos que compõem tal estrutura: tipos de problemas, técnicas, tecnologias (discursos que explicam as técnicas) e teorias (discursos que produzem e justificam as tecnologias). Esta abordagem exigiu refletir sobre os elementos que constituem as estruturas de saber empregadas junto aos estudos de arquitetura apoiados em técnicas gráfico-geométricas. Esta primeira revisão provocou também a reflexão sobre a necessidade de ampliar o mecanismo de busca dos artigos a serem estudados, inicialmente por meio de palavras-chave e, logo, pela identificação daqueles que apresentassem a exemplificação, por imagem, do uso da geometria gráfica. Entretanto, a partir dos resultados obtidos, identificou-se a necessidade de refinar os mecanismos de busca, frente à diversidade da terminologia encontrada e à importância que esta adquire em um estudo de revisão. A terminologia usada acaba compondo uma taxonomia/ontologia própria de uma área de conhecimento (GRUBER, 1995; STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998).

As taxonomias são estruturas classificatórias que organizam os conceitos de uma ontologia em formato de hierarquia utilizando relações de generalização/especialização entre os termos. Uma ontologia define um vocabulário comum para domínios em que exista a necessidade de compartilhamento de informações. É organizada em formato de conceitos e seus relacionamentos, tais como os tesouros e as redes semânticas. No contexto da Computação inclui definições interpretáveis por máquinas de conceitos básicos em um domínio e relações entre estes, sendo definida como: “uma especificação formal (interpretável por máquinas) e explícita (sem ambiguidades) de uma conceitualização (modelo conceitual de um dado domínio) compartilhada (conhecimento consensual, aceito por um grupo de pessoas)” (GRUBER, 1995; STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998).

Frente a isto, buscou-se compreender as correspondências do vocabulário empregado por cada autor, desde aqueles que constituem o referencial teórico deste estudo aos que compõem o banco de dados sobre a produção científica atual no

campo estudado. Com isto, vislumbrou-se também a possibilidade de contribuir com a área de geometria gráfica no sentido de observar sua taxonomia/ontologia, quando aplicada à produção de conhecimento em arquitetura.

A partir desta primeira revisão no periódico espanhol *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, da área de representação gráfica, pode-se identificar o estado da arte das análises gráficas e geométricas, aplicadas aos estudos de arquitetura de interesse patrimonial, assim como reconhecer um conjunto de trabalhos que podem contribuir com o tema desta pesquisa.

Ao longo de tal revisão deparou-se com a necessidade de compreender tais estudos em maior profundidade e, ao mesmo tempo, identificou-se que a partir da análise de sua estrutura de saber, composta pelos **elementos** problemas, teorias, técnicas e tecnologias, segundo a teoria de Chevallard (1999), seria possível explicitar tais elementos e reconhecer como eles se articulam de maneira dinâmica.

A partir do exposto, formulou-se a seguinte pergunta de pesquisa: Como a investigação baseada em geometria gráfica aplicada a métodos analíticos sobre documentação de projeto e de construção pode contribuir para a construção de conhecimento em arquitetura?

O objetivo geral dessa pesquisa de mestrado é compreender como os estudos analíticos, no contexto atual da investigação em arquitetura, por meio da geometria gráfica, se constituem e como contribuem para a construção de conhecimento em arquitetura.

Tem-se como objetivos específicos:

- a. Identificar os conceitos, procedimentos e tipos de problemas que envolvem o estudo analítico de geometria gráfica de arquitetura;
- b. Caracterizar os tipos de associações entre problemas, conceitos e procedimentos que estão sendo envolvidos em estudos de arquitetura por meio da geometria gráfica;
- c. Apontar as possíveis contribuições de tais estudos para a construção de conhecimento em arquitetura como suporte didático;
- d. Compreender os termos que estão sendo empregados para descrever os estudos de arquitetura com abordagem a partir de geometria gráfica, assim como compreender os significados no âmbito de cada abordagem.

Esta dissertação se estrutura em cinco partes. A primeira delas trata da introdução do estudo, que contextualiza o problema de pesquisa, o estado da arte, os objetivos e a pergunta de pesquisa. Na segunda parte, apresenta-se a revisão da literatura, particularizando-se a Teoria Antropológica da Didática (eu acho que em português é Didática e não Didático), tendo-se em vista o interesse didático desta pesquisa. Abordam-se também, nesta segunda parte, aspectos sobre o método de Revisão Sistemática, na perspectiva de trazer um suporte para o tipo de estudo proposto, de seleção e análise de uma produção científica específica em um recorte de tempo e lugar, assim como os referenciais primários em geometria gráfica aplicada a análise de arquitetura.

Na terceira parte, realiza-se a descrição da metodologia da pesquisa e métodos empregados. Na quarta seção, desenvolvem-se as análises dos elementos de saber associadas ao produto da revisão sistemática da produção científica disponível em um repositório de periódico internacional na área específica de representação de arquitetura. Apresenta-se também, nesta quarta parte, a sistematização dos resultados. E por fim, na quinta parte, realiza-se uma reflexão frente aos objetivos da pesquisa e os referenciais utilizados, são apresentadas as considerações sobre os resultados desta pesquisa e estudos futuros.

2 Revisão bibliográfica

Neste capítulo realiza-se uma apresentação dos referenciais que permeiam o campo da geometria gráfica aplicada à análise de arquitetura e sua respectiva terminologia, em virtude da dificuldade de apresentar as definições prévias para estes termos em função da ambiguidade dada nos estudos.

Além disso, conforme referido na introdução deste estudo, a trajetória de delimitação do tema de investigação e o interesse pelas questões formativas no campo da representação de arquitetura promoveu a identificação de teorias e procedimentos que acabaram por apontar para a conveniência de trazer abordagens advindas de outras áreas do conhecimento, como a educação. Assim, a exposição de tais abordagens auxilia a compreender a delimitação dos métodos incorporados ao processo de desenvolvimento desta dissertação e descritos no Capítulo 3.

2.1 A geometria gráfica e a produção de conhecimento em arquitetura a partir de bibliografia de referência em arquitetura

Nesta pesquisa, entende-se por método analítico, por meio de geometria gráfica, todo o processo de exame, investigação e decomposição de representações de arquitetura (plantas, cortes, fachadas, perspectivas, croquis etc.) que busca a construção de conhecimento sobre o processo de projeto e/ou execução utilizando-se de técnicas gráficas.

Sobre o tema, Rivas López (2015) compreende que esse tipo de método é “um instrumento que condensa em um simplificado esquema as propriedades geométricas” (RIVAS LÓPEZ, 2015, p. 280). Para Soler Sanz (2014), o exercício de análise gráfica deve ser um procedimento prévio que “estabelece suporte geométrico necessário para a execução de qualquer obra ou para a reflexão sobre as formas geométricas que foram aplicadas” (SOLER SANZ, 2014, p. XXI).

A geometria como método analítico pode ser obtida a partir da abstração dos seus elementos fundamentais (CHING, 2008) ou conceituais (WONG, 1972), como ponto, linha, plano e volume. Esses elementos fundamentais da forma são uma das bases do abstracionismo na arte moderna e na arquitetura, dos anos 1920, como observado na Teoria da Forma de Kandinsky [1926] (2012).

A técnica de sobreposição de traçados sobre representações de arquitetura é largamente empregada para evidenciar organizações formais recorrentes em diversos estilos arquitetônicos e períodos históricos. A seguir, organizado por ordem cronológica, reúne-se um conjunto de exemplos relativos a este tipo de estudo, extraídos dos referenciais considerados como fontes primárias sobre a geometria gráfica analítica. Acrescenta-se que estes autores foram escolhidos pela tradição de aborda-los no ensino de arquitetura, além de terem sido os primeiros no século XX a resgatarem o método analítico gráfico, ademais do próprio uso em seus processos projetuais, como ocorre em Le Corbusier, que é considerado um teórico da arquitetura.

2.1.1 Le Corbusier [1923]³

O manifesto do arquiteto modernista Le Corbusier (2014), em **Por uma arquitetura**, faz crítica sobre a grandeza da produção arquitetônica dos anos de 1920, salientando a importância da retomada de princípios organizadores através da geometria, a partir de traçados reguladores, demonstrando, com base em inúmeros exemplos gráficos e textuais, a precedência da utilização deste princípio ao longo da história da arquitetura que engloba a medida, o módulo, a regulação do trabalho, a escala, a harmonia, o ritmo, a ordem e a proporção na criação da arquitetura como ilustrado na Figura 1.

³ Entre [colchetes] ano original da obra, entre (parênteses) ano da obra consultada.

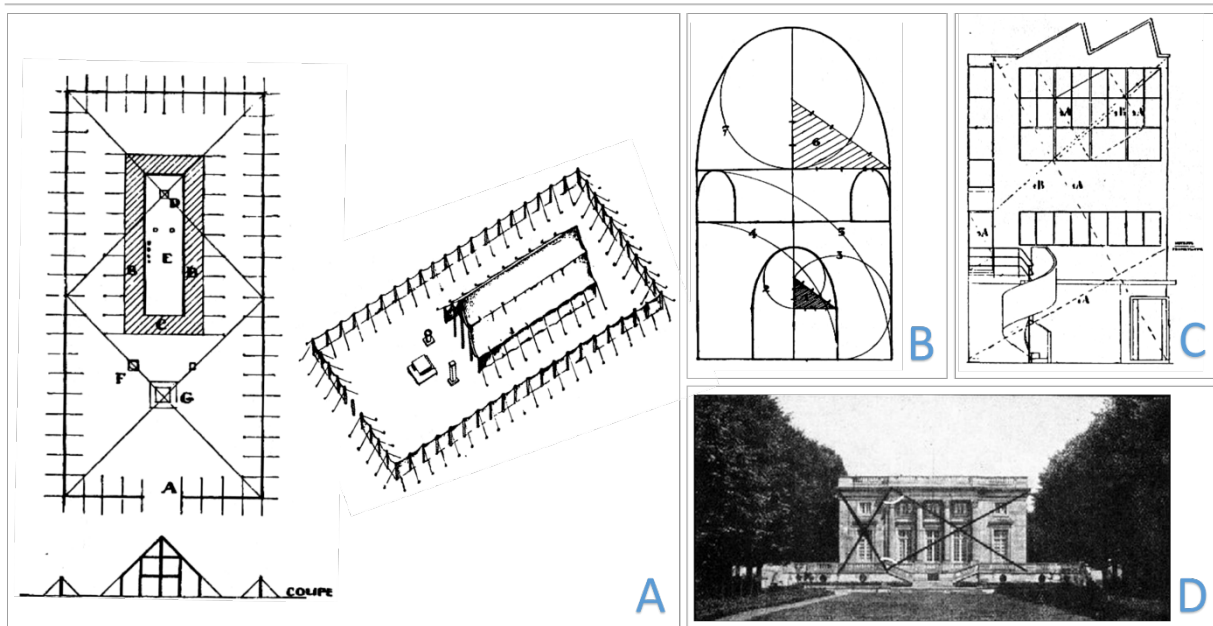


Figura 1 — Traçados reguladores em Le Corbusier [1923]. A – Modularidade de templo primitivo sobre planta baixa, corte e perspectiva. B – Geometria e proporção das cúpulas Aquemênida. C – Ordem da fachada da Casa Ozenfant, Paris, 1923, Le Corbusier e Pierre Jeanneret. D – Explicitação dos ângulos do *Petit Trianon*, Versalhes, 1768.

Fonte: Le Corbusier (1978, p. 54, 55, 58, 61 e 62).

2.1.2 Ching [1979]

Ching (2008), em sua obra **Arquitetura: forma, espaço e ordem**, dirige-se aos estudantes de arquitetura com o intuito de apresentar os princípios que norteiam a organização formal de arquitetura. Por meio da representação gráfica, essa obra parte dos elementos fundamentais da forma, como o ponto, a reta, o plano e o volume, para então abordar os princípios de ordem, circulação, proporção e escala, como base para a ação projetual.

No estudo de Ching (2008), a explicitação dos elementos de composição visual se apoia nos conhecimentos da geometria. Em sua obra o autor define e exemplifica de várias maneiras o que denomina de 'linha reguladora', eixos, simetria, hierarquia, ritmo, repetição e transformação, que referencia Le Corbusier.

Ching (2008) apresenta traçados que demonstram diversos tipos de organizações formais empregadas em obras de arquitetura emblemáticas produzidas ao longo da história. A Figura 2 ilustra tais demonstrações, podendo-se observar que os traçados evidenciam as linhas reguladoras de alinhamentos, modulações (A), correspondências de forma e proporção entre planta baixa e elevação (B), assim como controles precisos das relações entre as partes por meio

das posições relativas entre as diagonais das figuras que compõem as formas envolvidas no projeto (C). Observa-se a intenção do estudo em evidenciar maneiras próprias de organizações formais da prática projetual de arquitetura, independentemente do período, lugar e projetista.

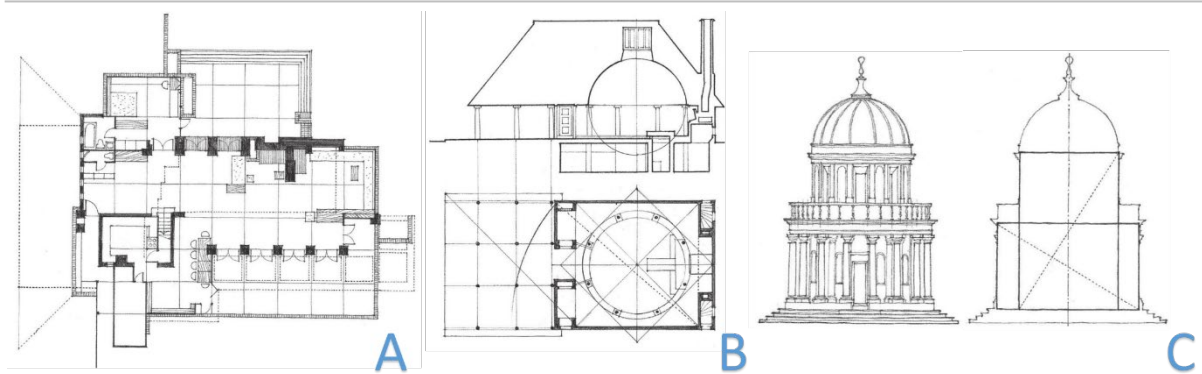


Figura 2 — Traçados em Ching (2008). A – Modulação a partir dos materiais construtivos, madeira e tijolo. Casa Schwartz, Two Rivers, 1939, Frank Lloyd Wright. B – Sistemas proporcionais, Capela do Bosque, Estocolmo, 1918–1920, Erik Gunnar Asplund. C – Uso da seção áurea na proporcionalidade da fachada, Templo de São Pedro em Montorio, Roma, 1502–10, Donato Bramante.

Fonte: Ching (2008, p. 281, 283, 289 editado pelo autor).

2.1.3 Doczi [1981]

Doczi (1990), em sua obra intitulada **O poder dos limites – harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura** apresenta inúmeros estudos gráficos, sobre a forma de diversos tipos de objetos, buscando demonstrar e argumentar sobre sua percepção de que “quando examinamos em profundidade [...] descobrimos uma perfeição” (DOCZI, 1990, p. VII).

Os estudos de Doczi (1990) explicitam os padrões geométricos de maneira gráfica e matemática a partir da sobreposição de traçados, sobre objetos da natureza, da arte e da arquitetura, identificando razões e fórmulas algébricas conforme ilustrado na Figura 3.

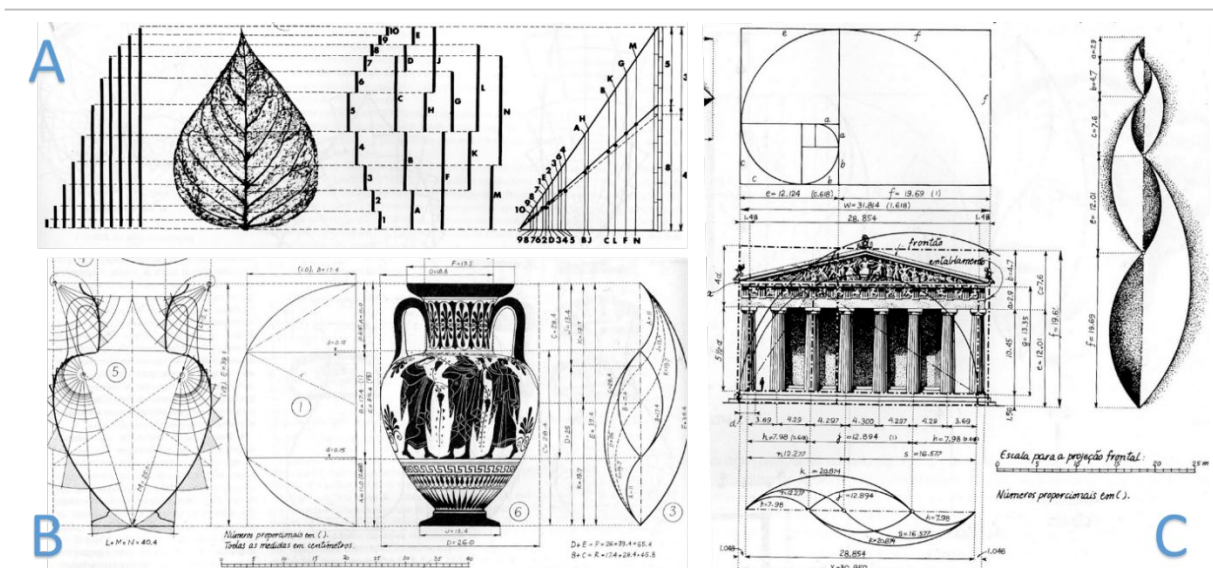


Figura 3 — Sobreposição de traçado em Doczi (1990) explicitando as proporções na natureza, artes e arquitetura. A – Folha de lilás. B – Ânfora ática, século IV a.C. C – Parthenon, Atenas.

Fonte: Doczi (1990, p. 11, 20, 108 editado pelo autor).

2.1.4 Clark e Pause [1983]

Os estudos de Clark e Pause (1997), apresentados no livro ***Precedentes in architecture***, tratam também de evidenciar os princípios geradores de obras de arquitetura, a partir de uma linguagem gráfica que, quanto a geometria, explicita linhas, planos e volumes, traçados e retículas, eixos e alinhamentos além do sistema de proporções. Essa publicação divide-se em duas partes, a primeira trata da análise de 88 obras individualmente; na sequência agrupam-se pela similaridade das ideias geratrizes da arquitetura.

Quanto aos atributos da geometria das obras de arquitetura, para análise, compreensão e projeção, Clark e Pause (1997) destacam que:

O domínio da geometria, em tanto forma geratriz da arquitetura, está relacionado com as medidas e com as quantidades; como objeto de análise, se centra nos conceitos de tamanho, situação, forma e proporção, sem ignorar as mudanças que nas geometrias e nas linguagens formais sobrevivem por combinação, derivação e manipulação de configurações geométricas básicas (CLARK; PAUSE, 1997, p. 7, tradução do autor).

As análises de Clark e Pause (1997), representadas através de diagramas, ilustrados na Figura 4 (A), exemplifica como estes autores registram os resultados das investigações sobre as representações técnicas da catedral de Ronchamp, de Le Corbusier. Observa-se o uso de categorias de análise para estudar a

configuração formal, dentre elas, destacam a similaridade entre planta e corte (os traçados demonstram a hipótese de a seção ter sido obtida por reflexão da metade da planta).

Percebe-se que a maior parte das categorias estão apoiadas na associação com o tipo de transformação geométrica, seja no campo da geometria euclidiana ou da topologia.

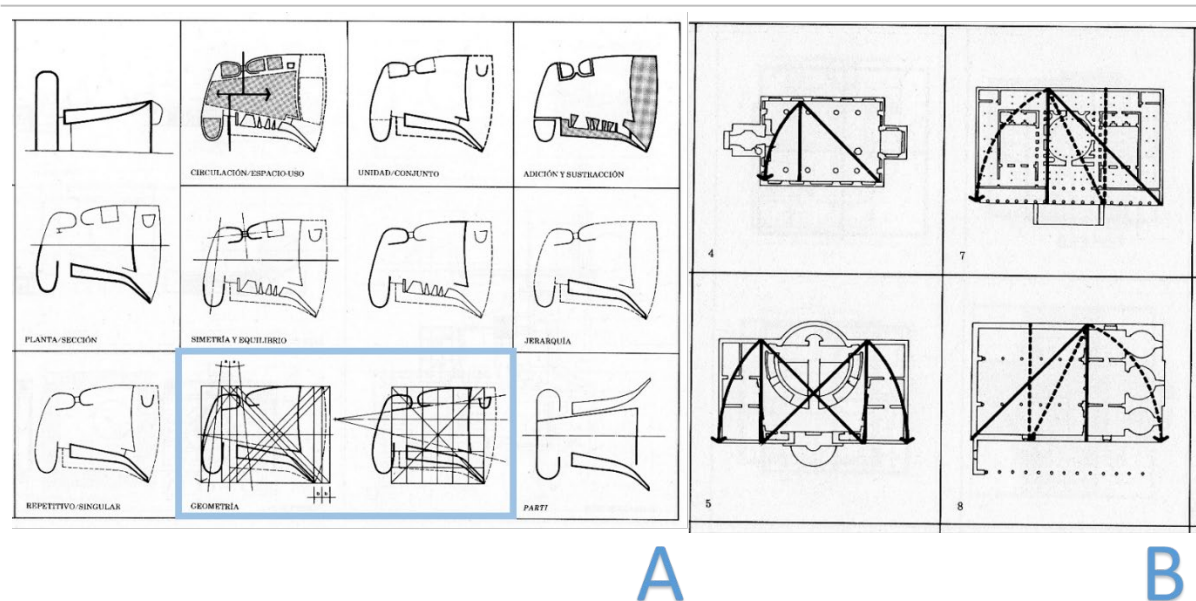


Figura 4 — Traçados em Clark e Pause (1997). A – Critérios analíticos aplicados em Notre Dame du Haut, Ronchamp, 1950–55, Le Corbusier. Destaque para estudo geométrico. B – Explicitação dos retângulos reguladores em St. James, 1674–87, Christopher Wren; Museu Altes, 1823–30, Karl Friedrich Schinkel; Palácio de Justiça de Lister, 1917–21, Erik Gunnar Asplund; São Miguel, 913, autor desconhecido.

Fonte: Clark e Pause (1997, p. 85, 236, editado pelo autor).

2.1.5 Baker [1989]

Os estudos gráficos apresentados em Baker (1991, p. 286, tradução do autor) objetivam configurar “uma metodologia analítica orientada ao desenho que revele a organização subjacente”, referindo-se àquela organização derivada das forças que agem sobre o processo de projeto, tais como o *genius loci*, ou caráter do lugar, a natureza, a arte, o programa, o movimento, as vistas, a estrutura e a geometria. Apresenta traçados sobre a documentação técnica como plantas na escala do objeto de arquitetura e do urbanismo, como ilustrados pela Figura 5, considerando que este tipo de análise, em um contexto educativo, é útil para “ajudar a compreender obras mais complexas e sofisticadas” (BAKER, 1991, p. 286, tradução do autor).

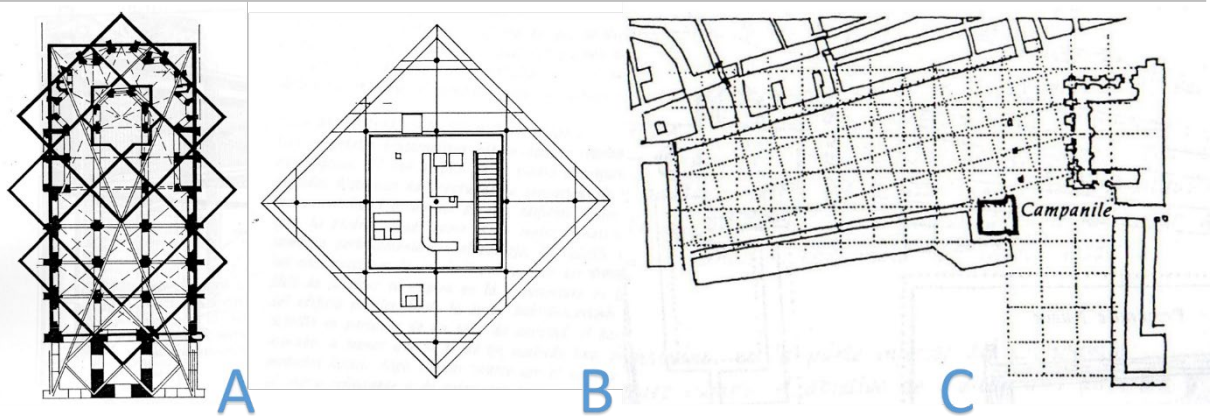


Figura 5 — Estudos geométricos sobre representação de arquitetura e urbanismo em Baker (1991). A – Igreja de São Pedro, Riga, 1209. B – Casa 8, 1962–66, John Hejduk. C – Praça São Marco, Veneza.

Fonte: Baker (1991, p. 30, 31, 145, editado pelo autor)

Para Baker (1991, p. 30, tradução do autor), “a geometria é a disciplina que organiza a arquitetura [...] serve também para inter-relacionar as diversas partes de uma edificação”. A partir da produção de uma sequência de diagramas produzidos sobre obras emblemáticas da história da arquitetura como ilustrada na Figura 6, sobre o Taj Mahal, o referido autor evidencia um conjunto de modalidades de captura/leitura e interpretação da organização formal, neste caso, por meio de operações de simetrias facilitando a compreensão da obra (BAKER, 1991).

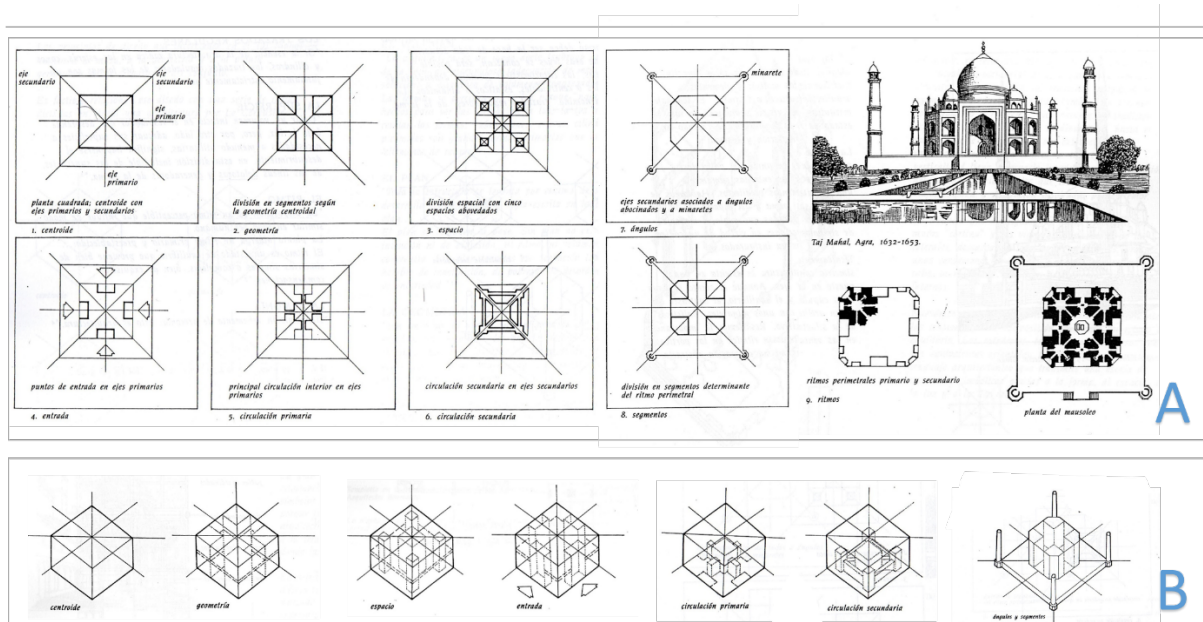


Figura 6 — Estudo do desenho geométrico com sobreposição de traçado em Baker (1991), Taj Mahal, Agra, 1632–1653. A – Em planta. B – Em diagramas.

Fonte: Baker (1991, p. 44, 45, 46 e 47, adaptado pelo autor)

2.1.6 Leupen *et al.* [1993]

De caráter acadêmico, o livro **Projeto e análises: evolução dos princípios em arquitetura** de Leupen *et al.* (1999, p. 9, tradução do autor), “explora os desenhos como ferramenta de análise de projetos arquitetônicos e urbanos” e consideram também que “a análise de projetos provou ser uma ferramenta de ensino de primeira ordem no ensino de projetos”.

Adotando nomenclatura derivada da geometria euclidiana para descrever a organização projetual em seus estudos analíticos, Leupen *et al.* (1999, p. 25, tradução do autor) indicam que “algumas dessas ferramentas estão presentes em programas atuais de desenho assistido por computador (CAD)”, como: “linhas organizadoras e linhas axiais (por exemplo, eixos de simetria, eixos espaciais e linhas de edificação, linhas reguladoras); retículas (por exemplo, retículas de pontos, retículas lineares, retículas de contorno); sistemas de medidas e proporção”. Segundo os autores, esses são alguns dos instrumentos de ordenação e composição em arquitetura.

Quanto aos métodos de análise gráfica, em Leupen *et al.* (1999), verifica-se a sobreposição de traçados em plantas, fachadas e diagramas, ilustrados na Figura 7. O docente conscientiza que:

Sem dúvida, há que se ressaltar que tal análise se baseia em puras hipóteses; não é nossa intenção reconstruir o processo de projeto. A análise é um meio de aprofundar na compreensão da profissão, embora possa ser útil quando se estuda uma implantação dada, um edifício a reformar ou uma zona urbana a remodelar (LEUPEN *et al.*, 1999, p. 18, tradução do autor).

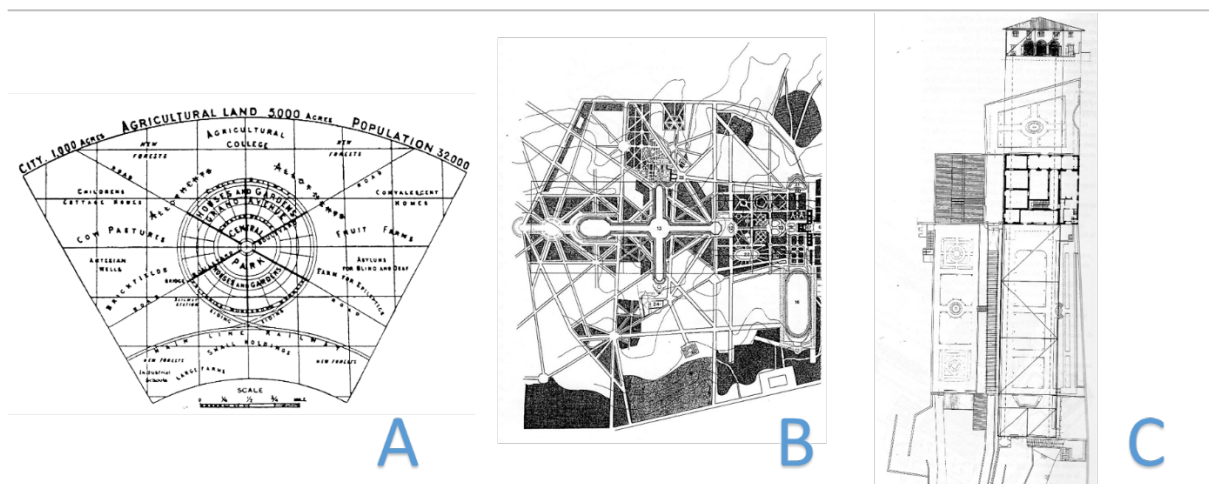


Figura 7 — Organização geométrica em Leupen *et al.* (1999). A – Cidade Jardim, 1898, Ebenezer Howard. B – Jardins Palácio de Versalhes. C – Relação casa e jardim, Villa Médici, 1458–62, Fiesole. Fonte: Leupen *et al.* (1999, p. 15, 43 e 38, editado pelo autor).

2.1.7 Unwin [1997]

Em **A análise da arquitetura**, bibliografia publicada em sete idiomas, voltada para estudantes de arquitetura, Unwin (2013, p. XII) destaca que o objetivo do livro é “entender o funcionamento da linguagem comum da arquitetura” a partir das análises dos produtos da arquitetura (método teleológico). O autor ainda discute que “o estudo de obras alheias refina, influencia e estimula a capacidade de projeto” (UNWIN, 2013, p. XII).

Em consonância com os pressupostos da Teoria da Transposição Didática, de veicular uma estrutura integral de saber e, portanto, sem dissociar a teoria da prática, Unwin (2013, p. 10) adverte aos leitores do seu livro que busca explicitar o “funcionamento da arquitetura” de maneira inter-relacionada como os “desafios de projetar”, e conclui que:

Essas são as duas facetas do nosso relacionamento com a maior parte das disciplinas: a passiva e a ativa; a analítica e a proposital; a aquisição do conhecimento e o uso na prática. Ambas as facetas são benéficas e, em tese, agradáveis, mas mais produtivas quanto usadas em *simultâneo* (UNWIN, 2013, p. 10, tradução do autor).

Unwin (2013) dedica um capítulo específico para as questões de geometria aplicada à análise projetual, denominado ‘a geometria ideal’. Ele a define como:

A geometria ideal é a geometria abstrata, separada da física. É a geometria das aulas de matemática da escola. Seus elementos são a reta, o círculo, o quadrado, o triângulo... Bem como suas formas tridimensionais: o plano, a esfera, o cubo, o cone, o tetraedro, a pirâmide... A geometria ideal inclui ângulos retos, simetria axial e proporções: as razões exatas simples de 1:2, 1:3, 2:3... E razões mais complexas, como $1:\sqrt{2}$ (um à raiz quadrada de dois) e a chamada Seção Áurea, que é, aproximadamente, 1:1,618. Nas suas formas mais intrincadas, a geometria ideal inclui a geometria das curvas e superfícies complexas geradas por fórmulas matemáticas (usando-se computadores, por exemplo). Todos esses tipos de geometria ideal são utilizados na arquitetura (UNWIN, 2013, p. 147).

Além disso, Unwin (2013, p. 148) destaca que com o auxílio do desenho se abstrai e materializa-se a arquitetura, independente do meio de representação, em papel “com retas, réguas, esquadros, etc., ou em um programa de computador, que depende de fórmulas matemáticas”. Assim, o autor explicita aspectos da geometria ideal, tomando a sobreposição gráfica como ponto de partida sobre diferentes tipos

de objetos, como exemplificado na Figura 8. O conjunto de imagens da figura ilustra desde a conveniência do uso de grelhas na cartografia, para facilitar a localização de lugares (A) às estratégias de organizações formais adotadas por diferentes arquitetos ao longo da história: o estabelecimento de razões entre as partes de uma fachada por meio de simetrias e paralelismos entre diagonais de polígonos envolventes destas partes, ditadas por Alberti (B); as associações lógicas entre plantas e elevações, envolvendo simetrias por reflexão e rotação, estabelecidas por Palladio (C); os jogos geométricos de Richard Meier (D).

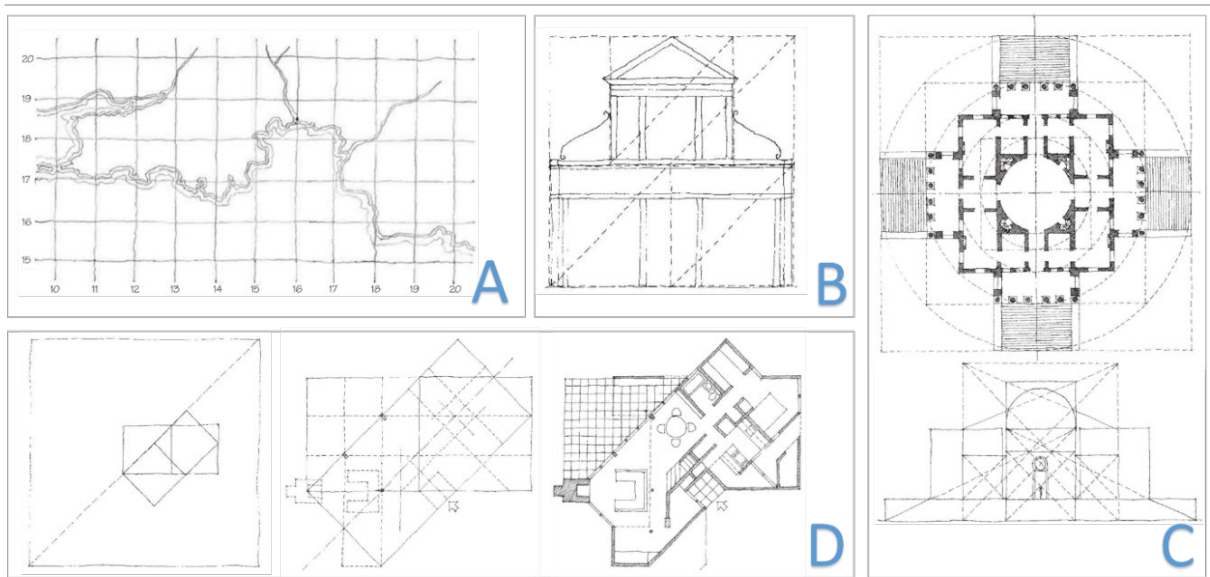


Figura 8 — O traçado explicita a geometria ideal de Unwin (2013). A – A grelha identifica lugares por meio de coordenadas. B – Composição complexa derivada de quadrados, Santa Maria Novella, Leon Battista Alberti, 1470. C – Em planta, a geometria quadrática, em corte, proporções derivadas de um homem de o pé em seu centro, Vila Rotonda, Andrea Palladio, XVI. D – Geometrias sobrepostas, Casa Hoffman, Richard Meier, 1966–67.

Fonte: Unwin (2013, p. 149, 153, 154, 155, 160, 161, editado pelo autor).

2.1.8 Elam [2001]

Motivada por questões profissionais e educacionais, Elam (2010) se propõe, em **Geometria do design**, explicar de maneira visual, os princípios da composição geométrica presentes no design, artes visuais e arquitetura. Utiliza-se da sobreposição de traçados sobre representações, desenhos e fotografias de obra emblemáticas.

Elam, como parte de sua argumentação, faz referência a dois estudos que associam determinados padrões de proporção a preferências cognitivas. Um deles foi desenvolvido pelo psicólogo Gustav Fechner, no final do século XIX, e o outro pelo filósofo Charles Lalo, em 1908. De acordo com Elam, ambos os resultados

destes estudos demonstraram que “a maioria das pessoas preferiam os retângulos que exibem proporções semelhantes à seção áurea, ou seja, 1:1,618” (ELAM, 2010, p. 7).

Os traçados apresentados por Elam (2010), exemplificados na Figura 9, evidenciam estruturas geométricas relativas às proporções áurea e de raízes subjacentes as obras de arquitetura, tanto na escala do edifício como na do mobiliário, e as de design gráfico e de objetos em geral.

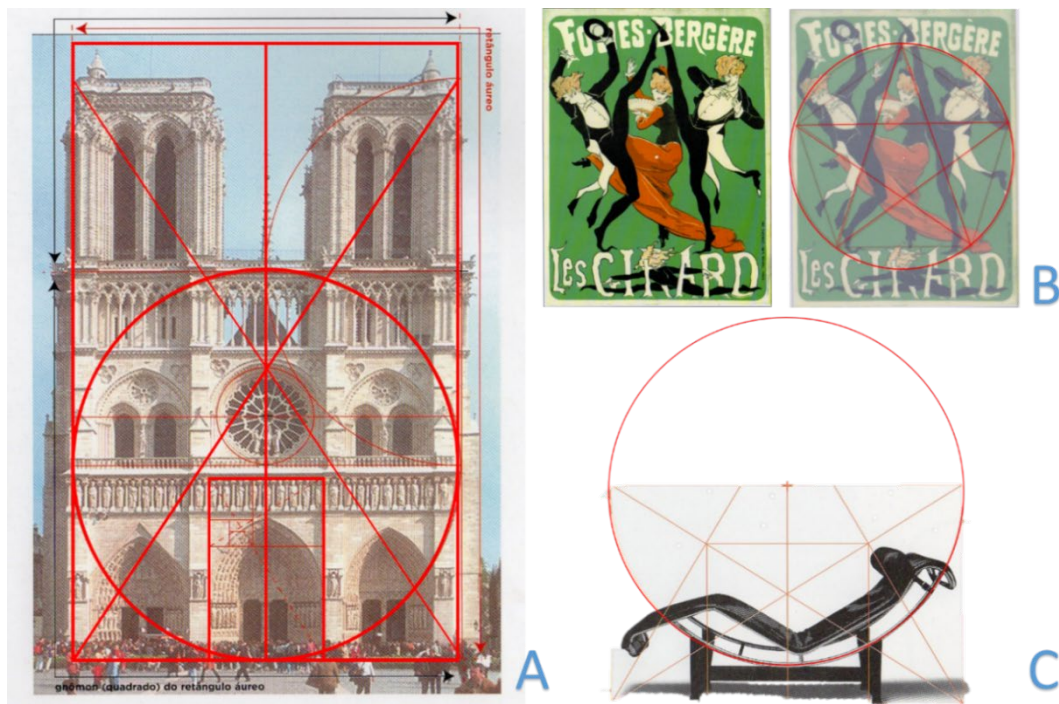


Figura 9 — Explicitação do traçado regulador em Elam (2010). A – Catedral de Notre Dame, Paris, 1163–1235. B – Cartaz “Folies-Bergère”, 1877, Jules Chéret. C – Chaise Longue, 1929, Le Corbusier.

Fonte: Elam (2010, p. 21, 45, 59, editado pelo autor).

Na reedição e ampliação do livro, Elam (2018) apresenta uma proposta metodológica explícita de processo de análise geométrica, com o intuito de contribuir para uma composição coerente, que se desenvolve a partir do estudo e explicitação, nessa ordem, da proporção, do *grid* compositivo, dos rebatimentos, da diagonal e centro e da regra dos terços.

2.1.9 Flório *et al.* [2002]

Flório *et al.* (2002) realizam uma investigação sobre projetos de residências explicitando o objetivo de “estabelecer princípios de análise gráfica de projetos por

meio de desenhos diagramáticos bidimensionais e tridimensionais, destinando-se principalmente a alunos do início do curso de arquitetura” (FLÓRIO *et al.*, 2002, p. 9). Um dos 11 itens analisados nesse estudo é a geometria, definida como:

Ideia geratriz está relacionada à proporção e ritmo entre os elementos arquitetônicos e relações espaciais, de modo a permitir a identificação de relações espaciais entre parte e todo. Portanto, trata dos traçados reguladores que estruturam o raciocínio espacial, por meio de eixos, modulações e métricas (FLÓRIO *et al.*, 2002, p. 14).

A sobreposição de traçado nos estudos de Flório *et al.* (2002) são encontradas em plantas, cortes e elevações para explicitar a geometria e simetria e/ou equilíbrio utilizada na composição visual das formas da arquitetura das residências analisadas, conforme ilustrado na Figura 10.

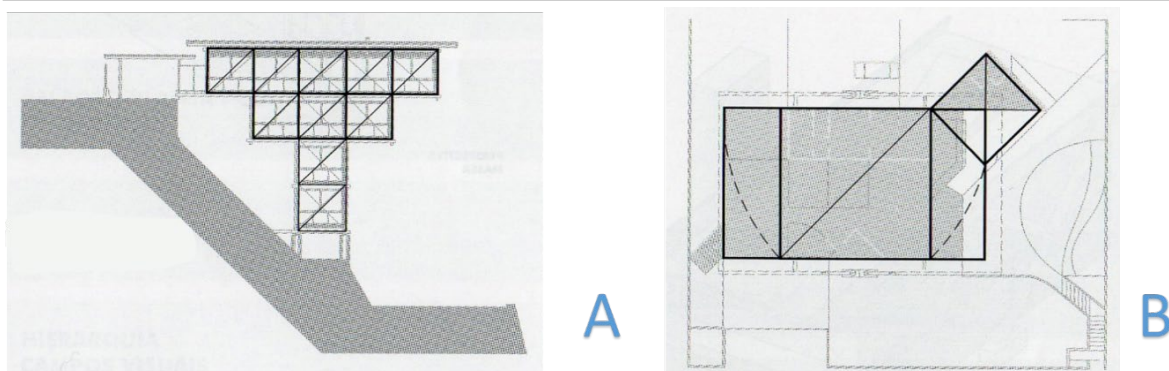


Figura 10 — Estudo da geometria em Flório *et al.* (2002). A – Sobre elevação, Casa Hélio Olga de Souza, 1987, Marcos Acayaba. B – Sobre planta, Casa Décio Fonseca, 1988, Joaquim Guedes. Fonte: Flório *et al.* (2002, p. 65, 105, editado pelo autor).

2.1.10 Eisenman *et al.* [2008]

Eisenman *et al.* (2011), em sua obra intitulada **Dez edifícios canônicos: 1950–2000**, apresenta um método analítico denominado “leitura em detalhe”. Este método, nos termos do autor (p.16), considera “mais o que a mente vê – o visual” do “que o olho vê – o ótico”.

Em Eisenman *et al.* (2011), um argumento arquitetônico “pode captar-se através de uma leitura em detalhe das estratégias textuais, formais e conceituais”

(EISENMAN *et al.*, 2011, p. 22, tradução do autor). Para tanto, o autor inter-relaciona os estudos gráficos a conceitos filosóficos, perfazendo ideias arquitetônicas críticas⁴.

Com a produção de inúmeros diagramas analíticos sobre os edifícios selecionados, Eisenman *et al.* (2011) sobrepõem traçados, com destaques na cor vermelha, que evidenciam as ideias arquitetônicas centrais da sua argumentação, que identificam, quando latentes, os tipos de organizações formais que definem fisicamente as obras, que podem ser tramas regulares ou irregulares, ilustrados, respectivamente pelas imagens A e B na Figura 11.

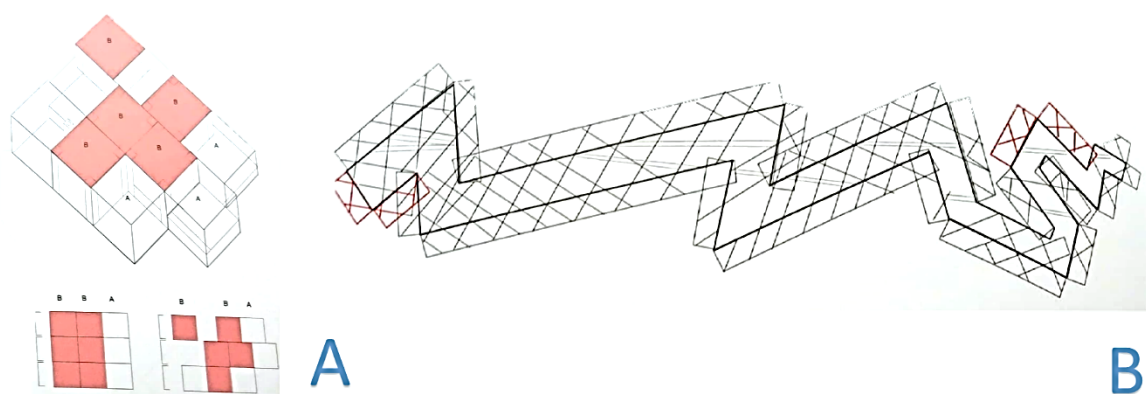


Figura 11 — Sobreposição em Eisenman *et al.* (2011) explicita: A – a quadrícula e o espaço diacrônico, Casa Adler y DeVore, 1954–55, Louis I. Kahn; B – elementos retangulares irregulares, Museu Judaico, 1989–99, Daniel Libeskind.

Fonte: Eisenman *et al.* (2011, p. 113, 23, editado pelo autor).

2.2 Estudos acerca da geometria gráfica e a produção de conhecimento

A valoração do método de análises gráficas para o ensino da arquitetura, no Brasil, tem sido destacada em diversos fóruns de discussão e publicações especializadas na área da representação gráfica e de projeto, e por programas de pós-graduação.

Além da revisão em referenciais primários sobre análises gráficas, foram também identificados outros tipos de investigação em arquitetura que envolve o uso da geometria gráfica como método de análise, a partir de uma leitura exploratória. Nesta etapa, embora não se tenha utilizado o método de revisão sistemática por envolver um universo demasiadamente amplo para o tempo disponível para esta pesquisa, foi possível observar diferenças entre as estruturas de saber envolvidas

⁴ Definição em Eisenman *et al.* (2011): “o termo ‘crítico’ faz referência a capacidade de abrir-se a questionar problemas que em essência são arquitetônicos. No sentido que aqui se utiliza, crítico é um conceito que distancia o objeto ao sujeito dos termos de análise ao tempo que a análise também forma parte do sujeito ou do objeto” (EISENMAN *et al.*, 2011, p. 21, tradução do autor).

em cada um dos estudos revisados. Encontram-se problemas associados à compreensão de estratégias de organização formal: de um arquiteto em específico (ROCHA; BORDA, 2017; FERNANDES, 2018) de um lugar, de um momento histórico; como subsídio a concepção de projetos e análise de referencial projetual (RIBEIRO; MANSINI, 2013, 2014; CASTRO; BERNARDI, 2017); para o entendimento e comparação de obras de arquitetura (TAGLIARI; FLÓRIO, 2009); para a comparação de metodologias de análises gráficas (BELTRAMIN, 2015; FRANÇA, 2015).

Encontra-se o uso de técnicas tradicionais de traçado (JANTZEN; OLIVEIRA, 1996) até o uso de processos algoritmizados para comprovação de hipóteses de organizações formais, como técnicas de desenho paramétrico (BORDA; BRUM, 2016; VASCONCELOS; BORDA; VECCHIA, 2016; ZAUKE; BORDA; BRUM, 2017; LIMA, 2013). Assim como discursos tecnológicos e teóricos advindos de diferentes abordagens, com ênfases maiores na teoria e história da arquitetura (GURGEL, 2017; ANDRADE, 2013), na geometria propriamente dita (ROCHA; BORDA, 2016; VASCONCELOS; BORDA, 2014), na gramática da forma (VAZ; GODOI; CELANI, 2011). Salienta-se que essas referências fazem parte de uma leitura preliminar, sendo necessário aprofundar e selecionar um universo determinado para desenvolver um estudo de revisão sistemática sobre a geometria gráfica aplicada às análises de arquitetura.

Entretanto, a partir desta revisão preliminar, ficou evidenciada a importância da imagem em uma análise de geometria gráfica, considerando-se que o registro visual permite a comprovação dos dados produzidos. Esta constatação despertou para a importância das imagens para o processo de revisão sistemática, considerando-se o universo dos estudos analíticos referenciais da pesquisa.

2.3 A terminologia empregada nos referenciais primários da geometria gráfica

O termo **traçado regulador**, empregado por Ching (2008), Elam (2010) e Flório *et al.* (2002), e remetido à Le Corbusier (2014), é utilizado no sentido de um elemento ordenador. Desta maneira, envolve as noções de unidades de medida, módulo, escala, relações entre as partes, proporções e as próprias formas. Na expressão de Le Corbusier:

O traçado regulador traz essa matemática sensível que dá a agradável percepção da ordem. A escolha de um traçado regulador fixa a geometria fundamental da obra; ele determina então uma das impressões fundamentais. A escolha de um traçado regulador é um dos momentos decisivos da inspiração, é uma das operações capitais da arquitetura (LE CORBUSIER, 2014, p. 47).

Sob esta interpretação, foi possível identificar nos demais autores a correspondência com outros termos tais como: “linha reguladora”, empregada por Ching (1979), “linha axial”, “linha organizadora”, “retículas”, “sistemas de medidas”, “proporção”, utilizados por Leupen *et al.* (1993), e “geometria ideal”, adotada por Unwin (2013).

O termo **diagrama** é empregado em Doczi (1990, p. 10), Clark e Pause (1997) e Eisenman *et al.* (2011, p. 22). Para Doczi (1990, p. 10), diagrama significa um desenho ilustrativo, e está traduzido amplamente pelos traçados gráficos que desenvolve como método para o estudo de padrões de objetos da natureza, a partir de geometria gráfica; para Clark e Pause (1997), significa uma abstração gráfica para transmitir relações e características essenciais do edifício; para Eisenman *et al.* (2011, p. 22), um dispositivo explicativo/analítico da arquitetura, não como objeto isolado, mas relacionado com o tempo e com outros edifícios.

Em Baker (1991), observa-se uma composição dos dois termos: **diagrama de traçado regulador**, considerando assim o traçado regulador um tipo de diagrama.

Com isto, tem-se que 80% dos referenciais primários utilizam o termo traçado regulador para explicitar graficamente o tipo de organização geométrica da obra ou projeto analisado.

Somado a isto, Carazo e Galván (2017) adicionam elementos para problematizar a diversidade de significados atribuídos ao termo diagrama, podendo-se também observar algumas convergências com aqueles atribuídos ao traçado regulador. Os autores caracterizam, para o campo da arquitetura, dois tipos: generativo e analítico e atribuem, ao diagrama generativo, a utilidade no processo de formação da ideia de projeto e da materialização do processo de projeto. Ao analítico, atribuem dois propósitos diferentes: os explicativos e os didáticos. Definem o diagrama analítico explicativo como aquele realizado para propagandear um projeto ou uma obra, enquanto que o didático remete à finalidade de ensino/aprendizagem de arquitetura. Os autores se referem aos diagramas didáticos, e a partir desta sistematização, considera-se que o método identificado

nesta Revisão se refere à produção de diagramas analíticos didáticos, correspondendo ao sentido de traçado regulador.

Junto a exemplificação dos estudos de aplicação da geometria gráfica por autores de referência (Figura 12), aparece ainda a expressão **ideia geratriz** a qual está associada tanto ao termo diagrama como ao traçado regulador. Diagrama da ideia geratriz, em Clark e Pause (1997), e traçado regulador da ideia geratriz, em Flório *et al.* (2002). Para compreender as possíveis correspondências, faz-se necessário avançar para a explicitação dos elementos teóricos, tecnológicos e os problemas associados a tais estudos. Clark e Pause (1997) enfatizam a abordagem geométrica que empregam nos estudos analíticos:

A geometria é uma ideia geratriz da arquitetura que engloba os princípios da geometria do plano e do volume para delimitar a forma construída. [...] O domínio da geometria, em tanto forma geratriz da arquitetura, está relacionada com as medidas e com as quantidades; como objeto de análise, se centra nos conceitos de tamanho, situação, forma e proporção, sem ignorar as mudanças que as geometrias e as linguagens formais sobrevivem por combinação, derivação e manipulação de configurações geométricas básicas (CLARK; PAUSE, 1997, p. 6, tradução do autor).

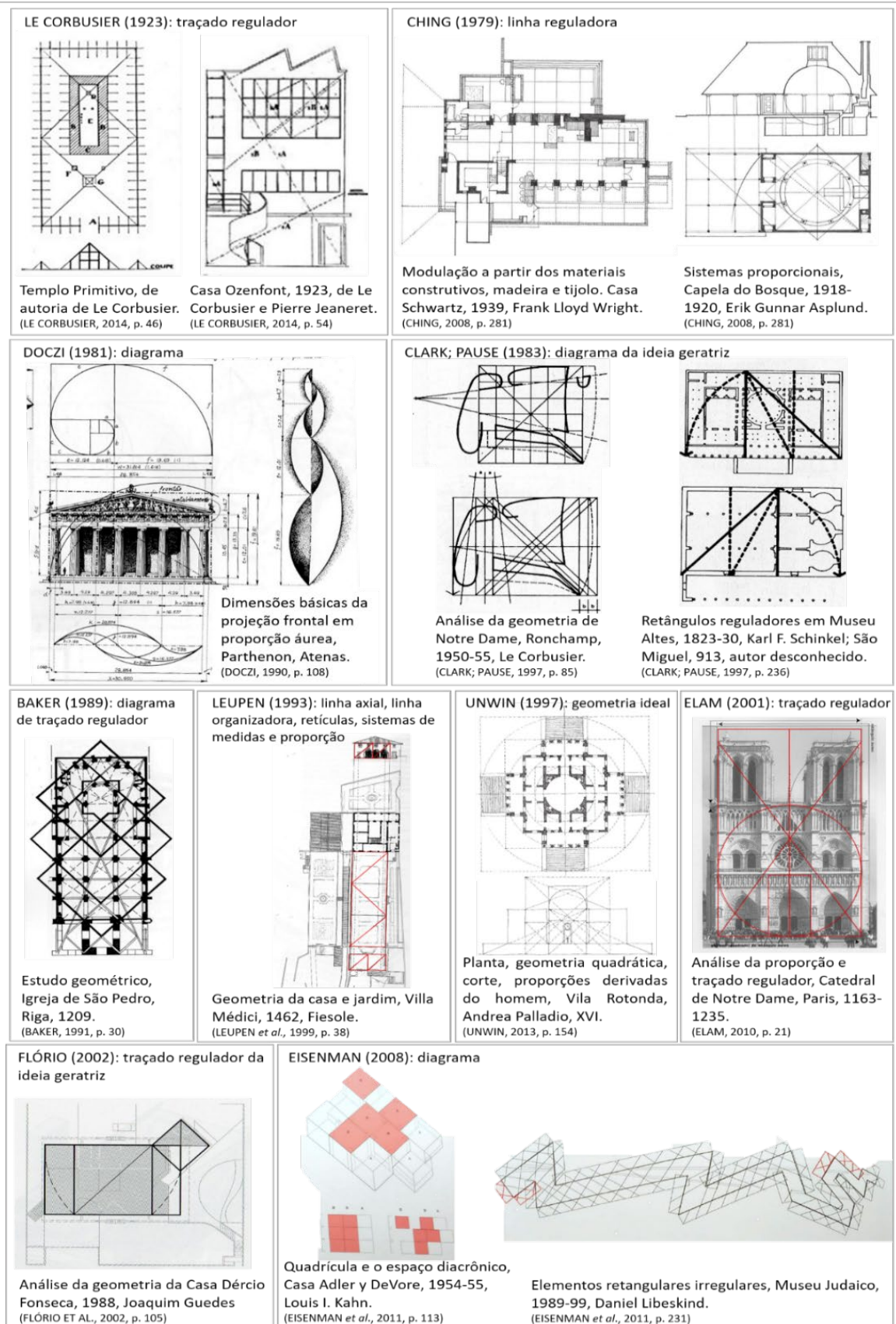


Figura 12 — Exemplificação dos estudos de aplicação da geometria gráfica por autores de referência. Fonte: Elaboração própria, utilizando-se das fontes indicadas em cada imagem.

Embora o conjunto de imagens da Figura 12 demonstre a tentativa comum de explicitar organizações geométricas de cada arquitetura analisada, o sentido atribuído por cada autor ao estudo pode ser distinto. Berredo e Lassance (2011) auxiliam a compreender tais diferenças; observam que as finalidades podem estar restritas essencialmente aos estudos no campo da geometria, mais dirigidas a uma formação instrumental para a iniciação da atividade de projeto de arquitetura, como consideram, por exemplo, os estudos de Baker (1991), ou serem muito mais amplas, de caráter interpretativo sobre a forma, como consideram as associadas aos estudos de Eisenman *et al.* (2011). Da geometria à filosofia, um estudo gráfico pode abarcar questões diversas que envolvem a produção de arquitetura.

Por fim, concluiu-se pela conveniência de substituir o termo “forma”, adotado na primeira revisão bibliográfica, pelo termo “traçado regulador”. Mantiveram-se os termos análise e geometria, sob o propósito de manter o foco no caráter analítico e com base na geometria gráfica, como anteriormente justificado.

Entretanto, os resultados reafirmaram que, além do emprego de termos com significados comuns, são as próprias imagens, por meio da sobreposição de traçados sobre as representações de arquitetura, que conseguem evidenciar a incidência do procedimento analítico por meio da geometria gráfica. Mesmo assim, retoma-se a abordagem da ciência da informação sobre a problemática da diversidade de termos para precisar um determinado significado. O método de revisão, aplicado em meios digitais, exige, mais ainda, esta precisão.

2.4 A abordagem didática: o uso da noção estruturada do saber de Chevallard

A Teoria Antropológica da Didática, oriunda de um contexto francês de investigação, no campo da didática da matemática, foi constituída no âmbito da Teoria da Transposição Didática, de Yves Chevallard (1991, 1999). Ao estudar esta Teoria, compreende-se que a atribuição do termo “antropológica” advém da consideração de um saber como algo que é afetado continuamente por transformações quando transita entre diferentes contextos. Nessa perspectiva, o saber, ao ser utilizado em um contexto maioritariamente dirigido à pesquisa, adquire características diferenciadas de quando está sendo utilizado em um contexto profissional ou em um contexto educativo.

Chevallard (1999) trata o saber como algo vivo, que sofre ao ser transposto de um momento a outro. Sob essa abordagem ele considera necessário compreender como se constitui um saber, sistematizando o que nomeou como “visão estruturada do saber”. Essa visão particulariza **quatro elementos** que estruturam um saber: as tarefas ou problemas a serem resolvidos; as técnicas ou maneiras de resolver as tarefas e problemas; as tecnologias que são constituídas pelos discursos que justificam, explicam e produzem as técnicas; e as teorias, que por sua vez discursam para justificar, explicar e produzir as tecnologias. Os dois primeiros elementos constituem o que Chevallard (1999) considera como bloco do saber-fazer e, normalmente, é como o saber se encontra no contexto profissional.

Desta maneira, entende-se que a estrutura do saber, por exemplo, que transita em um escritório de arquitetura está centrada especialmente na identificação de problemas ou tipo de problemas associados diretamente a determinadas técnicas ou tipo de técnicas (bloco do saber-fazer). Por este motivo, frequentemente, no contexto profissional, há pouco tempo para a produção de novas técnicas. Faz-se necessário, nessa conjuntura, o trânsito de soluções já sistematizadas, pois é o momento de aplicar as técnicas para a resolução imediata dos problemas enfrentados.

As tecnologias e teorias compõem o bloco denominado por Yves Chevallard como aquele do saber propriamente dito e é como tipicamente o saber se estrutura em um contexto focado na investigação. Existe, no referido contexto, a perspectiva de produção de novas técnicas frente à identificação e resolução de novos problemas.

Por fim, essa visão considera que em um momento educativo, todos os elementos devem estar presentes, aliando prática e teoria, para uma visão integral do saber. Chevallard (1999) não quer, com isto, caracterizar lugares específicos e tampouco estruturas estáticas. A teoria considera que estas estruturas são dinâmicas e os elementos de um saber se relacionam de maneira dialética. Para um determinado momento, tempo e contexto, um elemento pode ser considerado teoria, enquanto que para outros, pode ser considerado tecnologia ou até mesmo técnica.

Em um momento didático, em uma sala de aula propriamente dita, é natural que haja a necessidade de reconstruir a estrutura de um saber, explicitando sua genética, suas diferentes etapas de estruturação, para que seja efetivamente compreendido. Os saberes relativos à representação de arquitetura têm sido

incrementados com as técnicas digitais e com isto adicionando ou suprimindo elementos em suas estruturas (BORDA et al., 2012; BORDA; BRUM, 2016; BORDA; SILVEIRA; TORREZAN, 2004). Novos discursos (tecnologias) são formulados para explicar estas técnicas, assim como novas teorias são necessárias para a fundamentação destes discursos. Um exemplo bem concreto deste fenômeno viabilizado pela computação é sobre a sistematização da geometria fractal. A computação gráfica promoveu a simulação e comprovação de modelos de geometrias dinâmicas, adicionando o tempo, caracterizando assim novos elementos técnicos (algoritmos), tecnológicos (conceito de recursividade) e teóricos (geometria não euclidiana decorrente da idealização de objetos com dimensões não inteiras, n -dimensionais). Para descrever a geometria de uma espécie de árvore a geometria euclidiana não fornece elementos suficientes. Faz-se necessário pensar em procedimentos e não somente fórmulas algébricas; pensar em procedimentos idênticos ou similares que se repetem em diferentes escalas e direções ao longo do tempo (recursão e procedimentos iterativos). Todo este processo constituiu uma nova estrutura de saber sobre a Geometria, muito mais ampla e capaz de representar a forma de objetos da natureza. No campo da arquitetura estas novas estruturas tem sido exploradas, conforme se pode perceber em trabalhos como de Sedrez e Meneghel (2013) e Sedrez e Pereira (2012).

A Teoria Antropológica da Didática traz, dessa maneira, um método para analisar, explicitar e comparar estruturas de saber. A abordagem da Transposição Didática atenta para o que acontece com a modificação dos saberes, quando estes transitam de um contexto para outro, entre o científico (saber propriamente dito), o profissional (saber fazer) e o acadêmico (onde “deve” transitar uma estrutura integral do saber). Esse é um modelo teórico que tem sido aplicado em várias áreas do conhecimento além da matemática, como a didática das ciências e da linguagem (LEITE, 2004), e em distintos níveis de ensino. A análise de livros didáticos, apoiada na Teoria de Chevallard, possibilita aos pesquisadores e professores conhecer melhor a organização dos mesmos para o ensino (RAMOS; JUNIOR; HENRIQUES, 2019).

A visão estruturada do saber tem apoiado estudos, de enfoque didático, dirigidos ao campo específico da arquitetura e urbanismo. Em Pires, Aguirre e Borda (2009), Pires, Pereira e Gonçalves (2016), Pires e Pereira (2018), esta visão foi empregada para investigar processos de configuração da forma arquitetônica. Em

Borda (2001), Borda *et al.* (2010), Borda, Silveira e Torrezan (2004) e Pires e Borda (2010), a teoria foi aplicada para apoiar a ação docente de estruturação de materiais didáticos. Em Félix, Borda e Rodrigues (2004), Jardim (2011) e em Borda *et al.* (2012) observou-se a aplicação em situações de ensino propriamente dito.

Frente ao exposto, considera-se a Visão Estruturada do Saber, da Teoria Antropológica da Didática, de Yves Chevallard (1999), um modelo teórico metodológico pertinente a esta pesquisa, por oferecer uma estrutura de apoio a processos de análise de saber, bem como a sua organização. Tem-se a expectativa de que as categorias de análise de um saber propostas por esta Teoria (problemas; técnicas; tecnologias e teorias) possam auxiliar a elucidar a questão de como estão sendo estruturados os saberes próprios de uma abordagem de geometria gráfica aplicada à análise de arquitetura.

2.5 O método de revisão sistemática

O estudo de revisão sistemática, nos termos de Sampaio e Mancini (2007), ou a revisão sistemática da literatura, nos termos de Lopes e Fracoli (2008), configura-se como um método científico que se utiliza de banco de dados da literatura relativa a um determinado tema. Este banco de dados fica caracterizado como fonte, sobre o qual são aplicados procedimentos de identificação, seleção e análise sistemática, com intuito de realizar uma revisão crítica e abrangente da produção científica. Trata-se, então, de um procedimento metodológico para orientar o desenvolvimento de projetos, identificar métodos de pesquisa e apontar estudos futuros, passível de reprodução.

Nos termos de Sampaio e Mancini (2007, p. 84), revisões sistemáticas:

[...] são os métodos mais adequados e atuais para resumir e sintetizar evidências sobre a eficácia e os efeitos de intervenções. Métodos sistemáticos são usados para evitar viés e possibilitar uma análise mais objetiva dos resultados, facilitando uma síntese conclusiva sobre determinada intervenção.

Dividido em etapas, o protocolo de revisão sistemática, apresentado pelos referidos autores, considera:

- a) [Passo 1 — definindo a pergunta] – Definir a pergunta científica, especificando população e intervenção de interesse;

- b) [Passo 2 — buscando evidência] – Identificar as bases de dados a serem consultadas; definir palavras-chave e estratégias de busca; estabelecer critérios para a seleção dos artigos a partir da busca;
- c) [Passo 3 — revisando e selecionando os estudos] – Conduzir busca nas bases de dados escolhidas e com base na(s) estratégia(s) definida(s) (pelo menos dois examinadores independentes); comparar as buscas dos examinadores e definir a seleção inicial de artigos; aplicar os critérios na seleção dos artigos e justificar possíveis exclusões;
- d) [Passo 4 — analisando a qualidade metodológica dos estudos] – Analisar criticamente e avaliar todos os estudos incluídos na revisão;
- e) [Passo 5 — apresentando resultados] – Preparar um resumo crítico, sintetizando as informações disponibilizadas pelos artigos que foram incluídos na revisão; apresentar uma conclusão, informando a evidência sobre os efeitos da intervenção (SAMPAIO; MANCINI, 2007, p. 86)

De acordo com Lopes e Fracoli (2008), este tipo de protocolo, originalmente, era aplicado na área da saúde, mas passou a ser utilizado nos demais campos do conhecimento. Estes autores salientam que este método possibilita acompanhar as investigações e informações científicas que são ampliadas em ritmos cada vez mais acelerados.

No campo da arquitetura e, especialmente, envolvendo a investigação na área de representação e processos de projeto, identifica-se em Vasconcelos e Sperling (2019) o uso do método de revisão sistemática. O estudo referido auxilia a compreender a importância da delimitação de uma terminologia para um conhecimento relativamente recente como pode ser o emprego de tecnologias digitais junto ao processo de representação de arquitetura, para além da produção de documentação arquitetônica, mas envolvendo o processo projetual efetivamente.

3 Metodologia da pesquisa

Esta pesquisa está fundamentada em procedimentos relativos ao método de revisão sistemática. Conforme descrito no capítulo 1, delimita um periódico espanhol, a Revista EGA *Expresión Gráfica Arquitectónica*, como universo de análise, tendo em vista que abarca estudos de geometria gráfica e arquitetura, com o objetivo de compreender que tipo de conhecimento de arquitetura está sendo explicitado com a técnica de análise gráfica, não relacionado aos autores e seus métodos, mas sim aos elementos de saber das investigações.

Apoiando-se em Gerhardt e Silveira (2009), considera-se que este estudo é de **natureza aplicada**, pois trata de explicitar uma estrutura de saber de geometria associada a arquitetura, passível de ser utilizada na compreensão de processos projetuais ao longo da história. Trata-se de uma investigação do **tipo qualitativa**, por buscar a compreensão de um fenômeno em um determinado contexto, no caso, em um contexto de arquitetura e geometria, com hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar e precisar as relações entre o global e o local em determinado fenômeno, respeitando o caráter interativo entre os objetos estudados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa pode ser caracterizada como exploratória por buscar, de acordo com Gil (2002), uma maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. Envolve, dessa maneira, levantamento bibliográfico e análise de exemplos que estimulem a compreensão (a partir de livros e artigos científicos e por meio de uma revisão sistemática), conforme destacado pelo mesmo autor. Também possui características de pesquisa explicativa, desde que busca identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2002). Está envolvida de alguma maneira com questões descritivas, já que “a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35).

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica em referenciais primários sobre a geometria gráfica, apresentada no capítulo 2. Em Ching (2008), Clark e Pause (1997) e Baker (1991), foram identificados os seguintes termos associados como tema da pesquisa: ‘análise’, ‘geometria’ e ‘forma’. ‘Análise’ e ‘forma’ são termos identificados no título do livro de Baker (1991); a palavra ‘forma’ aparece 91

vezes no texto de Ching (2008) e 96 vezes em Clark e Pause (1997); o termo 'geometria' é recorrente nos três autores. Embora a palavra 'análise' apareça apenas no título de Baker (1991) e uma única vez no texto de Ching (2008) e, considerando-se a recorrência dos termos 'geometria' e 'forma', vislumbrou-se a potencialidade que a associação de tais palavras poderia trazer ao estudo do tema da pesquisa.

Naquele momento, entendia-se a possibilidade de que a associação entre estas três palavras chegaria ao objeto de interesse do estudo em função das seguintes definições: 'análise', para referir-se ao procedimento analítico; 'geometria', para delimitar a abordagem de base para a análise; e 'forma', para especificar o objeto como sendo a forma geométrica da arquitetura.

Na sequência realizou-se um ensaio de revisão sistemática, com a seleção de um conjunto de artigos que empregam a geometria gráfica em estudos de arquitetura, no âmbito da revista EGA.

Para adequar-se ao formato informático conveniente à otimização dos mecanismos de busca no repositório da revista EGA, e no caso atentando-se àqueles indicados pelo próprio periódico em questão (em espanhol), foram empregados apenas os radicais destas palavras, para então abarcar derivações das mesmas, da seguinte maneira: (*análisis**) o (*geometri**) o (*form**).

O resultado desta primeira estratégia de busca foi a seleção de 222 artigos, considerando o período de 2003 a 2018, e de 166 artigos, para o período de 2014 a 2018. A partir da leitura dos títulos e resumos, como ação subsequente, muitos destes artigos foram considerados com temáticas fora do escopo da pesquisa.

Após esta observação, optou-se por agregar o método de "*Hand Searching*" (busca manual) como estratégia, selecionando-se, então, os artigos que explicitavam, com imagens, o uso da geometria gráfica sobre as representações de arquitetura.

Frente à referida experiência, avaliou-se a necessidade de reaplicar o método de revisão sistemática, porém com a adição de procedimentos que pudessem melhor precisar a localização dos estudos específicos sobre o tema de interesse. Com isto, o problema formulado (passo 1 do protocolo) foi ampliado. Tinha-se, para o primeiro ensaio, o seguinte problema: "qual a incidência e como atualmente são configuradas as estruturas dos saberes que apoiam análises de geometria gráfica para a construção de conhecimento em arquitetura?".

Assim, a ampliação do problema observou também como esse tipo de estudo foi referenciado junto às investigações, mantendo-se o mesmo periódico como universo de análise.

Contudo, em função da ampliação do problema, o processo de seleção das palavras-chave, relativo à delimitação dos mecanismos de busca (passo 2), foi incrementado: tratou-se de ampliar a revisão bibliográfica inicial para compreender os termos associados aos métodos analíticos por geometria-gráfica, para constituir o que se denominou, no âmbito desse trabalho, de fontes primárias. Foram adicionados os seguintes estudos: Doczi (1990); Leupen *et al.* (1999); Flório *et al.* (2002); Elam (2010); Eisenman *et al.* (2011); Unwin (2013) e Le Corbusier (2014). Em tais autores identificou-se a recorrência do termo *traçado regulador*, o que apontou a necessidade de incluí-lo como palavra-chave para a busca dos artigos. Dessa maneira, os termos de busca em um segundo momento ficaram caracterizados por: 'análise gráfica', 'geometria' e 'traçado regulador'.

As palavras-chave foram comparadas com aquelas identificadas no estudo de revisão sistemática da produção científica, 2014 a 2018 (avanço para os passos 3 e 4). Com isto, observaram-se as correspondências ou a necessidade de ampliações da taxonomia para abarcar os sentidos de uso de cada um dos termos.

No passo 4, caracterizaram-se cada um dos elementos que compõem as estruturas de saber (problemas, técnicas, tecnologias e teorias) associadas ao método empregado no contexto de cada investigação.

O passo 5 sistematizou o reconhecimento de um repertório de estruturas de saber constituídas e ativadas, por meio de estudos de geometria gráfica, em investigações de arquitetura relativas a um contexto específico.

A seguir, descrevem-se detalhadamente todas as etapas da pesquisa.

3.1 Revisão bibliográfica

O estudo de **revisão bibliográfica**, apresentada no capítulo 2, buscou, primeiramente, compreender como as técnicas de geometria gráfica são apresentadas como meio de produção de conhecimento sobre arquitetura, urbanismo e paisagismo, assim como a terminologia empregada na área de conhecimento. Os autores pesquisados foram, então, considerados como fontes primárias sobre o tema, pois constam nas referências dos planos de ensino de

diversos cursos de arquitetura e urbanismo, além de que alguns estão facilmente disponíveis nas bibliotecas virtuais das instituições de ensino superior.

Nessa etapa de revisão também se buscou um método científico que pudesse auxiliar na seleção e sistematização de resultados em um universo delimitado, optando-se pelo método da revisão sistemática da literatura, em razão do seu rigor e de capacidade de ser replicado. Outro método abordado na revisão bibliográfica foi a visão estruturada do saber, da Teoria Antropológica da Didática, de Chevallard (1999), que serve como teoria de base para a categorização de estudos e materiais com foco didático, objetivo desta pesquisa.

3.2 A Revisão Sistemática sobre a produção da Revista EGA e o refinamento do método para a pesquisa

Para esta pesquisa de dissertação, o procedimento de revisão sistemática foi pautado nos protocolos de Sampaio e Mancini (2007), apresentados no capítulo 2, especialmente na definição dos mecanismos de busca para identificar quais as produções científicas seriam analisadas, como a prévia definição dos termos que efetivariam as buscas científicas realizadas.

Porém, algumas adaptações aos protocolos da pesquisa sistemática ocorreram, como a revisão por apenas um pesquisador, por conveniência e característica do estudo, e dos termos de busca considerados, estes descritos e justificados a seguir, entre eles: as particularidades do tema abordado, o qual está diretamente associado à linguagem visual para além apenas da linguagem escrita-textual, corroborando deste modo para o recorte temático de interesse da pesquisa.

Nesta investigação, a tradução textual das representações envolvidas nos estudos de análises gráficas, a própria diferença decorrente da língua utilizada (espanhola ou portuguesa) e do sentido atribuído no âmbito de cada estudo, conferiu complexidade ao processo de análise, ao se efetuar a busca pelos termos pré-determinados.

A problemática definida neste estudo e a adoção da revisão sistemática como método de pesquisa, por si só, se constituíram em um processo prévio de identificação da terminologia a ser empregada. Deste modo, apenas a escolha dos termos que seriam pesquisados ao relacionar as áreas da arquitetura e da didática, a partir da representação gráfica e textual, já definiu uma maneira de particularizar,

como um método de pesquisa, a terminologia específica da representação gráfica arquitetônica.

As etapas da revisão sistemática estão descritas a seguir.

3.2.1 Declaração das estratégias de busca

A busca de evidências (passo 2 do protocolo de revisão sistemática) parte então da delimitação de um banco de dados. Neste estudo, conforme já anunciado, este banco está caracterizado pelo repositório digital da Revista *Expresión Gráfica Arquitectónica* (EGA)⁵.

Justifica-se este periódico como universo de análise, por ser um fórum que reúne principalmente produções científicas da área da arquitetura, diretamente relacionadas ao campo da geometria gráfica. Este fórum foi identificado junto ao processo de revisão bibliográfica, quando se encontrou um conjunto de publicações de interesse particular, apontando para a possibilidade de reunir dados para uma revisão sistemática.

A Revista EGA está frequentemente associada à produção dos congressos promovidos, de dois em dois anos na Espanha, pelos professores da área de Expressão Gráfica Arquitetônica, os quais são também denominados de EGA. Estes Congressos são correspondentes, no Brasil, aos Graphics, promovidos pelos professores da área de geometria e expressão gráfica.

Entretanto, os EGAs estão mais dirigidos à representação em arquitetura e enfatizam estudos de patrimônio arquitetônico. Isto também, de certa maneira, como anunciado na introdução deste trabalho, permite aliar os interesses no campo formativo de arquitetura e seus direcionamentos para compreender projetos de intervenção em patrimônio arquitetônico.

Além disto, este periódico permite o acesso gratuito a todo seu conteúdo, o qual exhibe uma produção contínua durante os últimos cinco anos (de 2014 a 2018). A definição deste período de cinco anos decorre da exigência frequente, por comitês de avaliação de produção científica, de um uso de referências bibliográficas atualizadas para o reconhecimento do estado da arte.

⁵ Acesso pelo endereço eletrônico: <https://polipapers.upv.es/index.php/EGA>.

3.2.2 A busca a partir de termos/palavras-chave

O Quadro 1 sintetiza os termos agora utilizados como mecanismos de busca: ‘análise’, ‘geometria’ e ‘traçado regulador’. No cabeçalho deste quadro, incluem-se os radicais utilizados, atentando-se para o idioma da revista, o espanhol. Entretanto, observa-se o emprego de termos compostos e ainda a adição do termo ‘gráfica’. Estes ajustes foram provenientes da experiência adquirida em utilizar este tipo de protocolo de revisão, o qual implica em contínuas idas e vindas exploratórias, atentas às especificidades não somente linguísticas como do fórum científico. Estes ajustes exigiram também revisitar os referenciais primários.

Nesta direção, a expressão “*análise gráfic**” provem do emprego em Ching (2008, p. XII, 288) e Flório *et al.* (2002, p. 9). O termo “*análise geométric**” derivou de Doczi (1990, p. 40), Clark e Pause (1997, p. 6), Baker (1991, p. 30), Unwin (2013, p. 157) e Flório *et al.* (2002, p. 14).

Quadro 1 — Termos em português e espanhol adotados como mecanismo de busca.

Análise gráfic*/Análisis gráfic*		Análise geométric*/Análisis geométric*		Traz*/Traz	
Português	Espanhol	Português	Espanhol	Português	Espanhol
Gráfica	<i>Gráfica</i>	Geometria	<i>Geometría</i>	Traçado regulador	<i>Trazado regulador</i>
Gráfico	<i>Gráfico</i>	Geométrica	<i>Geométrica</i>	Traço regulador	<i>Trazo regulador</i>
		Geométrico	<i>Geométrico</i>	Traçado geométrico	<i>Trazado geométrico</i>

Fonte: Elaboração própria.

Com a delimitação dos termos presentes na bibliografia básica, pode-se avançar para o segundo passo do protocolo da revisão sistemática: identificação de palavras-chave a serem empregadas como mecanismos de busca para a seleção dos artigos. Pode-se observar que nenhum dos termos selecionados em um primeiro momento (análise, geometria, forma) corresponde aos termos que predominam nos artigos para nomear os estudos gráfico/geométricos sobrepostos às representações de arquitetura: **traçado regulador** e **diagrama**.

Como resultado da pesquisa, aplicada a todo o repositório da Revista EGA, a partir do formato (***análisis gráfic****) o (***análisis geométric****) o (***traz****), foram listados 90 artigos, no período de 2003 a 2018. Limitando-se o escopo aos últimos cinco anos (de 2014 a 2018), foram listados 73 estudos (Quadro 2). Frente a estes números, é possível verificar que, nos últimos cinco anos (2014 a 2018),

proporcionalmente, o enfoque geométrico foi intensificado, correspondendo cerca de 81% (73) do total (90) de artigos listados em todo o período (2003 a 2018).

Quadro 2 — Resultado das buscas junto ao Repositório da Revista EGA, incluindo as categorias de autor, título, resumo e texto completo.

<i>Termos buscados</i>		<i>Resultados</i>	
		<i>De 2003 a 2018</i>	<i>Recorte de 2014 a 2018</i>
Expressão	<i>(análisis gráfic*) O (análisis geometri*) O (traz*)</i>	90	73
Radical da palavra	<i>análisis gráfic*</i>	55	46
	<i>análisis geometric*</i>	23	17
	<i>traz*</i>	36	27

Fonte: Elaboração própria.

3.2.3 Aplicação de critérios na seleção dos artigos e justificativa de exclusões

Após leitura dos títulos e dos resumos dos 73 artigos listados, foram excluídos cerca de 88%, por não corresponderem com a temática deste estudo. Com isto, reafirmou-se que a busca textual, para este estudo dificultou a seleção adequada de investigações que envolveram o uso da geometria gráfica como método de análise em arquitetura.

Sendo assim, os resultados do esforço pela busca textual foram indiretos. Provocou uma reflexão, para compreender a terminologia/taxonomia empregada na bibliografia de referência. Mas, para o caso em questão, o rigor do protocolo para definir e utilizar termos específicos trouxe resultados imprecisos. Esta questão ressaltou a problemática da diversidade de termos empregados para fazer referência ao método em estudo, ou ainda, o fato de que estes métodos não chegam a ser declarados, pelos autores das investigações, no status de palavras-chave.

Frente a isto, um dos requisitos para a seleção dos trabalhos a serem estudados passou a ser a utilização de imagens demonstrativas da aplicação das técnicas de geometria gráfica.

O universo da revista compreende 593 artigos publicados entre 2003 e 2018. Foram identificados 35 estudos que incluíram a demonstração, por meio de imagens, de uso da técnica de geometria gráfica sobre representações de arquitetura. O Gráfico da Figura 13 permite observar tal incidência, em cada ano e número de publicação.

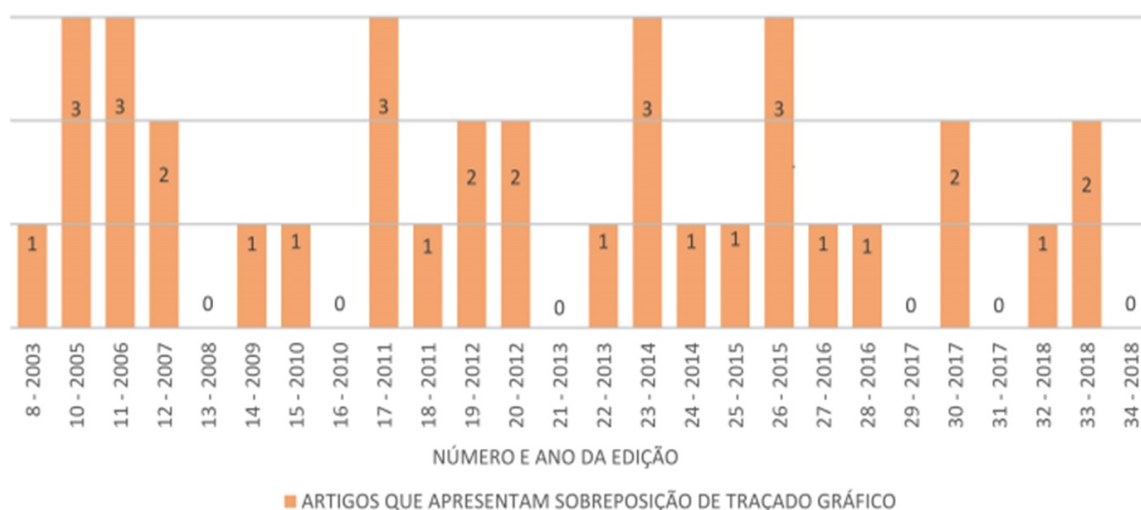


Figura 13 — Distribuição da incidência de artigos que utilizam a geometria gráfica como método junto à produção da Revista EGA entre os anos 2003–2018.

Fonte: Elaboração própria.

Considerando-se somente os artigos publicados no período de 2014 a 2018, foram analisados 15 artigos, apresentados no Quadro 3 por meio de suas palavras-chave, em língua espanhola, e de imagens que demonstrem o uso da técnica da geometria gráfica analítica. Este quadro permite compreender um pouco mais a necessidade de se ter modificado o protocolo de revisão sistemática. Como palavras-chave, observa-se que nenhum deles empregou expressões correspondentes à “análise gráfica” ou “análise geométrica” ou ainda “traçado regulador”. Destes 15 trabalhos, apenas seis utilizam parte destes termos (destacados em **negrito vermelho** no Quadro 3) ao longo dos textos de tais artigos. São eles: *traza*, em García Ortega (2014); *trazado*, em García Ortega (2015); *geometría*, em Salcedo Galera e Calvo López (2016); *análisis*, em Gimena Córdoba (2015); *gráfica*, em Mestre Martí *et al.* (2018) e em Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018).

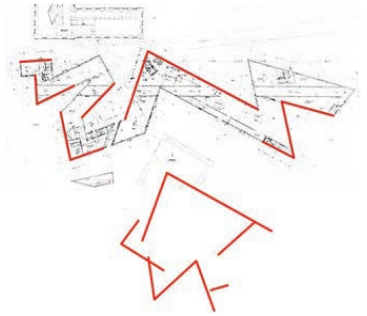
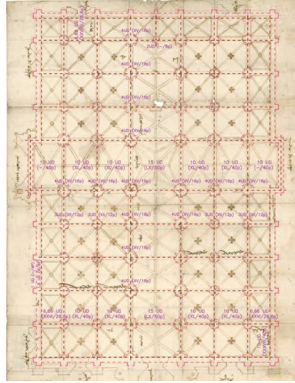
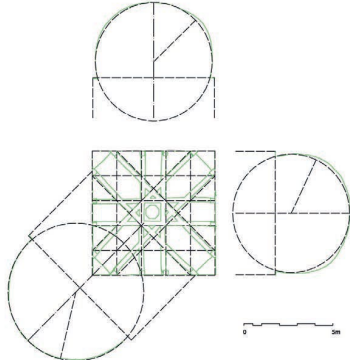
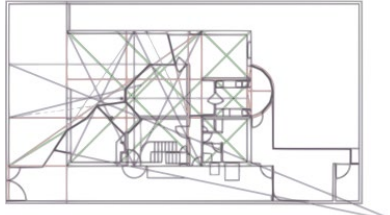
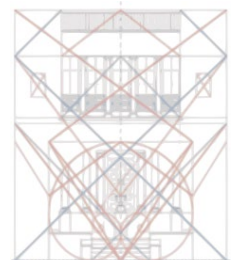
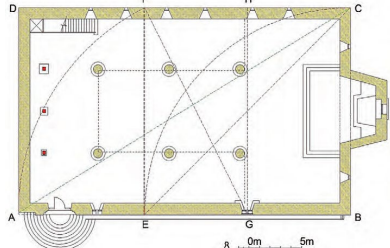
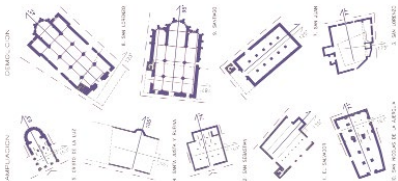
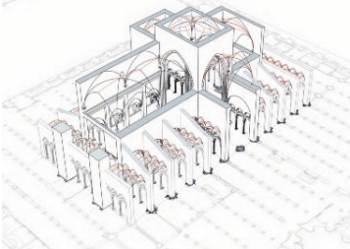
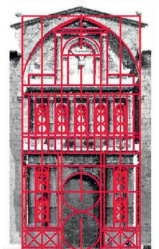
Entretanto, quatro, destes 15, elegem termos associados à análise gráfica e à geométrica (**negrito preto**). São eles: *relaciones proyectivas*, em Rivas López (2015), *retícula*, em Ovando Grajales (2018); *proporción áurea*, em Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga (2015); *proporciones*, em Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017). Ainda se observa que dois, destes 15, elegem termos para declara o uso de meios atuais de representação e documentação arquitetônica.

Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014) fazem referência à fotogrametria e ao escâner laser 3D. Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018),

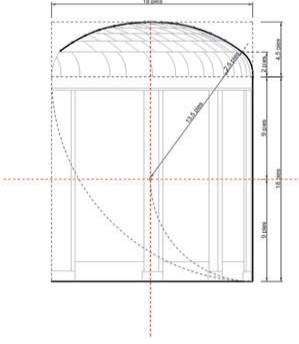
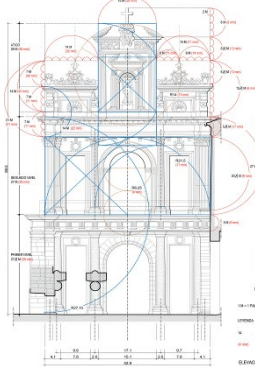
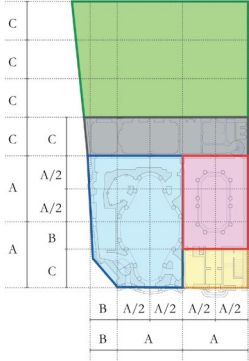
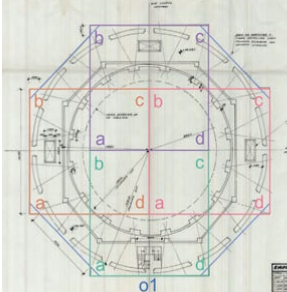
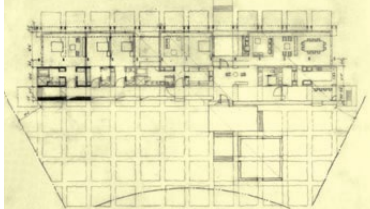
referem-se à tecnologia laser. Somando-se a estes, observa-se que Melián García (2014), Mañes Pitarch e Garfella Rubio (2016) e Grau Fernández (2017) empregam palavras-chave que também não indicam uma abordagem que se utilize da geometria gráfica como promotora para a construção de conhecimento sobre arquitetura em um processo de investigação. Assim, cinco dos 15 estudos fazem alusão às tecnologias empregadas ou, nos últimos três casos, ao autor e ao lugar do projeto analisado.

Quadro 3 — Imagens e palavras-chave dos artigos selecionados.

(continua)

<i>Imagem</i> <i>Referência: palavras-chave</i>	<i>Imagem</i> <i>Referência: palavras-chave</i>	<i>Imagem</i> <i>Referência: palavras-chave</i>
 Carmen Escoda Pastor (2014): <i>Alegoría; representación; arquitectura</i>	 Antonio Jesús García Ortega (2014): <i>Catedral; Sevilla; traza; Bidaurreta; Gótico; metrología</i>	 Antonio Almagro Gorbea e Alba Soler Estrela (2014): <i>Bóvedas de arcos entrecruzados; levantamiento arquitectónico; fotogrametría; escáner láser 3D</i>
 Ángel Melián García (2014): <i>Álvaro Siza; Picasso; arquitectura; lugar</i>	 Esteban José Rivas López (2015): <i>Relaciones proyectivas; Carmen Blanco; José Felipe Giménez Lacal; Granada</i>	 Ramón Ayerza Elizarrain; Marte Mujika Urteaga (2015): <i>Madera; Isabelino; tornapunta; proporción áurea</i>
 Antonio Jesús García Ortega (2015): <i>Mezquita; iglesia; trazado; orientación</i>	 Pilar Gimena Górdoba (2015): <i>Dibujo; análisis; tardo-Gótico; patrimonio; arquitectura; espacio; estructura; Hernán Ruíz "El Viejo"</i>	 María Jesús Mañes Pitarch e José Teodoro Garfella Rubio (2016): <i>Iglesia; Vistabella Del Maestrazgo; fachada retablo; renacimiento</i>

(conclusão)

Imagem Referência: palavras-chave	Imagem Referência: palavras-chave	Imagem Referência: palavras-chave
 Macarena Salcedo Galera; José Calvo López (2016): Geometría; <i>estereotomía; bóveda tórica; levantamiento</i>; Granada	 Aldo De Sanctis, Giuseppe Fortunato e Antonio Agostino Zappani (2017): <i>Levantamiento; arquitectura; iconografía</i>; proporciones	 Marta Grau Fernández (2017): <i>San Carlino alle Quattro Fontane; Borromini; Roma; Trinitarios</i>
 16 José Martínez Rubio, Juan José Fernández Martín e Jesús Ignacio San José Alonso (2018): <i>Patrimonio edificado</i>; tecnología láser; <i>documentación gráfica; procesado digital; modelo digital</i>	 María Mestre Martí, Antonio Jiménez Delgado, Manuel Ródenas López e Pedro Miguel Jiménez Vicario (2018): <i>Capitolio; La Habana; construcción</i>; gráfica; <i>documentación; patrimonio; arquitectura</i>	 Fredy Ovando Grajales (2018): <i>Richard Meier</i>; retícula; <i>proceso de proyecto; idea arquitectónica</i>

Negrito vermelho – parte dos termos “análise gráfica”, “análise geométrica” ou “traçado regulador”.

Negrito preto – termos associados à análise gráfica e à geométrica.

Fonte: Elaboração própria.

Estes dados confirmam tanto a hipótese do emprego de uma diversidade de termos para fazer referência ao método em estudo, como também, ao fato de que estes métodos não chegam a ser declarados no status de palavras-chave para os autores das investigações. Pois, inexistem correspondências literais entre os termos empregados para associar a uma abordagem de geometria gráfica, tal como interpretada no âmbito deste estudo. Por decorrência, destes 15 artigos selecionados na revisão “*Hand Searching*” (pelo critério visual/imagens), seis deles não foram retornados como resultado da busca a partir das palavras-chave destacadas no Quadro 3.

3.3 Visão estruturada do saber

A análise da produção da revista EGA, de 2014 a 2018, trata de compreender como os saberes que envolvem o uso de geometria gráfica para análise de arquitetura estão sendo estruturados junto ao processo de investigação em arquitetura, quais os tipos de problemas abordados e que tipos de tecnologias e teorias estão sendo associados. Com isso, se busca a **explicitação da estrutura de saber** relacionada a esse tipo de investigação, como contribuição à prática docente em arquitetura.

Por meio de uma análise qualitativa, os dados encontrados nas seções de introdução, materiais e métodos, resultados e conclusões dos artigos selecionados foram categorizados a partir da noção estruturada de um saber, apoiada na teoria do Chevallard (1999). Desta maneira, para cada artigo foram caracterizados os **elementos de um saber**, que são: os problemas, os tipos de técnicas, as tecnologias e teorias, envolvidas na análise de cada investigação. Os termos pertinentes a cada bloco da Teoria Antropológica da Didática (TAD) foram tachados (destacados, realçados) no texto da análise de acordo com as respectivas cores: **problemas** em laranja, **técnicas** em azul, **tecnologias** em amarelo e **teorias** em verde.

Além da leitura técnica arquitetônica contextualizada, considerando a linguagem visual e textual própria da representação gráfica, atentou-se durante as análises, as bibliografias de referência citadas pelos autores originais de cada artigo.

Para cada análise foi elaborado um mapa conceitual de síntese dos elementos de saber do artigo examinado, produzidos no aplicativo Miro (gratuito, disponível em <https://miro.com/>), específico para mapas mentais e conceituais.

Os mapas conceituais propostos seguem os pressupostos da teoria de Representação do Conhecimento de Omerovic, Milutinovic e Tomazic (2001), de inserção de conceitos em 'caixas' que se ligam por linhas curvas. O esquema cromático adotado para as categorias da visão estruturada do saber, tanto nos mapas e nos destaques do texto, segue o diagrama de cores do sistema CMY (ciano, magenta e amarelo) de Farias e Queiroz (2017, p. 93), inspirado em Anderson e Armen (1998), os quais destacam o uso da cor para definição de uma dimensão operacional que contribua para o raciocínio diagramático.

No cabeçalho de cada mapa conceitual é apresentado o nome do autor do estudo analisado, o título do artigo e as palavras-chave utilizadas, ambas no idioma original, o espanhol.

No capítulo a seguir serão apresentadas as análises das estruturas de saber que foram identificadas junto aos 15 artigos estudados.

4 Os elementos de saber envolvidos e a terminologia utilizada

O presente capítulo está organizado em quatro seções. A primeira apresenta a análise dos 15 artigos selecionados na revisão sistemática, sob os pressupostos da noção estruturada de um saber. Desta maneira, realizou-se uma leitura na busca de identificar cada um dos elementos (problemas, técnicas, tecnologias e teorias) envolvidos nos estudos. Na segunda parte, apresenta-se uma síntese deste tipo de leitura em um quadro geral (Quadro 4), com a intenção de reunir todos os tipos de elementos identificados junto ao universo analisado, assim como uma contextualização dos problemas encontrados (Quadro 5). Na terceira seção se desenvolve uma análise sobre a terminologia empregada nos artigos (Quadro 6), para verificar as palavras utilizadas para expressar o uso da geometria gráfica como parte dos elementos de saber envolvidos. Por fim, explicita-se a relação das palavras-chaves aos blocos do saber (Quadro 7).

4.1 Os elementos de saber identificados junto à revisão sistemática

Nesta seção descrevem-se as análises para compreender os elementos de saber associados a cada um dos artigos selecionados a partir do método de revisão sistemática. Junto a esta descrição, adicionam-se as imagens originais utilizadas no contexto de cada artigo, que auxiliaram no processo de seleção dos estudos, por explicitarem o uso da geometria gráfica como um dos elementos para a investigação em arquitetura.

4.1.1 Caso 1: O estudo de Escoda Pastor (2014) sobre o processo projetual de Daniel Libeskind

O estudo de Escoda Pastor (2014), pelo viés da representação, trata de buscar compreender o **processo de produção** de Daniel Libeskind junto ao projeto do Museu Judaico Cristão, inaugurado em 2001 na cidade de Berlim, Alemanha.

As imagens da Figura 14 são apresentadas como dados do estudo, sobre os quais Escoda Pastor (2014) se apoia para observar os propósitos do arquiteto referido tanto para gerar enquadramentos de determinados pontos de vista, capturados em momentos cenográficos potencializados pela luz (A e C), como

também para destacar o tipo de expressão utilizado por Libeskind para comunicar o projeto, a partir da geração de imagens que derivam do uso de representações digitais tridimensionais sobrepostas à linguagem textual (B).

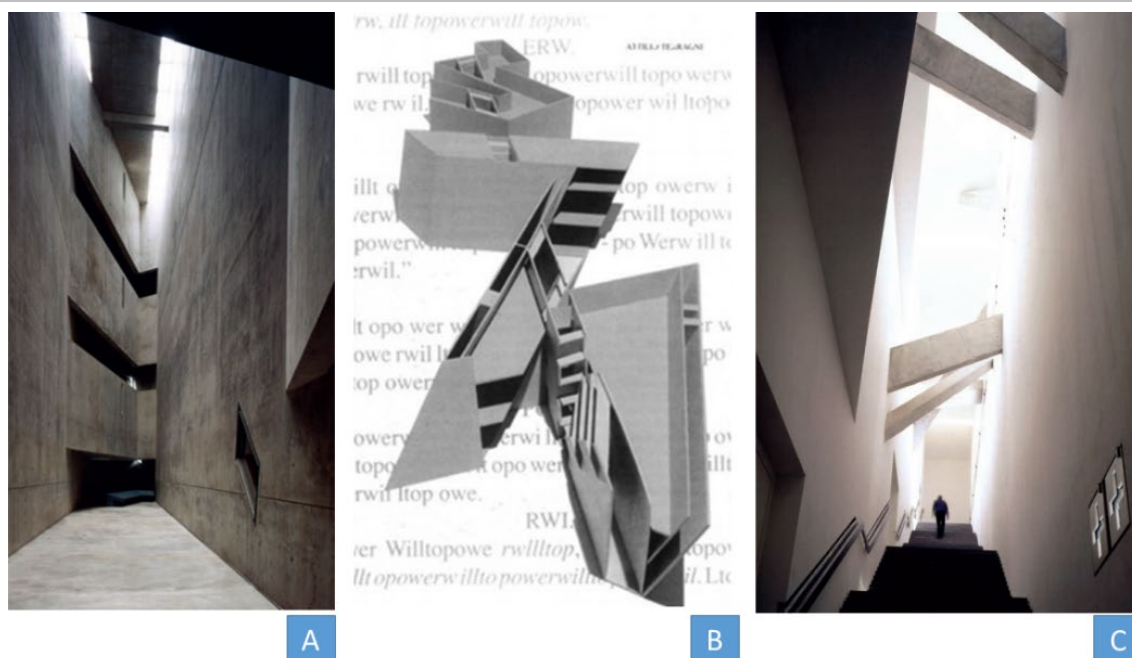


Figura 14 — A – Vista interna do Museu, na qual observa-se o recurso projetual do Daniel para remeter a memória dos “vazios” deixados pelas vítimas do Holocausto. B – Maquete física com palavras-chave ao fundo, representando a busca de Libeskind por novas formas de expressão projetual. C – Vista interna do Museu pelo eixo da continuidade, onde a escada principal representa a continuidade da história de Berlim.

Fonte: Escoda Pastor, 2014, p. 130,132,135.

Escoda Pastor (2014) compreende que Libeskind baseia seu processo projetual em instrumentos gráficos, como caligramas⁶, colagens, **diagramas**, fotomontagens, desenhos e maquetes, e ilustra esta compreensão com a Figura 14–B. Observa, ademais, que o arquiteto expressa textualmente seu processo, apoiando-se em **teorias** advindas dos campos da **Filosofia**, da **História da Humanidade** e da **Linguagem na Arquitetura**, para fundamentar as suas experimentações com a representação, como estratégia projetual. De acordo com a visão de Escoda Pastor (2014), o enfoque do arquiteto, durante o projeto está no processo criativo a partir de um movimento interativo entre leituras dos **contextos cultural, histórico e social**. Para o caso do projeto envolvido em seu estudo, refere-se ao apelo realizado à memória do Holocausto, traduzido por Libeskind com o uso da **alegoria**, do **simbolismo** e da **metáfora como figura de linguagem**.

⁶ Texto (geralmente um poema) cujas linhas ou caracteres gráficos formam uma figura relacionada com o conteúdo ou a mensagem do texto (“Caligrama”, 2020).

Escoda Pastor (2014) considera que o recurso **alegórico** explorado por Libeskind teve sua utilização direta para a narração de fatos fundamentais ao Museu, expondo primeiramente as contribuições **históricas** dos cidadãos judeus em Berlim, posterior a trágica **memória do vazio** deixado pelas mortes causadas durante o acontecimento do Holocausto e se apoia na imagem A da Figura 14 para ilustrar esta interpretação.

O estudo de Escoda Pastor (2014) destaca que o princípio da pesquisa de Libeskind, para este projeto, se estabeleceu a partir de estudos de materiais iconográficos, livros, vestígios de Arquitetura e lugares abandonados (locais vazios). O autor associa, metaforicamente, o uso de vazios projetados pelo arquiteto à ópera incompleta de Arnold Schönber. Compara os trechos finais da composição do músico, os quais evidencia a “ausência de som”, com as lacunas deixadas pelas mortes dos milhões de judeus. Com isto, reforça o argumento do uso de alegorias junto ao processo projetual de Libeskind.

Com a intenção de evidenciar como se dá a representação entre o “visível e invisível” de Berlim pós Holocausto, Escoda Pastor (2014) se apoia em desenhos de Libeskind para o traçado em planta, o qual está composto por fragmentos de linhas que remetem ao **símbolo** de uma estrela, Estrela de Davi, desconstruída (Figura 15-A). Destaca a lógica da disposição dos elementos em planta baixa, relacionada com a direção dos locais da cidade onde viveram diversos artistas judeus. Observa, assim, os parâmetros matemáticos e geométricos utilizados no processo de configuração formal, como os ângulos e até mesmo os números, como o das 49 colunas, associado ao ano de fundação de Israel, espaço onde se configura outra alegoria (um labirinto que simboliza o calvário por onde passaram os judeus). Reforça a delimitação das duas direções principais:

“Entrelíneas”, como él mismo denomina este proyecto, dos líneas principales que organizan y relacionan todos los espacios. Una de ellas una recta imaginaria que se rompe en pequeños fragmentos o espacios intersticiales; la otra, tortuosa y quebrada, que continua hasta el infinito. La línea imaginaria recta simboliza “los vacíos” del holocausto (ESCODA PASTOR, 2014, p. 128-129).

O estudo de Escoda Pastor (2014) é ilustrado pelos traçados sobre a documentação em planta para demonstrar esta leitura, exemplificada pelas imagens A e B da Figura 15. Este tipo de interpretação, por sobreposição de traçado, não

aparece, por exemplo, sobre as fotografias da obra como exemplificado nas imagens da Figura 14.

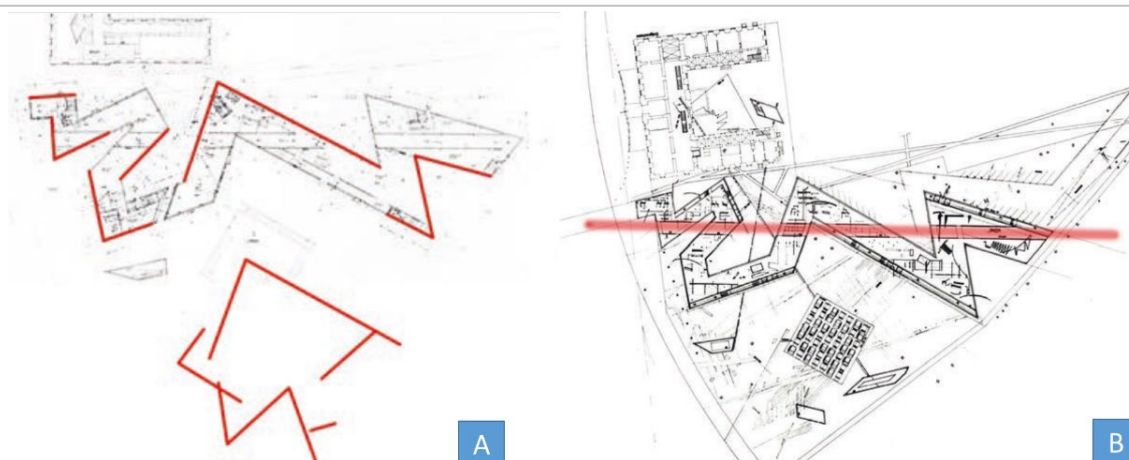


Figura 15 — A — Segmentos que formariam uma estrela de David. B — Linha reta que organiza o conjunto.

Fonte: Escoda Pastor, 2014, p. 128-129.

A partir da análise de traçados exaustivos do arquiteto e do emprego de figuras representativas, de caráter também interpretativo, Escoda Pastor (2014) constrói argumentos para afirmar que Libeskind desenvolve uma **linguagem gráfica** – um vocabulário próprio. A Figura 16–A ilustra os tipos de representações produzidas pelo arquiteto, as quais exploram a **composição de linhas e planos** desconstrutivistas, demonstrada em formato de **diagrama do traçado**. A partir desses diagramas, Escoda Pastor (2014) compreende que o arquiteto se vale da sobreposição de diversas referências, de colagens e composições com caligramas e se utiliza de materiais iconográficos extra-arquitetônicos para formular seu autêntico alfabeto. Dentre estes materiais refere-se à associação da forma das janelas com uma matriz invisível de direções baseadas na topografia da própria cidade em que o Museu se insere.

Como pode ser observado na Figura 16-B, os estudos de Escoda Pastor (2014) demonstram que a **composição** da planta do porão se dá a partir do **traçado** de três eixos fundamentais: eixo da continuidade, em amarelo, eixo do exílio, em azul, eixo do holocausto, em vermelho.

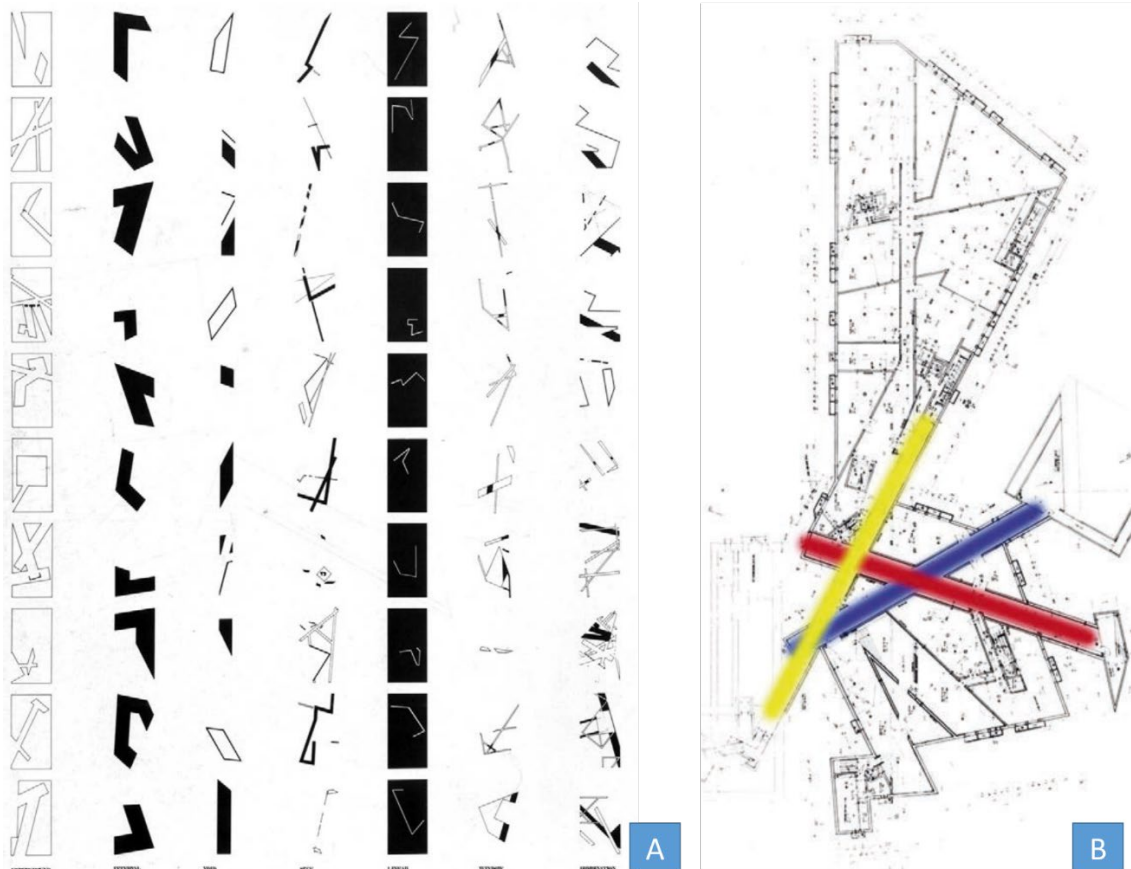


Figura 16 — A — Diagrama do alfabeto arquitetônico do Museu. B — Composição da planta do porão a partir da conformação dos três eixos do projeto.
Fonte: Escoda Pastor, 2014, p. 128-129.

A partir destas leituras gráficas formais Escoda Pastor (2014) conclui que nesta obra não há um espaço igual ao outro, em termos dimensionais e de configuração das inclinações, das lacunas, dos efeitos de iluminação, das deformações das superfícies e das disposições das aberturas. Entretanto, considera que há uma **harmonização histórica** e que o desenvolvimento de sua estrutura se apresenta carregado de **simbolismos** e **significados**.

Contudo, Escoda Pastor (2014), apoiado em argumentos gráficos, constitui um discurso interpretativo do processo criativo que envolveu o Projeto do Museu em questão. Para tanto, Escoda Pastor (2014) se vale de uma complexa estrutura de saber advinda do reconhecimento de elementos subjacentes ao processo.

A partir de uma leitura, nos termos da noção estruturada de um saber, considera-se que o **problema** estudado se refere à **compreensão do processo de configuração formal** estabelecido por Libeskind junto ao Projeto do Museu. A **técnica** gráfica empregada foi a de **identificação de um vocabulário formal** associado aos referentes de diversas naturezas, tal como de desconstrução da

estrela de Davi sobre a representação em planta baixa ou da topografia da cidade. O discurso que explica esta técnica (a **tecnologia**) advém da compreensão sobre o uso da **alegoria**, do **simbolismo** e da **metáfora como figura de linguagem**. Para a construção deste discurso Escoda Pastor (2014) se apoiou em **teorias** próprias da **história**, da **filosofia** e da **linguagem**, conforme sistematização do mapa conceitual da Figura 17.

Ao observar as palavras-chave que foram utilizadas para caracterizar o estudo, considera-se que foram retratados os elementos do saber propriamente dito (teorias e tecnologias), portanto, por aqueles que explicam como se deu a resolução da forma do Projeto. Escoda Pastor (2014) se apoia na Alegoria para explicar lógicas de configuração e organização formal.

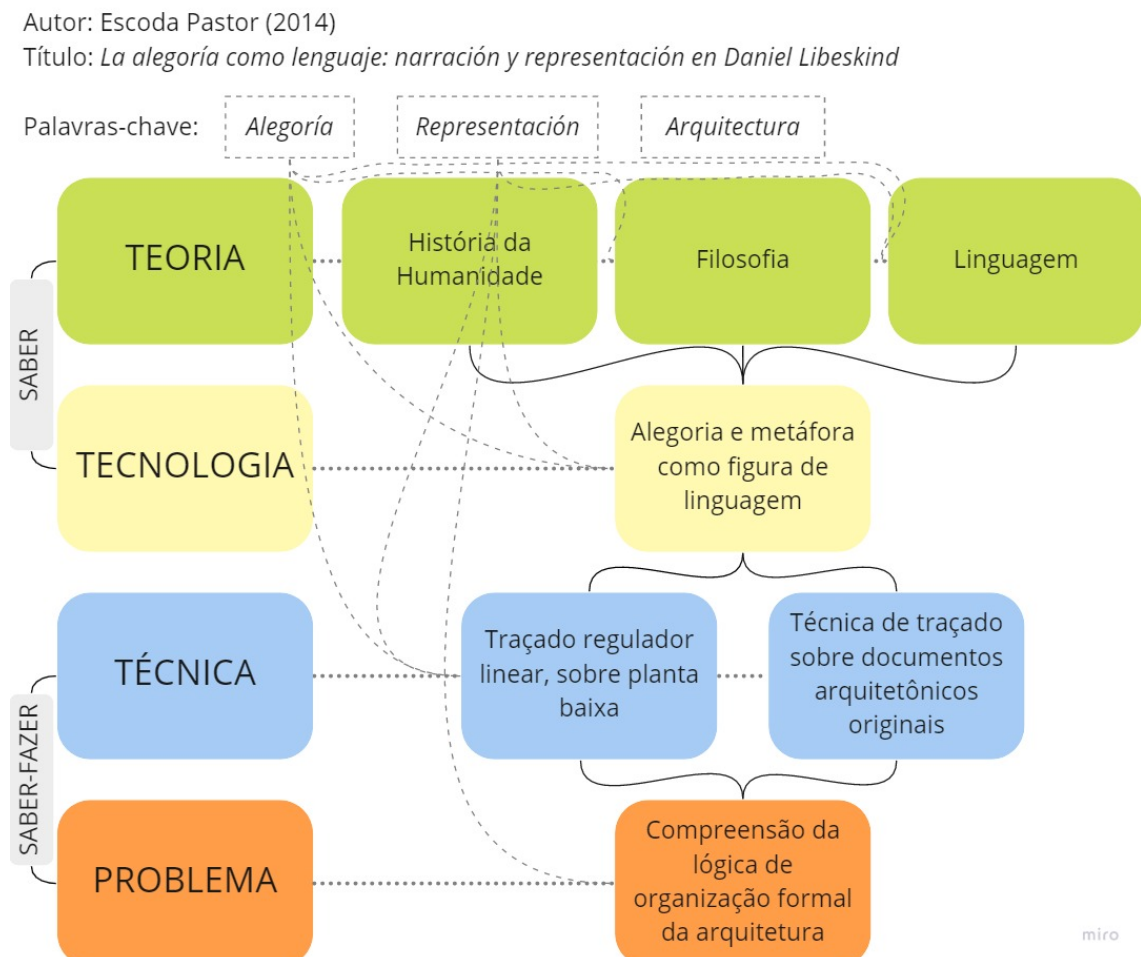


Figura 17 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Escoda Pastor (2014).
 Fonte: Elaboração própria.

4.1.2 Caso 2: O estudo de García Ortega (2014) sobre o processo de projeto gótico da Catedral de Sevilha

O estudo de García Ortega (2014) se apoia na análise gráfica de uma planta baixa, encontrada em 2008, datada de meados do século XV, relativa à Catedral de Sevilha, Espanha, para investigar sobre a **historiografia** deste edifício.

García Ortega (2014) desenvolveu hipóteses sobre o **processo de projeto** a partir das informações gráficas contidas nessa planta, as quais se referem à representação de paredes e pilares ordenados por uma malha ortogonal sobreposta, com as projeções das estruturas nervuradas das abóbodas sem haver valores numéricos como ilustrado na Figura 18.

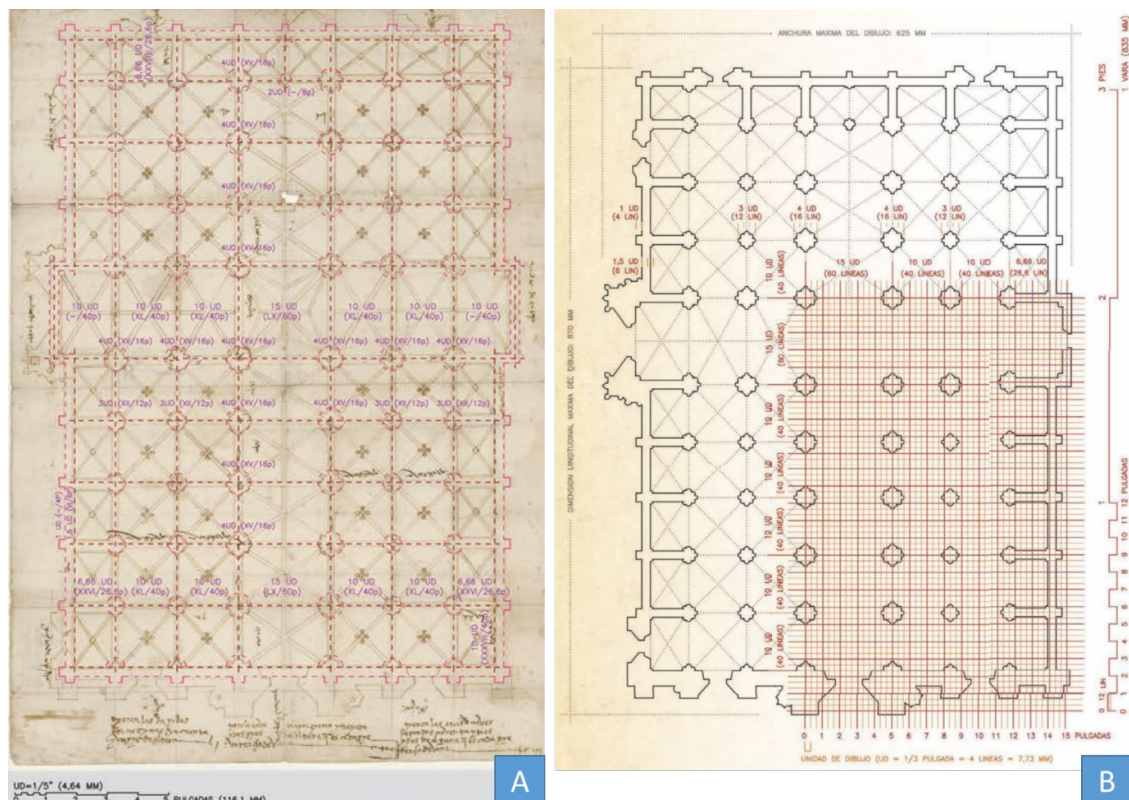


Figura 18 — A – Traçado regulador e Unidades de Desenho sobre o Plano de *Bidaurreta*. B – Hipóteses sobre tamanho e desenho do traçado original.
Fonte: García Ortega, 2014, p. 186-187.

Verificou-se no estudo de García Ortega (2014) o emprego de técnicas de dedução e **comparação** das **medidas** e **proporções** entre planta e elevações e entre as diferentes partes e elementos construtivos. Foi utilizada a densificação da malha ortogonal para identificar possíveis modulações e unidades de medida empregadas em diferentes momentos construtivos da edificação.

O estudo é subsidiado pelos registros históricos relativos à construção da Catedral que explicam e justificam as hipóteses sobre a datação e a autoria, por meio da interpretação de um **sistema de proporções** e de escalas próprias. García Ortega (2014) registra estes achados em desenho como ilustrado pela Figura 19 e em texto:

Estas importantes transformaciones, en una fábrica en marcha, apuntan también a un cambio de maestro, que por las fechas aludidas sería el relevo entre Ysanbarte (ausente desde julio de 1434) y Carlín (incorporado ya en mayo de 1435). Si el primero pudo ser el autor de la desconocida traza original, al último debieran atribuirse los ajustes dimensionales que suponen las cotas, y posiblemente la propia planta de Bidaurreta (GARCÍA ORTEGA, 2014, p. 190)



Figura 19 — A — Padrões métricos P_i e P a partir da vara castelhana. B — Escala inicial do traço e da implantação baseada em $UD = P_i = VARA \times \sqrt{2}$ e ajuste a $UD = P = 4$ pés. C — Esquema hipotético do traçado encontrado entre planta e seções.

Fonte: García Ortega, 2014, p. 188, 189 e 192.

A partir da leitura nos termos da noção estruturada de um saber considera-se que os **problemas** estudados se referem à compreensão acerca do **processo de projeto**, à elaboração de hipóteses sobre a datação e autoria, à identificação das etapas construtivas, ao incremento na historiografia da edificação e à produção de documentação gráfica. A **técnica** do **estudo metrológico**⁷ e a **comparação** entre representações de arquitetura estão apoiados no reconhecimento de um **sistema de proporções** e de **modulação**. Estes sistemas aqui são interpretados como

⁷ Metrologia, “estudo e descrição dos padrões universais de pesos e medidas em todas as épocas”, do grego *metron*, que significa medida, e *logos*, que remete a ciência (“Metrologia”, 2020). Até a implementação do sistema métrico decimal de medidas no final do século XIX, o sistema métrico utilizava medidas antropométricas, ou seja, medidas derivadas do corpo humano como padrão para as construções, que variavam de país para país (OLIVEIRA, 2012; ROLDÁN MEDINA, 2014).

tecnologias, por se configurarem como discursos construídos para explicar um modo de projetar. Por sua vez, estes discursos estão fundamentados em **teorias** de organização formal, sistematizadas em **Tratados de Arquitetura** e que foram associadas ao modo de produção da arquitetura gótica. Para isto o estudo se apoia na **História** e na **Teoria da Arquitetura** a partir do reconhecimento de obras correlatas. Com este tipo de estudo que envolve a geometria gráfica García Ortega (2014) identifica a existência de diferenças procedimentais de cada projetista, tempo e estilo.

O mapa conceitual da Figura 20 registra a leitura realizada sobre os elementos de saber relativos à investigação de Garcia Ortega (2014). E, ao observar as palavras-chave empregadas nesta investigação, *traza* e *metrología*, observa-se que, neste caso, foram selecionados os elementos do bloco do saber-fazer. O estudo destacou a maneira como realizou a investigação: **estudos metrológicos** sobre uma planta baixa para a construção de conhecimento sobre a história do edifício.

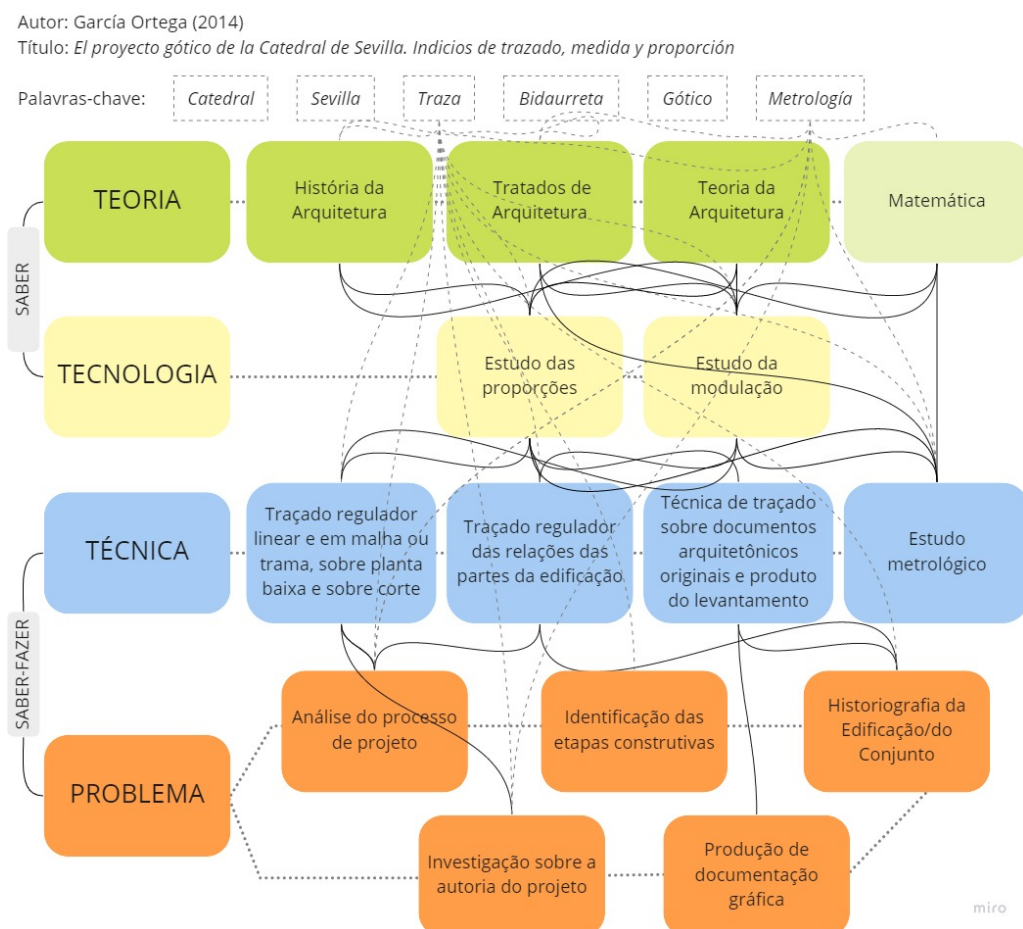


Figura 20 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Garcia Ortega (2014).
Fonte: Elaboração própria.

4.1.3 Caso 3: O estudo de Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014) sobre a geometria das abóbadas da Torre do Castelo de Villena

Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014) fazem uma análise geométrica de dois elementos construtivos da Torre do Castelo de Villena, Espanha (Figura 21–A), considerada uma obra arquitetônica em estilo mudéjar. Dentre os objetivos do estudo está o de **elucidação da geometria** de duas abóbadas estruturadas por arcos entre cruzados.

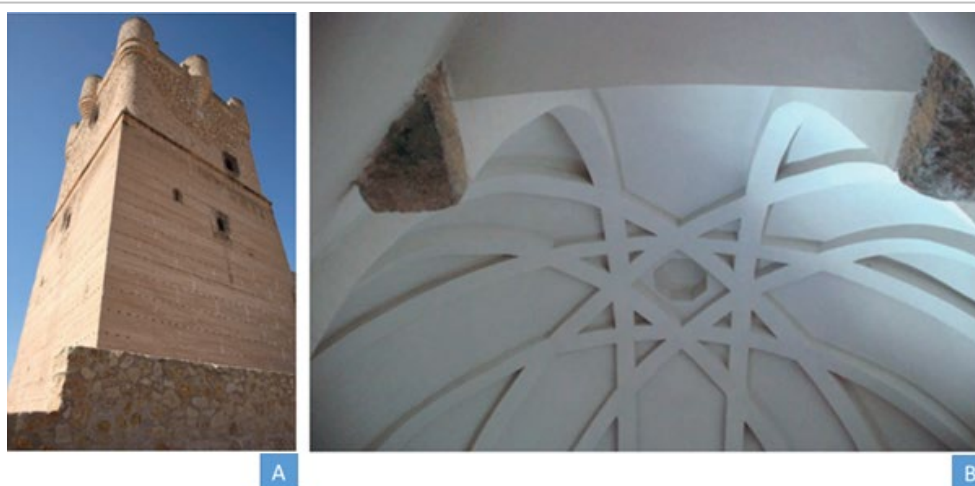


Figura 21 — A – Torre do Castelo de Villena/Espanha. B – Vista interna da Torre do Castelo, evidenciando uma das abóbadas de arco entrecruzado.

Fonte: Soler Estrela e Almagro Gorbea, 2014, p. 205 e 208.

O estudo se vale de várias técnicas de **levantamento arquitetônico**, desde as tradicionais, com visita ao local, medição e croquis, ao emprego de procedimentos da **topografia**, da **fotogrametria** digital e de **escaneamento a laser**. A investigação traz um discurso que especifica e detalha as técnicas de levantamento empregadas e se alarga em explicar inclusive as especificações dos equipamentos utilizados. O trabalho explana também sobre o modelo de nuvem de pontos, obtido tanto por fotogrametria como por escaneamento a laser.

As imagens demonstram que o estudo de Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014) envolveu a geração de **representações pelo sistema paralelo ortogonal**, obtenção da documentação técnica de plantas, cortes e elevações (Figura 22–A). Demonstram também o emprego de **métodos descritivos**, de rebatimentos para averiguar o tipo de geometria das abóbadas e a **verdadeira grandeza** dos arcos de circunferência que definem a curvatura das mesmas (Figura 22–B). Desta maneira

os procedimentos estão fundamentados na **geometria descritiva** e no **desenho técnico**.

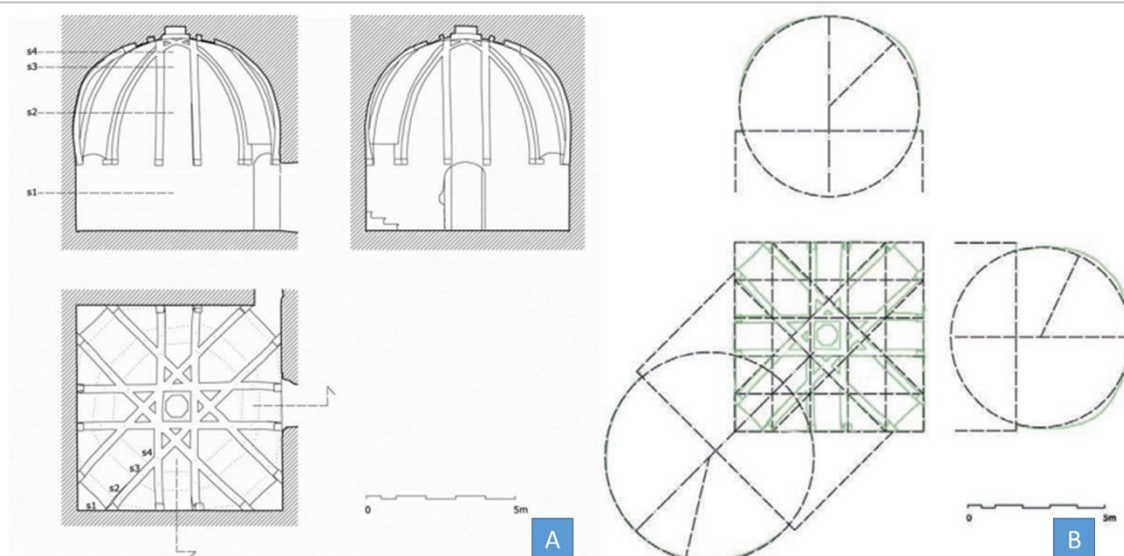


Figura 22 — A – Vistas internas da sala do nível inferior. B – Geometria e traçado da abóbada.
Fonte: Soler Estrela e Almagro Gorbea, 2014, p. 211 e 2012.

Na interpretação da investigação de Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014), nos termos da noção estruturada de um saber, registram-se os **problemas** de elucidação da geometria das abóbadas, a qual permite formular hipóteses sobre a datação da construção (**problema** de **historiografia do conjunto**) e fornecer informações sobre a maneira como essa abóboda foi construída (**identificação das etapas construtivas**). Por **processos comparativos** os autores comprovaram que as abóbodas estudadas são únicas, afirmando a capacidade criativa dos construtores. Os autores também realizaram uma comparação das técnicas de levantamento arquitetônico utilizadas.

No estudo, identificam-se o emprego das **técnicas** de levantamento arquitetônico tradicional, por fotogrametria e escâner a laser, incluindo-se o processamento da nuvem de pontos, o desenho técnico, os métodos descritivos e a comparação da geometria de abóbodas de outras construções da mesma época. Interpretam-se como **tecnologias** (o discurso que explica a técnica), a topografia, a explicação sobre o funcionamento da fotogrametria digital, o escaneamento a laser e a explicação de como se construíam as abóbodas. As **teorias** que produziram as tecnologias são aquelas da fundamentação informática, da matemática, da geometria descritiva, além da própria história e teoria da arquitetura. Estas, por sua vez, dão subsídios para selecionar as tecnologias a serem empregadas no estudo,

tendo em vista o registro dos modos de fazer ao longo do tempo e do lugar para serem comparados e deduzidos por diferenças e similaridades.

O mapa conceitual da Figura 23 resume a leitura realizada sobre o estudo de Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014), para a identificação dos tipos de elementos de saber que envolvem a estrutura que levou à ampliação do conhecimento sobre a arquitetura analisada. Observa-se que, das quatro palavras-chave, três se ocupam de situar o estudo no campo das técnicas de levantamento, compreendendo-se a ênfase da inserção de novos elementos que atribuem precisão para este tipo de estudo gráfico sobre a representação: fotogrametria digital e escaneamento a laser. E, dada a inovação para o contexto empregado, o estudo investe nos discursos que explicam estas técnicas, considerando-se assim a ênfase nas tecnologias.

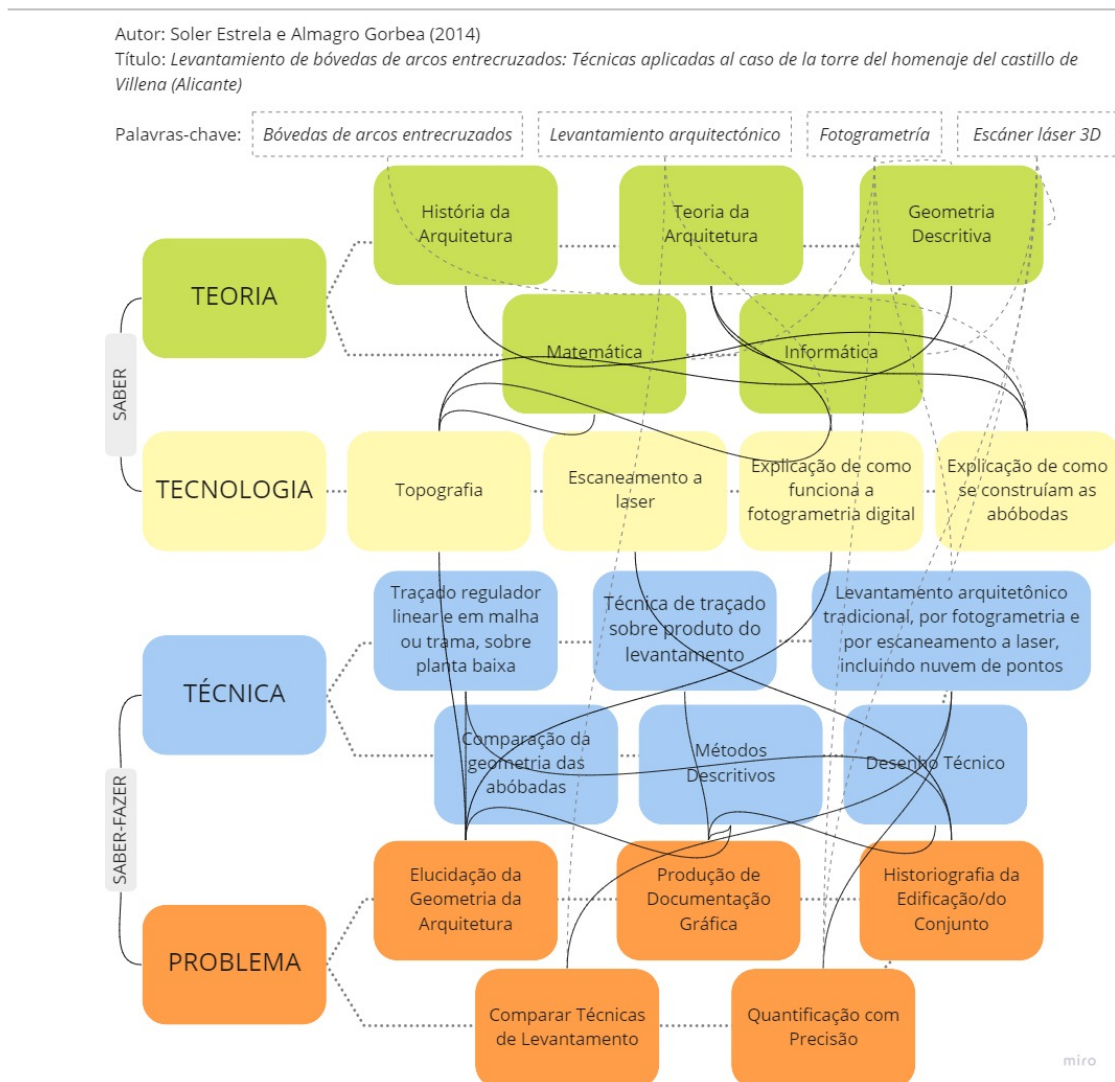


Figura 23 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014).

Fonte: Elaboração própria.

4.1.4 Caso 4: O estudo de Melián García (2014) sobre o processo de projeto de Álvaro Siza

O estudo de Melián García (2014) busca, a partir da análise da configuração formal, compreender o **processo de projeto** empregado na Casa Beires, pelo arquiteto Álvaro Siza. Esta casa é localizada em Póvoa de Varzim, Portugal, construída entre 1973 e 1976. O conjunto de imagens da Figura 24–A ilustra os tipos de representações da Casa, desde as fotografias à documentação técnica, utilizadas como dados para a realização do estudo referido.



Figura 24 — A – Fotos externas da Casa Beires. B – Plantas baixas, cortes e elevações da Casa Beires.

Fonte: Melián García, 2014, p.83-84.

Os traçados elaborados por Melián García (2014) explicitam o tipo de investigação, a qual parte da hipótese de que cada elemento construtivo está dimensionado e posicionado em **lugares geométricos** que derivam de um entrelaçamento de diagonais de retângulos proporcionais. O autor se apoia no estabelecimento da relação da teoria cognitiva do processo criativo de Álvaro Siza com a prática cubista de Picasso.

Esta **analogia**, entre a prática de Siza e a de Picasso, para Melián García (2014), se faz destacada na distribuição do programa da residência, na ordenação e na forma das paredes e esquadrias, no uso da luz e nas centralidades, as quais são reguladas por princípios geométricos que se assemelham ao pictórico. Traz para o

corpo do trabalho imagens de obras de Picasso (Figura 25). Com a imagem 25–A, Melián Garcia (2014) quer ilustrar a estratégia de unificação da figura e fundo, um tipo de efeito visual empregado na obra de Siza. Com a 25–B, o autor enfatiza o esquema de forças centrífugas e centrípetas. Evidenciam-se neste conjunto o rompimento da continuidade das superfícies e das esquinas, da tensão e do movimento, considerado por Melián Garcia (2014) como princípios também presentes na obra de Siza.

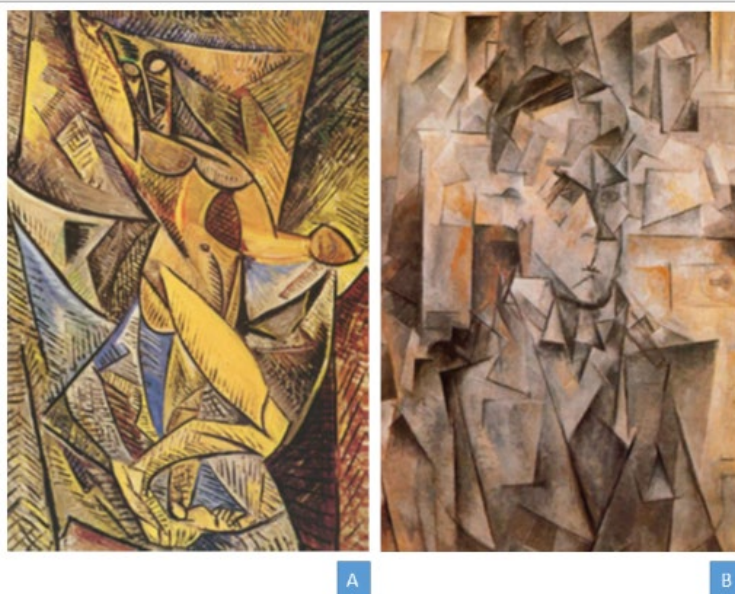


Figura 25 — A – Obra de Picasso, 1907, titulada em espanhol como: “*Desnudo con pañería*”, a qual é relacionada com o projeto da Casa Beires pela unificação da figura e fundo. B – Obra de Picasso, 1909–1910, titulada em espanhol como: “*Retrato de W. Uhde*”, considerada dentro da última fase do cubismo, relacionada com à obra edificada de Siza, pelo esquema centrífugo contraditório. Fonte: Melián Garcia, 2014, p.86-87.

Como resultado desta investigação, Melián Garcia (2014) demonstra um exercício de traçado para descortinar estas lógicas geométricas sobre a planta baixa (Figura 26–B), como uma malha que se densifica para então configurar as formas de cada elemento da edificação.

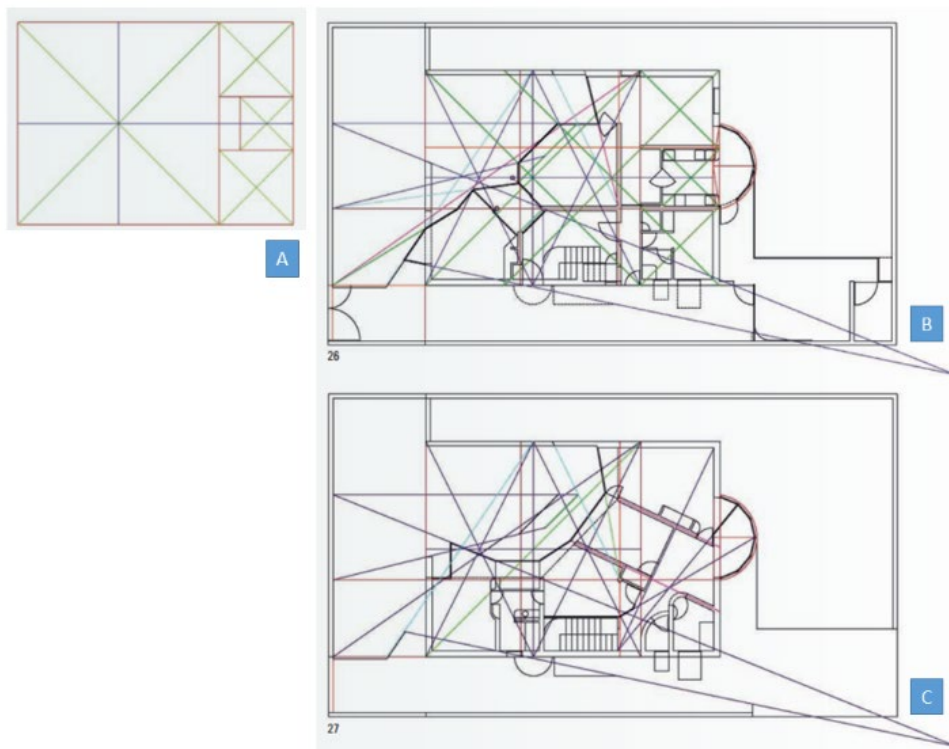


Figura 26 — A — Sistema geométrico base. B — Estudo gráfico do sistema geométrico do pavimento térreo. C — Estudo geométrico do pavimento superior.
Fonte: Melián Garcia, 2014, p.85.

A partir de uma leitura, nos termos da noção estruturada de um saber, considera-se que a **técnica** gráfica empregada foi a do **traçado regulador por malha e diagonais**. A **tecnologia**, discurso que explica a técnica, advém do **estudo do modo de fazer do cubismo** e dos **sistemas proporcionais**. Na pesquisa de Melián Garcia (2014) é possível compreender, então, que as **teorias** advêm da **História da Arte, da Arquitetura** e da **Matemática**, os quais permitem fundamentar o **estudo sobre a organização formal** da Casa Beires, identificada aqui como o **problema** do estudo, interpretação ilustrada no mapa conceitual da Figura 27.

Ao observar as palavras-chave utilizadas para este estudo, percebe-se que de Melián Garcia (2014) explicita essencialmente elementos relativos à teoria e ao discurso que vai indicar o tipo de investigação a ser realizada. Sendo assim, as palavras enfatizam o bloco do saber propriamente dito. O emprego da geometria gráfica então foi guiado pelo reconhecimento sobre a trajetória do arquiteto que advém de influências cubistas.

Autor: Melián García (2014)

Título: *Crear el lugar: analogías entre la práctica pictórica del cubismo de Picasso y la práctica arquitectónica de Álvaro Siza La Casa Beires, Álvaro Siza; Póvoa do Varzin, Oporto (1973-1976)*

Palavras-chave:

Álvaro Siza

Picasso

Arquitectura

Lugar

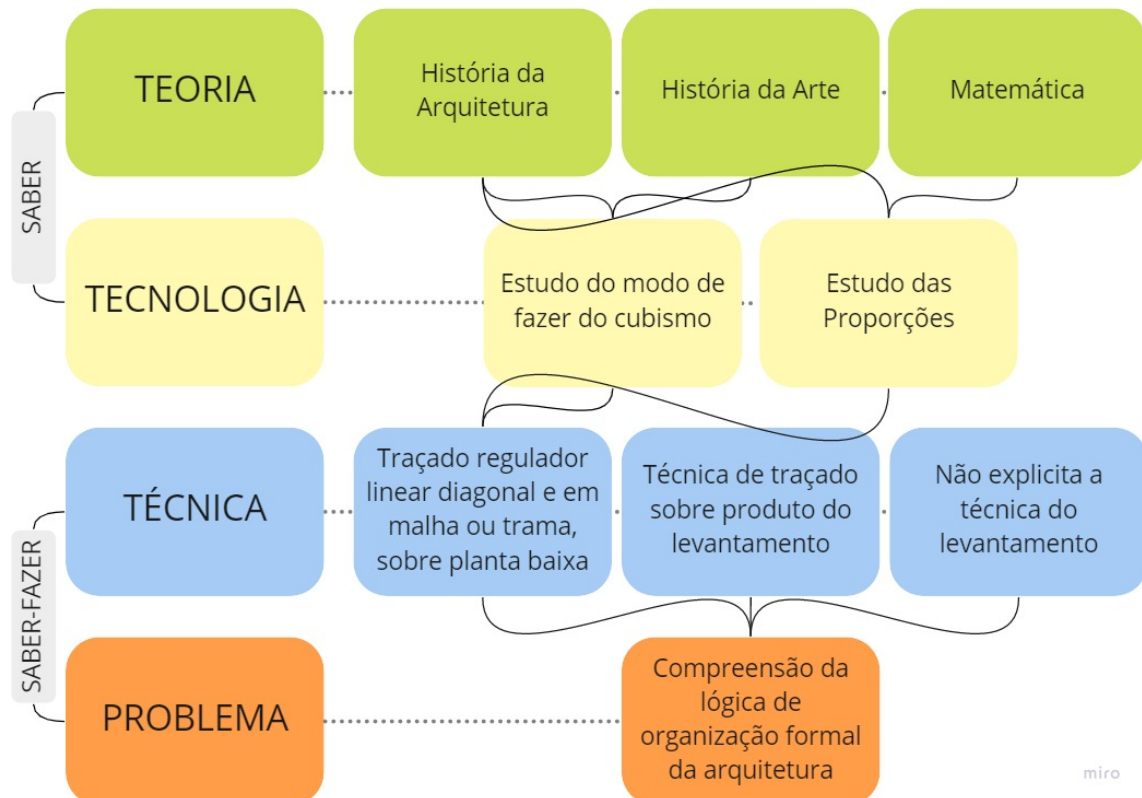


Figura 27 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Melián García (2014).
Fonte: Elaboração própria.

4.1.5 Caso 5: O estudo de Rivas López (2015) sobre o processo de projeto do edifício Carmem Blanco

A pesquisa de Rivas López (2015) se utiliza de procedimentos geométricos similares aos identificados no caso anterior (caso 4) também para compreender o **processo de projeto** (**problema**) do edifício Carmen Blanco (Figura 28). Este edifício foi construído entre 1916 e 1930 e está localizado em Granada, Espanha e abriga a Fundação Rodríguez-Acosta. Entretanto, neste caso estudado, diferentemente do anterior, o estudo buscou identificar indícios sobre a autoria do projeto.

Segundo Rivas López (2015), a edificação tem importância por dominar a paisagem de Granada, em virtude do seu posicionamento estratégico na colina

Mauror (Figura 28–A). O autor também considera a qualidade estética da obra e investiga o tipo de organização formal que atribui esta qualidade. Refere-se à estética dos ornamentos e do “equilíbrio entre o todo e as partes”. Associa esta organização, ilustrada pelo conjunto das imagens da Figura 28 com a “eurytmia de que Vitrúvio falava” (RIVAS LÓPEZ, 2015, p. 279, tradução do autor). Essa especulação quanto à eurytmia é realizada graficamente a partir da análise sobre as representações de caráter técnico.

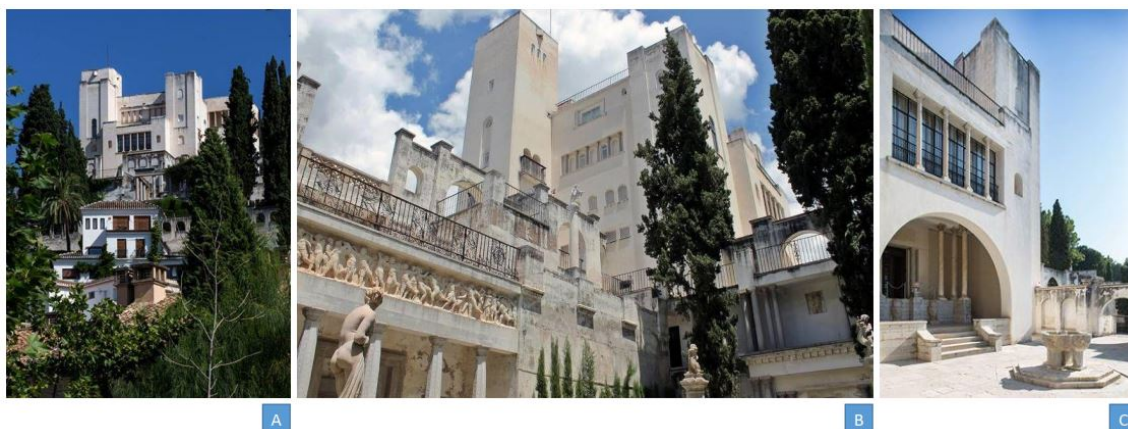


Figura 28 — A, B e C – Imagens do edifício Carmen Blanco.
Fonte: Fundación Pública Andaluza Rodríguez-Acosta, s.d.

Rivas López (2015) identifica a utilização de um sistema de proporções que relaciona os retângulos envolventes de cada uma das partes e do todo. Identifica proporções 1:1 (quadrada), a áurea, o gnomon do segmento áureo, juntamente com a proporção cordobesa (Figura 29–A). O autor afirma que a incidência destas lógicas auxiliou na confirmação sobre a autoria do projeto.

Observou-se também que o estudo foi realizado sobre plantas e elevações, enquanto que no caso 4 (sobre uma obra de Siza) o estudo esteve centrado na especulação em relação à planta baixa.

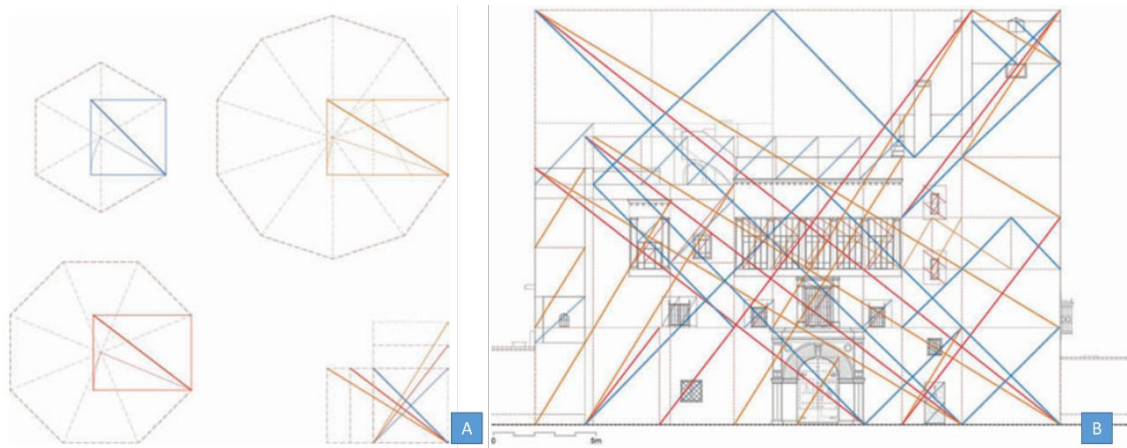


Figura 29 — A — Retângulos proporcionais sobre a obtenção geométrica, proporção 1:1 na cor azul, áurea na cor laranja e cordobesa na cor vermelha. B — Traçados reguladores da Fachada Sul.

Fonte: Rivas López, 2015, p.281 e 284.

O exercício de leitura sobre os elementos de saber envolvidos neste estudo está registrado pelo Mapa Conceitual 5 (Figura 30). Compreendeu-se que os traçados (**técnica**) estiveram guiados pelo propósito de explicitar a lógica compositiva e de entender a regulação por meio de proporções específicas (**tecnologias**). As **teorias** também foram mencionadas no estudo, associadas às vitruvianas.

Dentre as palavras-chave utilizadas para caracterizar o estudo está “relações projetivas”, a qual se interpreta como expressão associada ao sistema de proporção, contemplando os elementos técnica (traçados), a tecnologia (explicação do tipo de relação) e teoria (euritmia).

Autor: Rivas López (2015)

Título: *Relaciones proyectivas en la arquitectura del Carmen Blanco*

Palavras-chave: *Relaciones proyectivas* *Carmen Blanco* *José Felipe Giménez Lacal* *Granada*

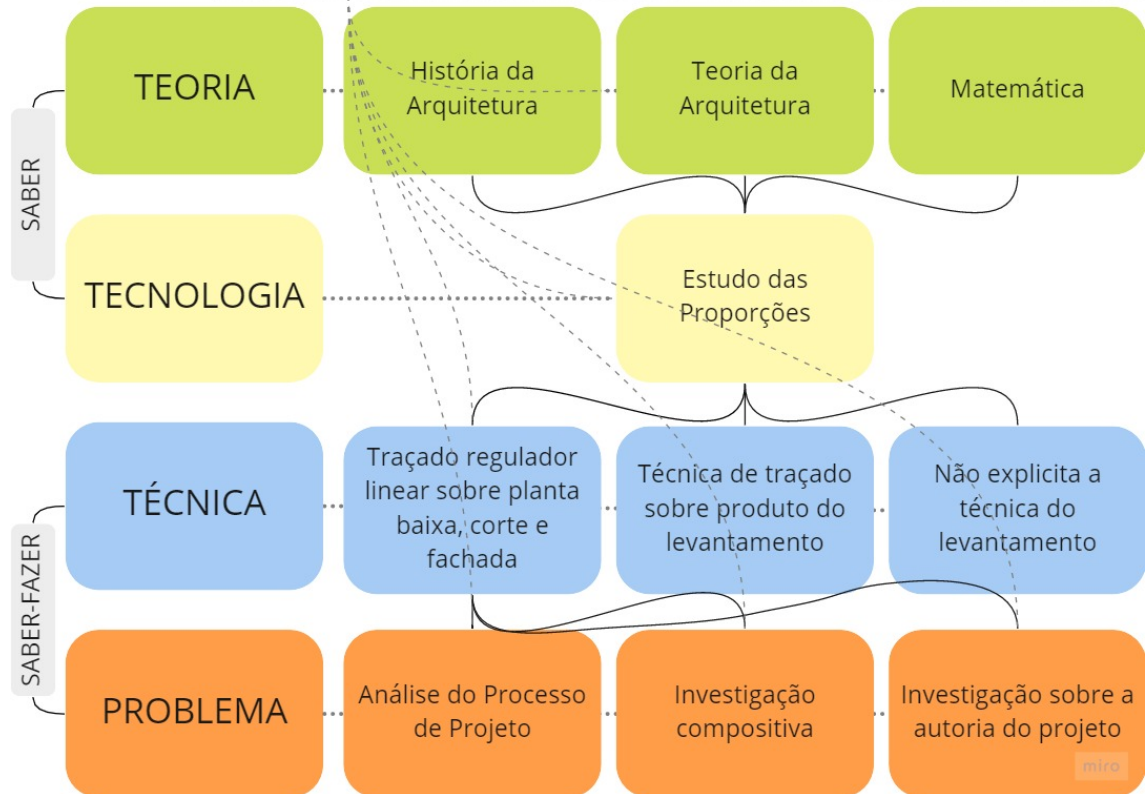


Figura 30 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Rivas López (2015).
Fonte: Elaboração própria.

4.1.6 Caso 6: O estudo de Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga (2015) para compreender a lógica da arquitetura do templo gótico “*La Antigua*”

O estudo de Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga (2015) se dedica a **compreender a lógica de organização formal da arquitetura** do templo *La Antigua* (Figura 31), construído no município de Zumarraga, Espanha. Este edifício, datado entre o final do século XV e início do século XVI, de acordo com os autores, é um dos únicos exemplares em madeira deste período que permanece erguido na comunidade.



Figura 31 — A — Vista interior axial das naves em direção à cabeceira do templo. B — Triangulação das diagonais de madeira (*jabalcones*) insinua a curvatura de abóbodas.

Fonte: Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga, 2015, p.93 e 95.

A sobreposição de traçados sobre a documentação arquitetônica também caracteriza a maneira como Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga (2015) investigam e justificam a importância deste tipo de estudo e produzem argumentos gráficos que explicam o **esquema compositivo** e **elucidam o tipo de geometria envolvida**. A partir deste tipo de dados embasam uma **análise estilística** e **tipológica** da construção. Enfatizam, especialmente, a necessidade de um olhar sensível para o emprego de sistemas proporcionais que organizam formalmente a obra analisada. Os autores consideram que:

A manipulação e subsequente especulação sobre valores singulares – e até aqui reconhecíveis – de determinadas proporções e suas potencialidades expressivas e capacidades estéticas seriam a consequência natural da reflexão dos profissionais do desenho em relação com seu instrumento de trabalho. Desta maneira, a proporção torna-se, também, um signo, uma linguagem não obrigatoriamente secreta, porém reveladora, mas nenhum pouco explícita nem necessariamente evidente, cujo reconhecimento está sempre à disposição de quem observa com empenho, conhecimento e sensibilidade requeridos (AYERZA ELIZARAIN; MUJIKÁ URTEAGA 2015, p. 96, tradução do autor).

O estudo também inclui um discurso explicativo sobre as razões da atribuição de valor à identificação de sistemas de proporções. Fazem referência aos **Tratados de Arquitetura** de Vitruvius, Villard d'Honnecourt e Rodrigo Gil, para justificar que estes sistemas são determinantes para o desenho, composição e coordenação geométrica, como ocorre com o sistema identificado neste templo gótico analisado.

O estudo declara que as análises foram realizadas sobre uma documentação obtida por um levantamento tradicional desenvolvido em 1988. A partir do traçado em planta baixa e cortes, demonstrados de maneira didática (incluindo os procedimentos específicos de rebatimento das diagonais) como se pode perceber na

Figura 32, Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga (2015) constataram o uso da razão áurea e das relações proporcionais entre partes da edificação.

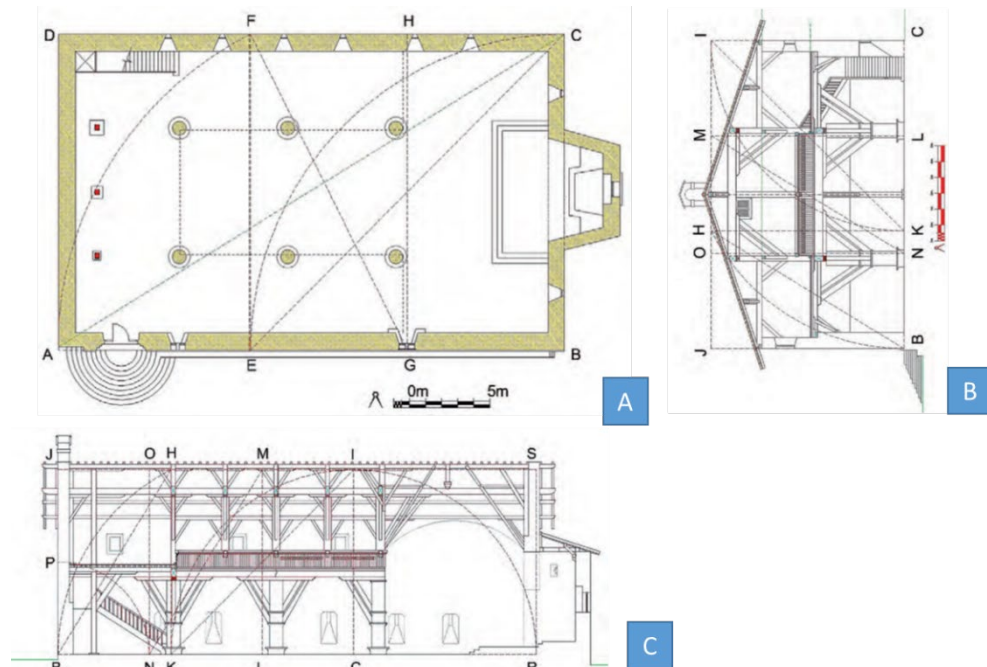


Figura 32 — A — Estudo geométrico em planta. B — Geometria em seção transversal. C — Geometria em seção longitudinal.
Fonte: Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga, 2015, p.96-97.

Encontra-se neste estudo uma abordagem similar aos estudos de Escoda Pastor (2014) e Melián García (2014). O estudo explicita os elementos **teóricos** que apoiaram a escolha da **técnica** para construir conhecimento sobre a edificação a partir da materialidade de uma representação (sobre desenhos técnicos). Considera-se que foi atribuído um peso maior para o elemento **tecnologia**, frente à dedicação em apresentar a explicação de como verificar, pelo desenho, relações proporcionais determinadas e ainda justificar sua importância (Figura 33). Este peso é representado também pela eleição da palavra-chave *proporción áurea*.

Autor: Ayerza Elizarain e Mujika (2015)

Título: *Descripción y análisis geométrico del templo parroquial de Santa María la Antigua de Zumárraga (Guipúzcoa)*

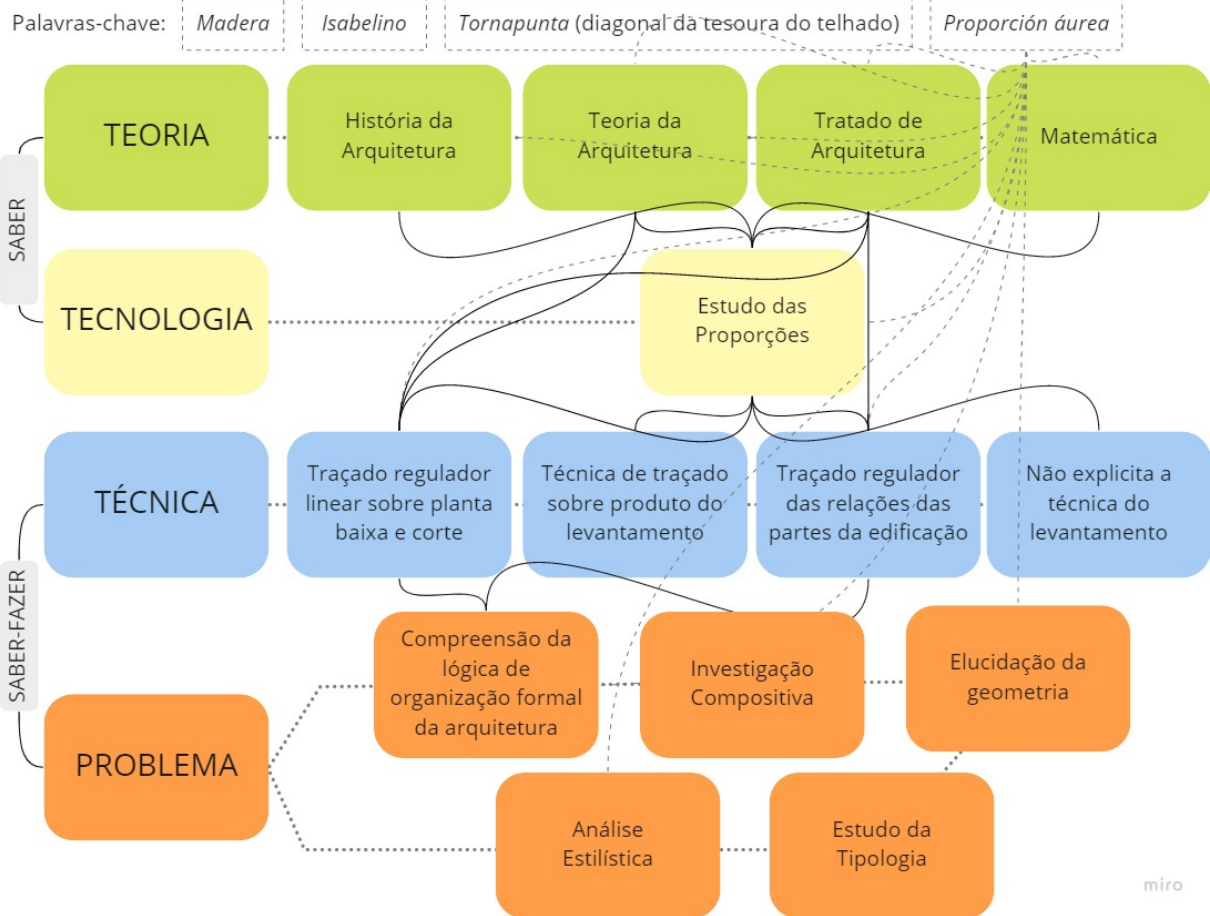


Figura 33 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga (2015).

Fonte: Elaboração própria.

4.1.7 Caso 7: O estudo de García Ortega (2015) sobre o processo de projeto de mesquitas cristianizadas em Toledo e Córdoba

A investigação de García Ortega (2015) se dedica à **compreensão do processo de projeto** envolvido para a reconversão de dez mesquitas islâmicas, do século IX a XII, em igrejas cristãs, nas cidades de Córdoba e Toledo, Espanha. Desta maneira, o estudo contribui para incrementar a **historiografia destas edificações**, em seu conjunto, e explicitar as estratégias **compositivas** e **tipológicas** das mesquitas cristianizadas. A Figura 34 ilustra o tipo de representação de onde partiu o estudo: comparação entre as plantas de dez mesquitas em sua conformação original e logo as plantas após as intervenções para igrejas católicas.

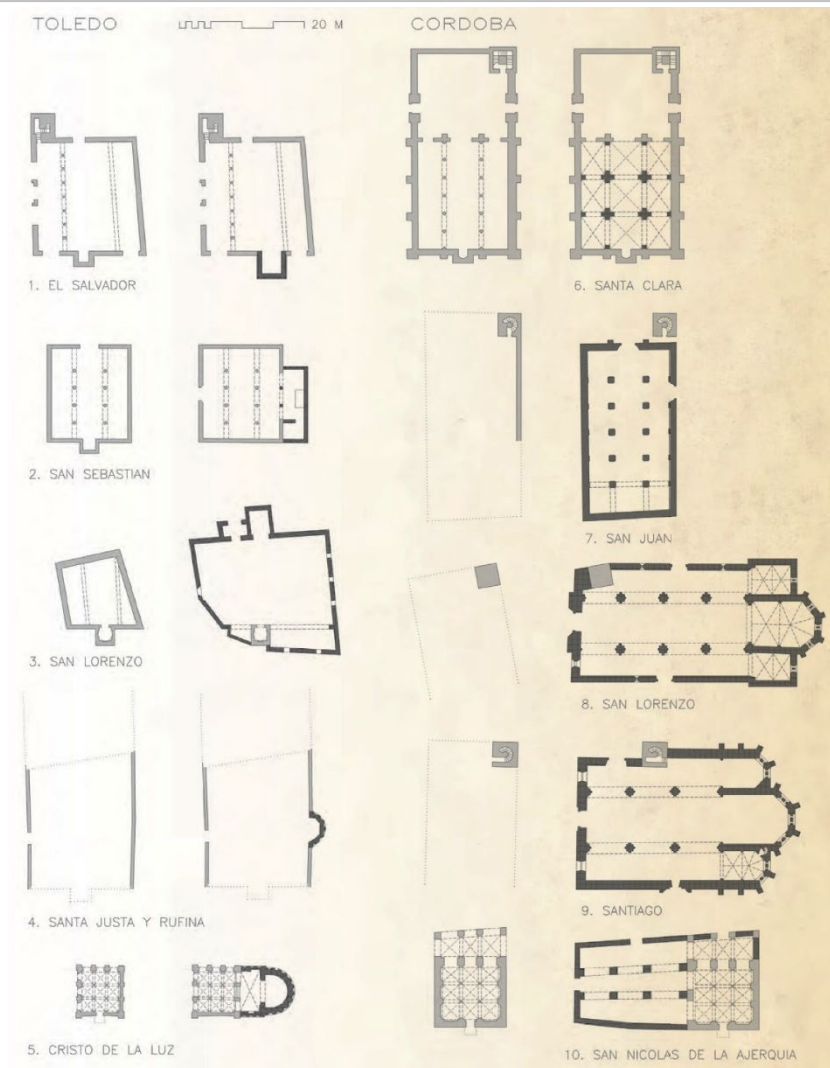


Figura 34 — Dez edificações analisadas, mesquita prévia (em cinza) e implantação Cristã da igreja (em preto).
 Fonte: García Ortega, 2015, p.204.

O estudo de García Ortega (2015) identifica os “processos operadores e critérios de composição”, demonstrados graficamente por sobreposição de traçados sobre plantas baixas, como ilustrado pela Figura 35. Investigam, em especial, as questões de modulação e diferenças de orientação entre o traçado original e a intervenção.

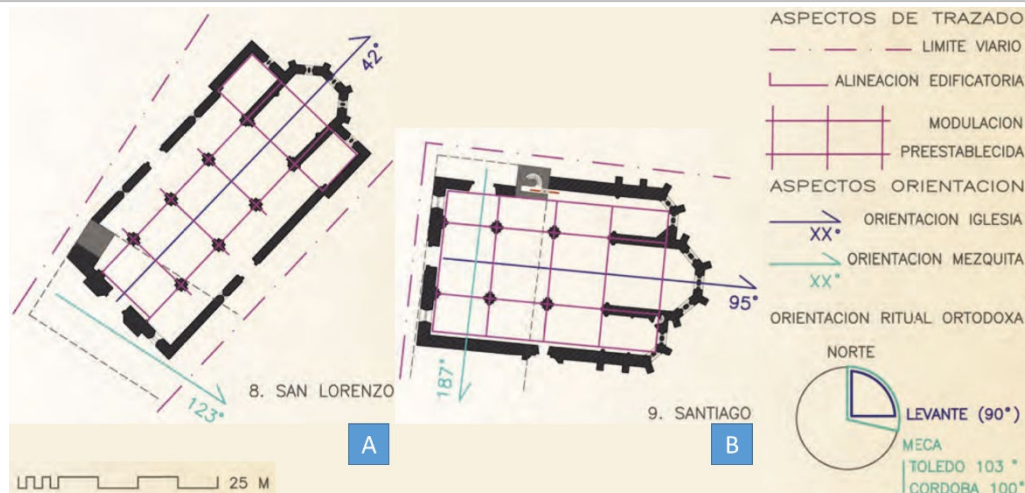


Figura 35 — Traçado da modulação. A – Igreja Santiago. B – Igreja San Lorenzo.
Fonte: Adaptado de García Ortega, 2015, p.209.

A estrutura de saber envolvida, mais uma vez, contempla e se apoia em elementos **teóricos** e **tecnológicos** advindos da história da prática arquitetônica, explicitando as justificativas do tipo de investigação. Neste caso, fica evidenciado a necessidade de observar a diferença angular das orientações, tendo em vista os princípios que guiam cada uma das culturas que determinou o tipo de construção: entre uma mesquita muçulmana (orientação pra Meca) e um templo cristão. Por outra parte, observam lógicas de manutenção da modulação.

A abordagem principal do estudo é confirmada pelas palavras-chave *trazado* e *orientación*, cujo uso da geometria gráfica está orientado pela compreensão das questões culturais envolvidas no tema estudado. A Figura 36 resume o tipo de leitura realizado em relação à estrutura envolvida, semelhante a alguns estudos anteriores. A especificidade do tema acabou por priorizar o estudo das inclinações das plantas.

Autor: García Ortega (2015)

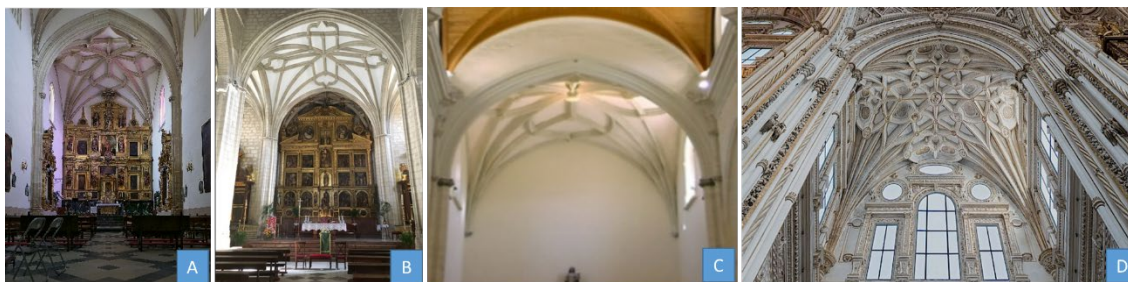


Figura 37 — Espaço interior das Igrejas analisadas. A – Igreja do Convento de Santa Marta. B – Igreja de San Mateo de Lucena. C – Igreja de Santa María La Mayor de Baena. D – Catedral de Córdoba.

Fonte: A – Filpo Cabana, 2017; B – Madule e Nico, 2016; C – Sanz Cabrera, 2017; E – Cabildo Catedral de Cordoba, 2009.

Observa-se a partir das imagens da Figura 38 que o **estudo gráfico** incluiu a modelagem sintética de cada uma das nervuras das abóbodas. O autor constituiu um discurso gráfico, tridimensional, que difere de estudos tradicionais de sobreposição de traçados sobre as representações técnicas bidimensionais. A compreensão sobre as **modulações** é registrada por uma linguagem objetiva que demonstra os tipos, posições e quantidades de elementos construtivos de cada igreja, quase como um jogo de montar, que acabam por diferenciar cada um dos projetos.

Gimena Córdoba (2015) estabelece relações entre os **esquemas tipológicos** e **sistemas estruturais** para compreender estratégias do arquiteto, tal como se pode perceber pela sequência A, B e C: a simetria com adaptações topológicas na Igreja do Convento de Santa Marta, Figura 38–A; a adaptação de mesquita mudéjar para templo cristão e o desenho da Cruz de Calatrava nas abóbodas da cabeceira na Igreja San Mateo de Lucena, Figura 38–B; as diferenças do sistema estrutural e tipológico em relação as primeiras estratégias projetuais de Hernám Ruiz “*el Viejo*”, na Igreja de Santa María La Mayor de Baena, Figura 38–C.

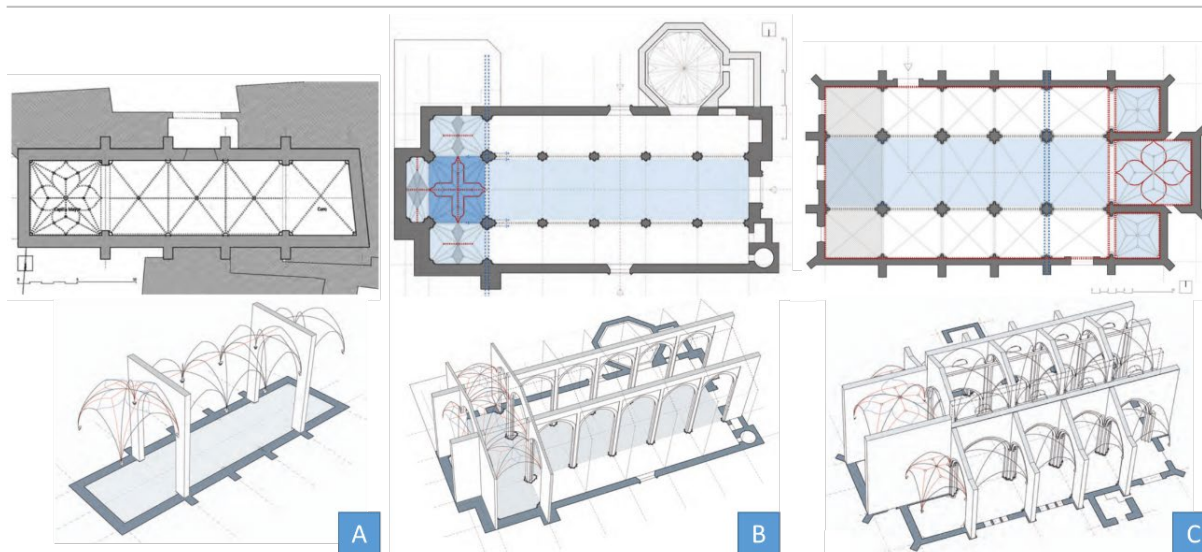


Figura 38 — Esquema analítico em planta e estrutural/espacial em modelo tridimensional. A – Igreja do Convento de Santa Marta. B – Igreja de San Mateo de Lucena. C – Igreja de Santa María La Mayor de Baena.

Fonte: Gimena Córdoba, 2015, p. 234, 235 e 236.

O estudo do traçado do Cruzeiro da Catedral de Córdoba demonstrou a adequação da estrutura central da mesquita islâmica em uma grande cruz central cristã, agora aplicado sobre 'ideograma⁸', modelo tridimensional e cortes, como ilustrado na Figura 39. O autor da investigação conclui que, nesta Igreja, a comparação dos traçados sobre os diferentes tipos de representação explícita que *“Hernán Ruiz el “Viejo” plantea un paramento de una singular riqueza epidérmica, una composición en la que convergen los diferentes lenguajes, islámico y cristiano, expresando una armónica transición entre los mismos”* (GIMENA CÓRDOBA, 2015, p. 241).

⁸ Símbolo gráfico ou desenho que representa um objeto ou uma ideia (“Ideograma”, 2020).

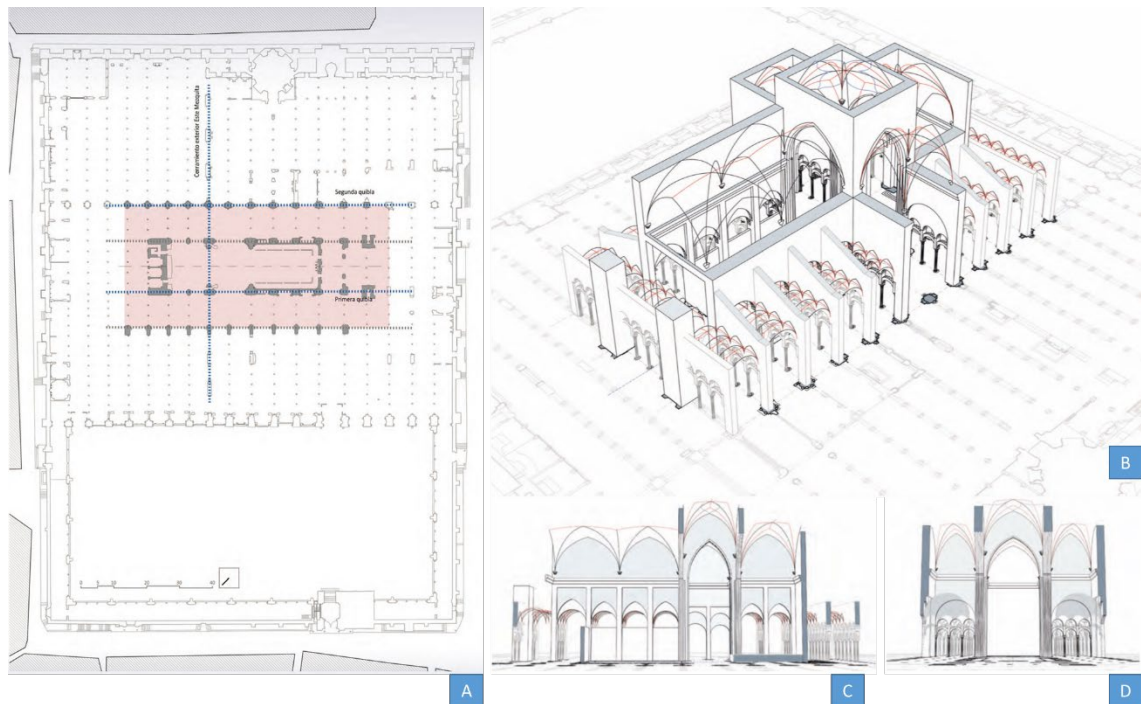


Figura 39 — Catedral de Córdoba. A — Representação do ideograma de implantação do novo Cruzeiro sobre planta da Mesquita em seu estado atual. B — Esquema estrutural e espacial sobre modelo tridimensional. C — Corte longitudinal em projeção cônica. D — Corte transversal em projeção cônica.

Fonte: Gimena Córdoba, 2015, p. 238, 239 e 240.

O esquema da Figura 40 registra a leitura realizada sobre os elementos de saber envolvidos neste estudo. Em relação às leituras anteriores observa-se que não houve a inclusão de análises sobre os sistemas proporcionais. O foco esteve na modulação e no sistema estrutural. O conjunto de palavras-chave declaradas representam o bloco do saber propriamente dito. A técnica de modelagem tridimensional empregada pode estar traduzida pelo uso associado das palavras-chave *dibujo* e *análisis*, no sentido de um desenho analítico. A palavra estrutura é selecionada para representar o objeto de análise (o estudo analisa as estruturas das quatro igrejas).

Autor: Gimena Córdoba (2015)

Título: *Análisis gráfico de cuatro espacios de Hernán Ruiz "el Viejo"*

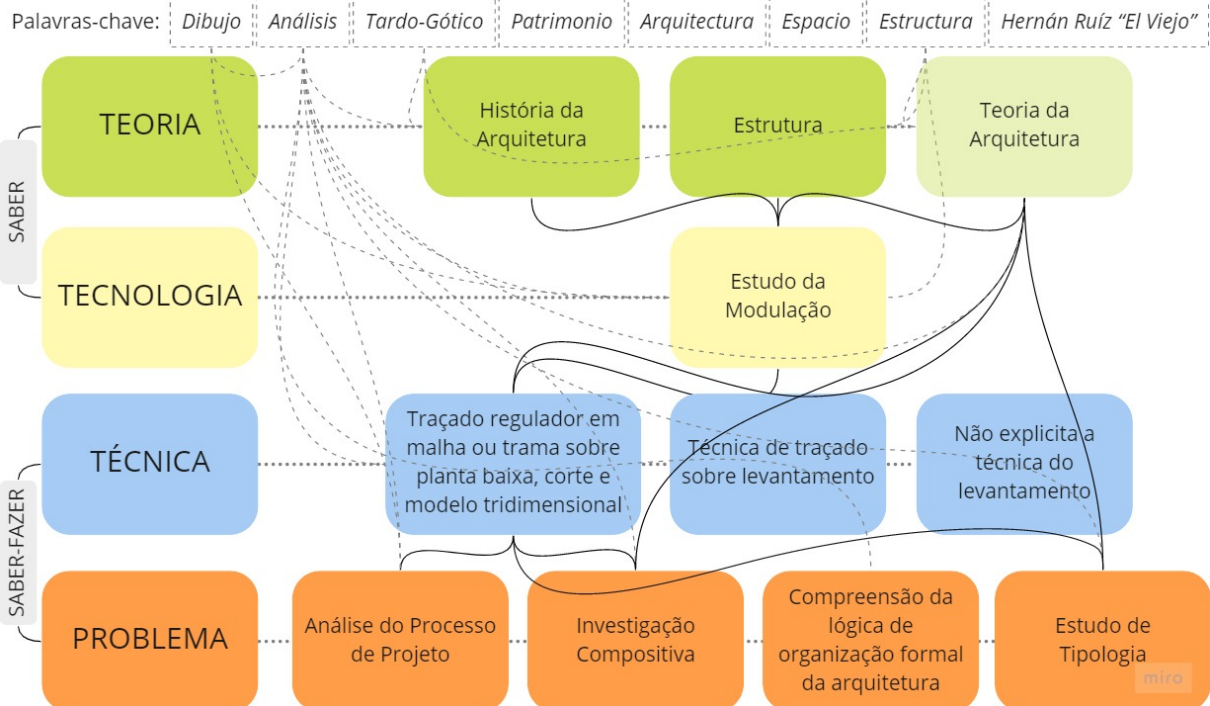


Figura 40 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Gimena Córdoba (2015).

Fonte: Elaboração própria.

4.1.9 Caso 9: O estudo de Máñes Pitarch e Garfella Rubio (2016) para compreensão da forma do retábulo da Igreja de *Vistabella*, Espanha

A investigação apresentada por Máñes Pitarch e Garfella Rubio (2016) está caracterizada, pelos próprios autores, como um **estudo gráfico e historiográfico** sobre a fachada retábulo da Igreja Paroquial de Nossa Senhora de Assunção, construída entre 1604 e 1624, localizada no município de Vistabella del Maestrazgo, Espanha.

O estudo trata de **compreender a lógica de organização formal** desta fachada. Para isto, investe na **elucidação de sua geometria**, na **lógica compositiva** e na **medição com precisão**. A investigação parte do **estudo das proporções**, da **metrologia** e da **modulação**, para então comparar o emprego destes parâmetros com outros retábulos.

O estudo declara que o **levantamento gráfico** foi realizado em dois momentos: primeiro foi realizada a **coleta de dados em campo**, com a utilização de instrumentos topográficos, como a **estação total robótica de imagem** e o **escaneamento a laser**; e, na sequência, foram realizadas atividades em escritório

com o **processamento** e tratamento dos dados. Observa-se assim, a inclusão de um discurso explicativo sobre as técnicas empregadas, o qual enfatiza a justificativa da seleção das ferramentas digitais avançadas de levantamento topográfico para qualificar, de maneira quantitativa, os resultados. Destacam também que estas técnicas possibilitaram “chegar a elementos de difícil acesso sem utilizar meios auxiliares, o que há permitido que fossem captados com **alta precisão**, não só os elementos mais gerais, assim como os pequenos detalhes” (MÁÑES PITARCH; GARFELLA RUBIO, 2016, p. 157).

Máñes Pitarch e Garfella Rubio (2016) ainda ressaltam que os dados coletados, que se referem a um conjunto (nuvem) de pontos que representam a superfície precisa da construção, permitiram “restituir completamente o edifício, e dispor de documentos gráficos, como plantas, fotos ortorretificadas, modelos 3d e maquetes virtuais” (MÁÑES PITARCH; GARFELLA RUBIO, 2016, p. 157).

A descrição dos autores traz elementos que indicam de que maneira todos os dados são interpretados, permitindo assim descortinar uma estrutura mais integral do saber envolvido. Há uma rede de conceitos que podem ser compreendidos ao identificar elementos **tecnológicos** e **teóricos**, portanto discursivos.

Ao referirem-se à **análise métrica** e **metrológica** (**tecnologia**) empregam a expressão análise do **traçado** para compreender e explicitar a geometria implícita ao elemento. Declaram “que a fachada do retábulo estava articulada em dois quadrados sobrepostos de **36 palmos valencianos** e que foi **modulada** e fornecida com base nessa **medida antropométrica**” (MÁÑES PITARCH; GARFELLA RUBIO, 2016, p. 158). O estudo reconheceu um tipo específico de proporção, sesquialtera, a partir da associação com um **esquema compositivo** difundido na **Renascença Espanhola** (Figura 41). Este tipo de achado explicita uma estrutura de saber que inclui elementos da geometria, da história e de teorias até mesmo musicais, por haver um uso de termos que explicam tipos de composições rítmicas associadas à organização formal.

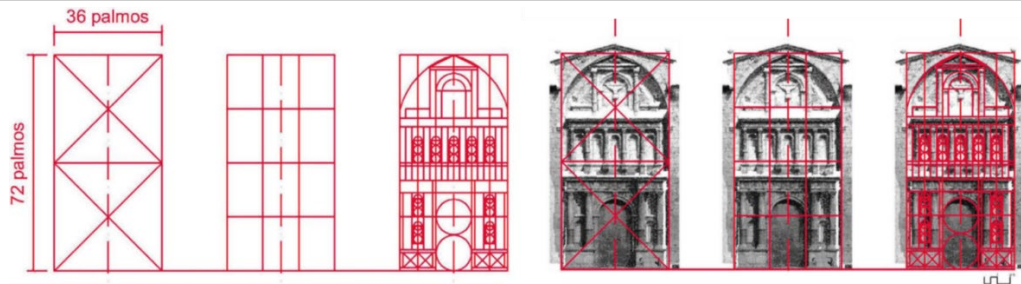


Figura 41 — Traçado original e composição arquitetônica a partir da relação sesquiáltera sobre imagem ortorretificada.

Fonte: Máñes Pitarch e Garfella Rubio, 2016, p.159.

Isso é detalhado mais ainda, quando o estudo confirma a **correspondência de esquema** (compositivo) e iconográfico da fachada retábulo **com outras partes do edifício**, Figura 42. Declaram o uso de elementos **teóricos** imprescindíveis para interpretar tais esquemas: “recurso imperativo estético-religioso, muito utilizado no Renascimento, em temas de arquitetura sacra” (DE FUSCO, 1999, p. 211, *apud* MÁÑES PITARCH; GARFELLA RUBIO, 2016, p. 159).

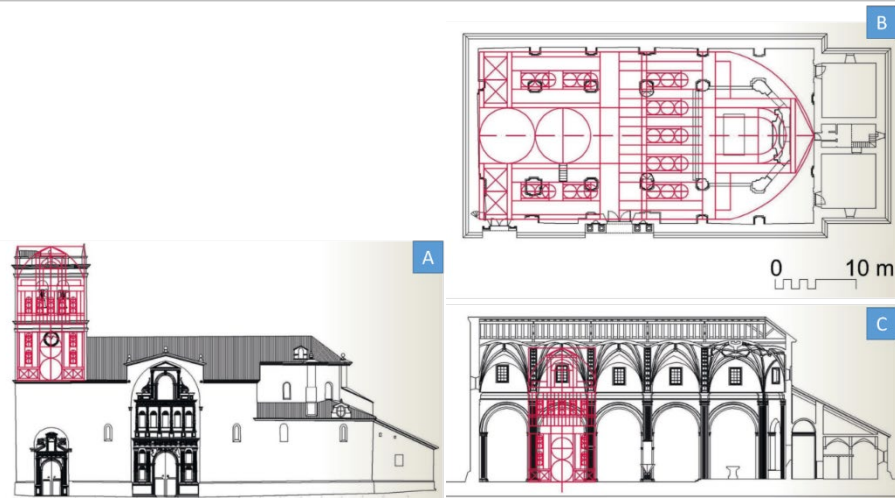


Figura 42 — Relação de correspondência do esquema compositivo da portada da fachada retábulo com outras partes do edifício.

Fonte: Máñes Pitarch e Garfella Rubio, 2016, p.159.

Segundo Máñes Pitarch e Garfella Rubio (2016) a fachada retábulo de Vistabella é inspirada no retábulo maior da basílica de *El Escorial*, Figura 43–A, e classifica-se essa **consulta a produção correlata** como **tecnologia implícita**. Assim, as comparações realizadas acabaram por demonstrar uma rede de conexões entre retábulos, compreendendo como no tempo e no espaço estes saberes transitaram, indicando diversas autorias, escolas, inovações e/ou regressões.

Ao compararem o esquema compositivo da fachada de referência do estudo (Vistabella) com a da Igreja Nossa Senhora da Natividade de Andorra, Figura 43–B, construída no final do século XVI e início do XVII, confirmaram uma correspondência **modular** e esquemática, Figura 43–C e D. Para isto, incluem outros elementos **tecnológicos**, de metrologia, ao afirmarem que “ambas as fachadas seguem a modulação de 12 palmos valencianos”, e de lógicas compositivas, “observando uma correspondência clara entre a distribuição das portadas e das plantas dos edifícios” (MÁÑES PITARCH; GARFELLA RUBIO, 2016, p. 158), ilustrado na Figura 43–E, F, G e H.

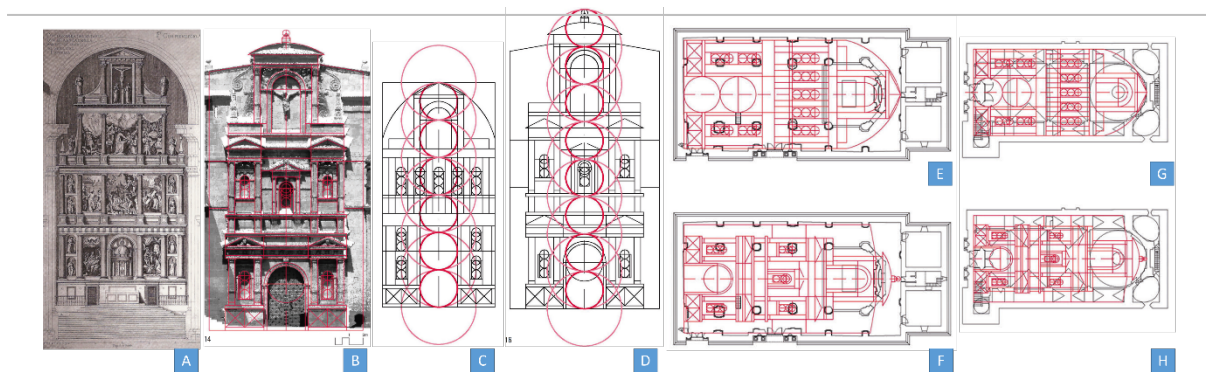


Figura 43 — A – Retábulo da Basílica El Escorial, inspiração para Vistabella. B – Esquema compositivo da fachada de Andorra sobre foto ortorretificada. C e D – Relação de correspondência do esquema compositivo de Vistabella e Andorra, respectivamente. E, F, G e H – Esquemas compositivos de fachadas retábulo sobre planta de Vistabella e Andorra.

Fonte: Máñes Pitarch e Garfella Rubio, 2016, p.161, 162, 163 e 164.

Os elementos de saber acerca da investigação de Máñes Pitarch e Garfella Rubio (2016) associam a **teoria**, História da Arquitetura e Matemática, a **tecnologia**, cujas **técnicas** do traçado regulador do retábulo sobre planta baixa, corte e fachada de Vistabella e de outros projetos possibilitam a explicitação do **problema** para compreensão do processo da lógica de organização formal da arquitetura, conforme sistematização do Mapa Conceitual da Figura 44. Classificou-se a História da Arte e os Tratados de Arquitetura como **Teoria Implícita**, pois os autores da pesquisa optam por apenas indicar as referências bibliográficas, sem trazer o discurso integral propriamente dito para o corpo do artigo. Destaca-se que as palavras-chave atribuídas não se associam ao bloco dos problemas, da estrutura de saber, quanto ao uso da geometria gráfica como método empregado no estudo.

Autor: Máñes Pitarch e Garfella Rubio (2016)

Título: *La fachada retablo de la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción de Vistabella del Maestrazgo (Castellón)*

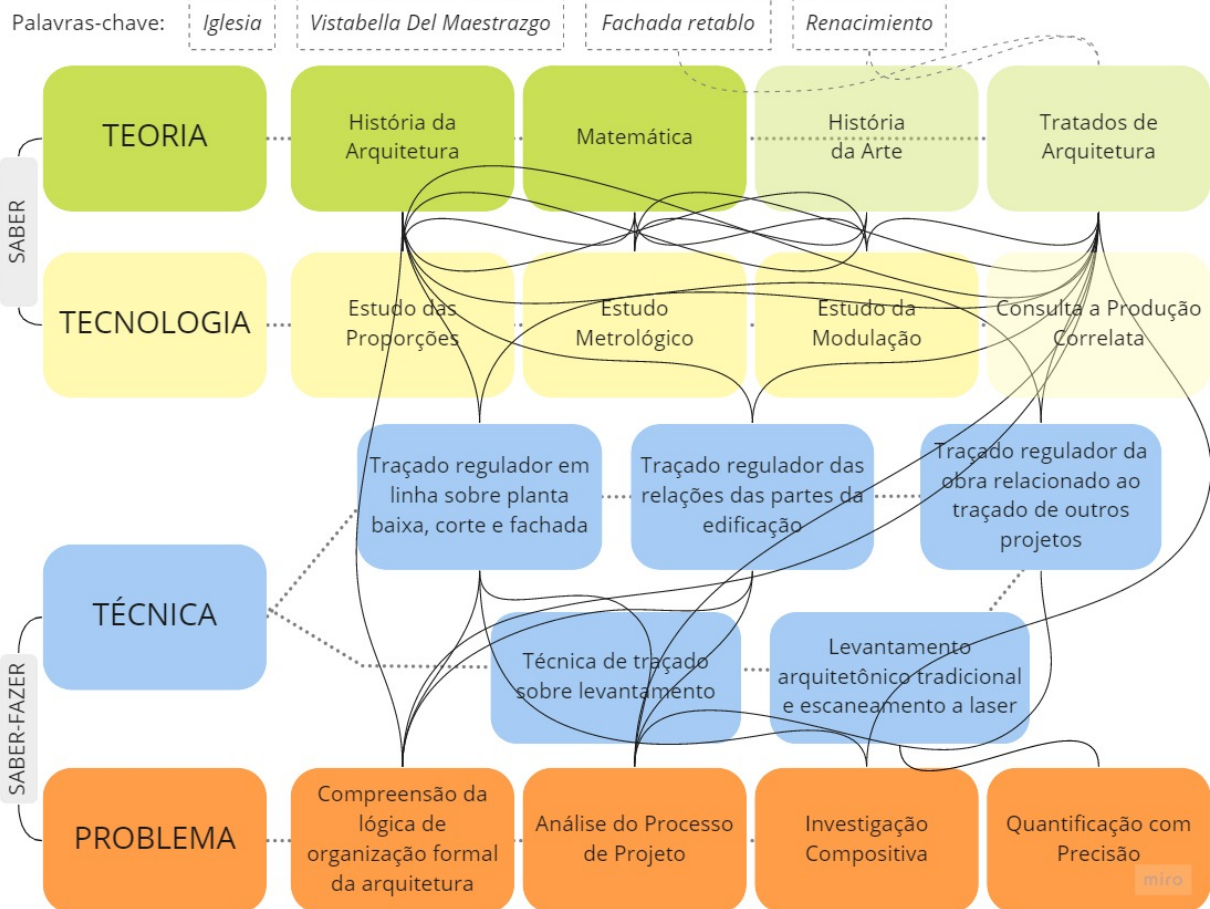


Figura 44 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Máñes Pitarch e Garfella Rubio (2016).

Fonte: Elaboração própria.

4.1.10 Caso 10: O estudo de Salcedo Galera e Calvo López (2016) sobre a elucidação da geometria de abóbada tórica renascentista

Salcedo Galera e Calvo López (2016) registram um estudo analítico para **compreender a geometria** da abóbada do Palácio de Carlos V. Esta abóbada é conformada por uma superfície tórica, como se pode perceber pelo conjunto de imagens da Figura 45. Este Palácio em estilo renascentista do século XVI está localizado em Granada, Espanha. Para realizar esta abordagem geométrica os autores declaram um investimento na **produção de documentação gráfica**, na **quantificação com precisão** e, a partir dos dados obtidos, a inferência de **hipóteses construtivas**.



Figura 45 — Palácio Carlos V em Granada, Espanha. A – Vista geral. B – Pátio circular. C – Abóboda tórica do pátio.

Fonte: A – Fernández Monge, [s.d.]; B e C – Líndez e Rodríguez, 2015, p. 7 e 9.

O estudo de Salcedo Galera e Calvo López (2016) apresenta a definição de abóbada tórica e a contextualiza com projetos correlatos encontrados na Espanha no período renascentista. Os autores também verificam e analisam a documentação acerca do projeto do Palácio de Carlos V, pois a edificação como construída diverge dos registros gráficos.

A investigação se utilizou do levantamento arquitetônico por meio de tecnologias avançadas de representação. Os autores declaram investigar por meio de traçados sobre as representações técnicas executadas a partir de nuvem de pontos oriunda do levantamento por fotogrametria digital.

Desta maneira, a análise envolveu a verificação de **metrologia** e de **proporções** empregadas na construção da abóbada tórica. Os traçados sobre as seções da abóboda, ilustrados na Figura 46, demonstram os lugares geométricos dos três centros do arco que define a seção da superfície tórica utilizada para conformar a abóboda. Observa-se também a explicitação das dimensões, as quais dão subsídios para investigar sobre as razões estabelecidas entre cada uma das partes e o todo. Os resultados permitiram os autores concluir sobre o uso de sistema de medidas em pés castelhanos, com proporcionalidade entre as partes e compreender a lógica da coordenação da geometria identificada com o processo construtivo da abóboda. Desta maneira, observa-se que a estrutura de saber associada à geometria gráfica é compreendida também como a própria geometria construtiva.

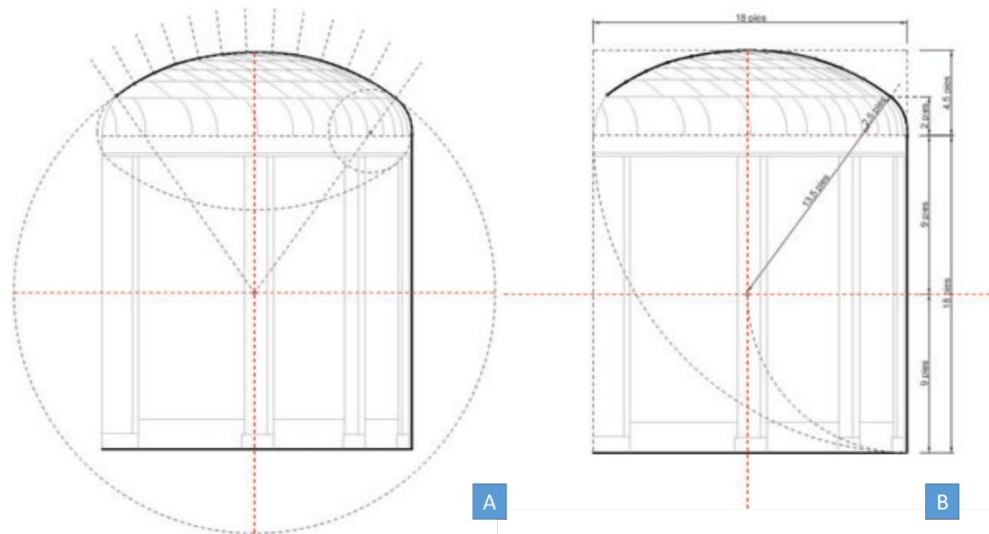


Figura 46 — A — Traçado regulador da geometria da seção da galeria. B — Métrica empregada na abóboda do pátio do Palácio Carlos V.
Fonte: Salcedo Galera e Calvo López, 2016, p. 58.

Ao observar as palavras-chave, na Figura 47, compreende-se que ao trazer a palavra estereotomia os autores declaram uma conexão intrínseca entre o saber-fazer e o saber propriamente dito. Esta ciência do corte da pedra refere-se a um discurso que explica uma maneira exata de conformar cada elemento construtivo para que encaixe perfeitamente e defina a superfície tórica. Percebe-se também que, neste caso, não houve o destaque para o emprego das técnicas avançadas de levantamento. Apenas a palavra levantamento foi selecionada.

Autor: Salcedo Galera e Calvo López (2016)

Título: *La bóveda anular del Palacio de Carlos V en Granada. Levantamiento y análisis geométrico y constructivo*

Palavras-chave:

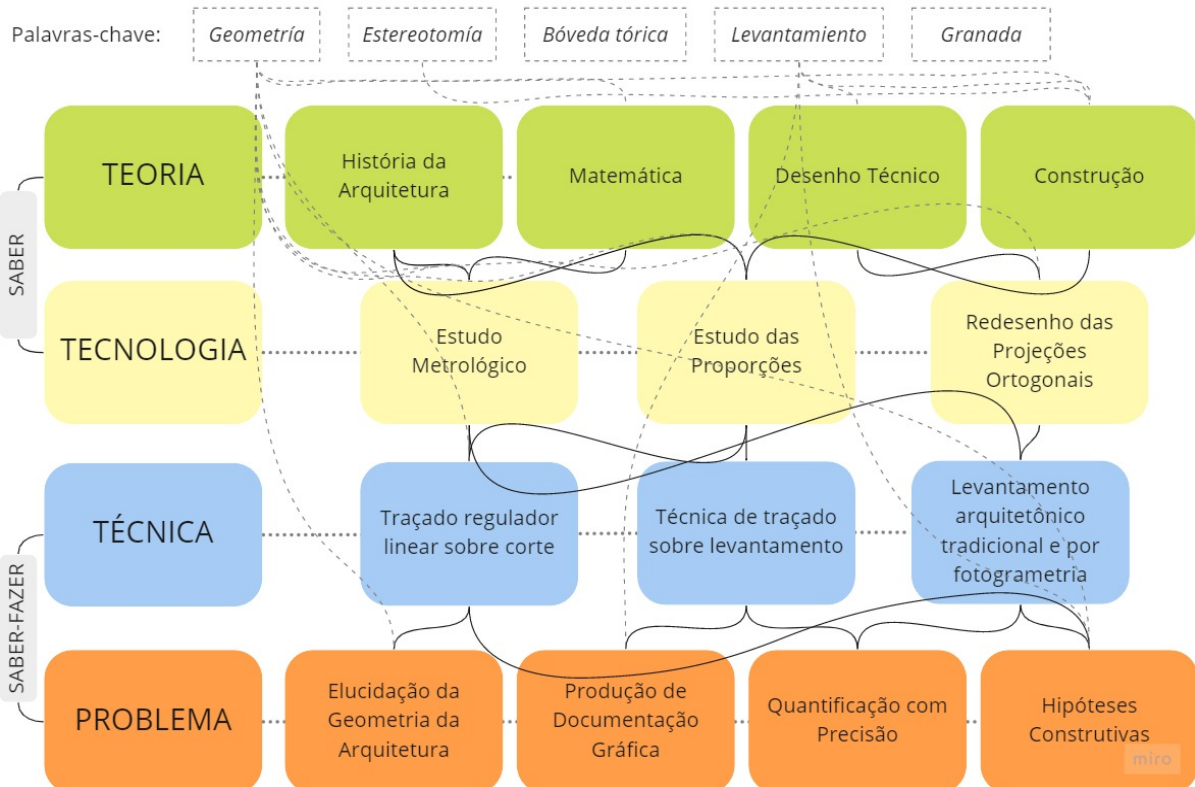


Figura 47 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Salcedo Galera e Calvo López (2016).

Fonte: Elaboração própria.

4.1.11 Caso 11: O estudo de Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017) para compreender a lógica de organização formal do vestíbulo de Convento barroco

A investigação de Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017) está dirigida à compreensão da lógica de organização formal do vestíbulo⁹ do Convento-Santuário de São Francisco de Paula, localizado em Paula, Itália. Esta edificação foi construída entre 1625 e 1701. Para o estudo os autores se utilizaram das tecnologias digitais, como fotogrametria e o escaneamento a laser, para realizar levantamentos e produzir, a partir destes, representações tridimensionais. Estas representações foram contrapostas à pesquisa documental e à leitura de imagens advindas de Tratados de Arquitetura e das Teorias de Projeto para então auxiliar na construção de conhecimento sobre a arquitetura em questão.

⁹ Atualmente o termo designa a entrada principal de qualquer edifício. A porta principal (CORONA; LEMOS, 2017, p. 471)

Observa-se o foco no **estudo da modulação**, da **metrologia** e das **proporções** demonstrados graficamente e de maneira didática sobre as representações em projeção ortogonal da fachada do vestibulo, como se pode observar com o conjunto de imagens da Figura 48.

Os traçados explicitam a investigação sobre as razões estabelecidas entre as partes. Estas razões deram subsídios aos autores para confrontá-las com os padrões estabelecidos nos tratados. Isto fica demonstrado quando afirmam a identificação da ordem coríntia no segundo pavimento da edificação (Figura 48–B), o que contribui para a compreensão do processo de construção do Vestíbulo.

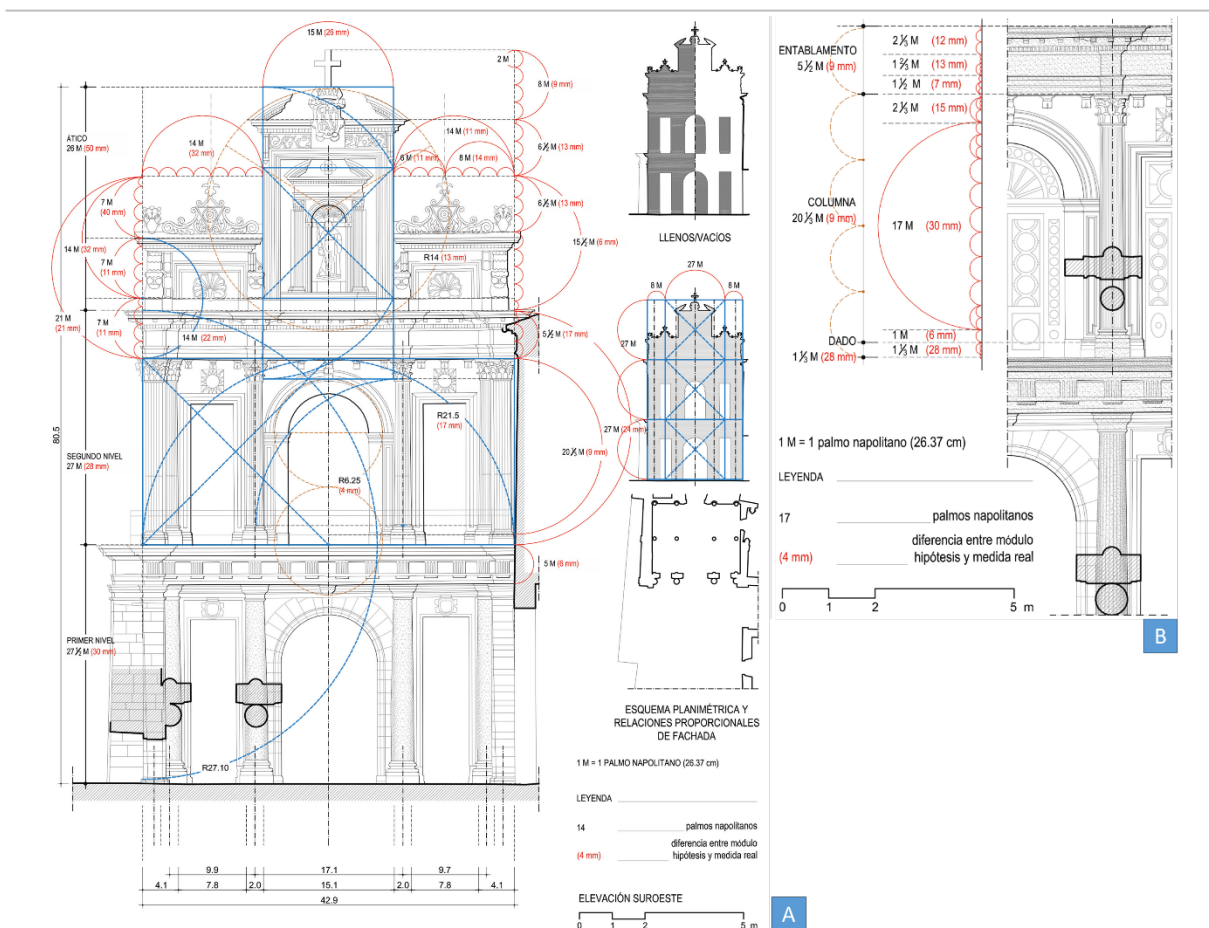


Figura 48 — Análise de proporção, modularidade e metrologia a partir do traçado regulador.
 A – Fachada. B – Ordem coríntia do segundo pavimento.

Fonte: Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani, 2017, p. 126 e 129.

Observa-se que Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017) justificam a importância de agregar as técnicas digitais de levantamento neste tipo de estudo justamente para analisar as efetivas relações entre as partes:

Um levantamento arquitetônico tem valor sobre tudo pelo que nos ensina e não somente pelas medições que nos permite obter com instrumentos e métodos cada vez mais avançados. As imagens dos levantamentos, em outros termos, são representações explícitas das relações entre os elementos de uma arquitetura que fazem possível a análise e o conhecimento desta, precisamente através das elaborações figurativas permitidas pelo próprio levantamento (SANCTIS; FORTUNATO; AGOSTINO ZAPPANI, 2017, p. 119, tradução autor).

Segundo os autores do estudo, a análise gráfica, a partir do levantamento com alta precisão possibilitou investigar o traçado regulador do Vestíbulo, proporcionou verificar e explicitar a modularidade da construção, as hipóteses do sistema métrico utilizado, as proporções empregadas na composição arquitetônica da fachada.

Na investigação Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017) verificam que houve intervenções na construção: no século XIX, com o assentamento de elementos cimentícios e substituição de porções deterioradas por motivo de problemas de erosão e terremotos; no século XX, por restauro, com a reconstrução do embasamento das colunas e alteração no nível do piso exterior. Os autores declaram que essas alterações foram comprovadas por identificarem “resultados incertos” de manutenção de um mesmo traçado regulador e possíveis diferenças entre o módulo da hipótese compositiva e medidas reais sobre redesenho, a partir das imagens termográficas do levantamento realizado entre 2012 e 2015 (SANCTIS; FORTUNATO; AGOSTINO ZAPPANI, 2017, p. 127).

Concluem os autores do artigo que embora as investigações publicadas recentemente abordem os novos processos de “aquisição de dados e renderização de imagens”, é escasso a veiculação quanto as questões de “ordenações figurativas e das características específicas das obras (evolução e técnica construtiva)”, cujas análises se efetivariam mais justas com a comparação entre o produto do levantamento avançado, juntamente com a documentação e imagens antigas (SANCTIS; FORTUNATO; AGOSTINO ZAPPANI, 2017, p. 128).

Pelo exposto, este tipo de estudo auxiliou na **identificação das etapas construtivas**, permitiu ampliar a **historiografia do conjunto**, contribuiu para a **produção de documentação gráfica** e possibilitou a **quantificação com precisão**. Com isto, foi considerada uma ampla estrutura de saber envolvida, a qual inclui elementos da **História da Arquitetura**, dos **Tratados de Arquitetura**, da **Teoria do projeto arquitetônico**, da **Matemática** (geometria) e da própria **Construção**.

O mapa da Figura 49 registra esta leitura sobre os elementos de saber no estudo de Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017). Neste caso, os autores reforçam com as palavras-chave a associação entre o levantamento, as análises das imagens da arquitetura (iconografia) e as análises das lógicas estabelecidas entre a conformação de cada elemento e do todo: proporções. Entende-se uma representatividade junto ao conjunto de palavras-chave, de cada tipo de elemento: arquitetura (associado ao tipo de problema estudado); levantamento (mais associado à técnica); proporção (relativa ao discurso que explica a necessidade de precisão nas representações, sem deixar de indicar os procedimentos técnicos, comparativos); iconografia (mais associada às teorias que fundamentam a produção de arquitetura).

Autor: Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017)

Título: *Nuevos levantamientos y documentos de archivo para el conocimiento de los bienes arquitectónicos: la construcción en el siglo XVII de un nuevo vestíbulo en el Convento-Santuario de San Francisco de Paula (Paula-Italia)*

Palavras-chave:

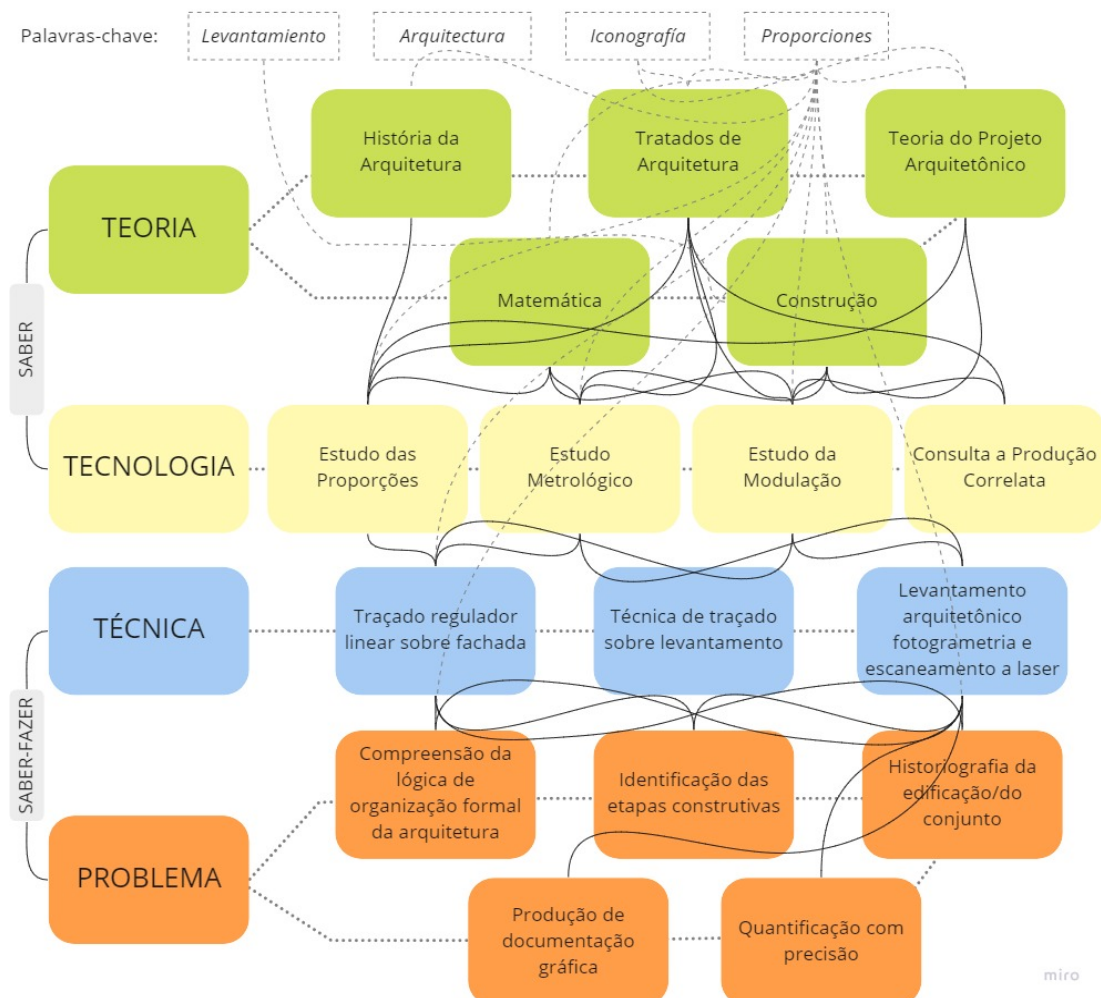


Figura 49 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017).

Fonte: Elaboração própria.

4.1.12 Caso 12: O estudo de Grau Fernández (2017) para compreender a lógica de organização formal da arquitetura de igreja barroca de Borromini

Grau Fernández (2017) apresenta um estudo sobre a arquitetura do Convento *San Carlino alle Quattro Fontane*, a partir de uma abordagem geométrica. Observa a **lógica de organização formal** desta edificação, o que auxilia a **identificar as suas diferentes etapas construtivas** ao longo do tempo. Este Convento se localiza em Roma, Itália e foi construído no século XVII, em estilo barroco, de autoria do arquiteto Francesco Borromini.

A investigação estabelece associações entre a história do lugar, documentos de época da construção e as lógicas geométricas de organização formal. O autor comprova que a execução da obra ocorreu em etapas distintas (Figura 50–A) e considera que o conjunto apresenta unidade compositiva. Esta consideração é justificada pela demonstração da manutenção de um traçado regulador, sobre a evolução da planta baixa ao longo das quatro fases desde a fase inicial à final (Figura 50–B).

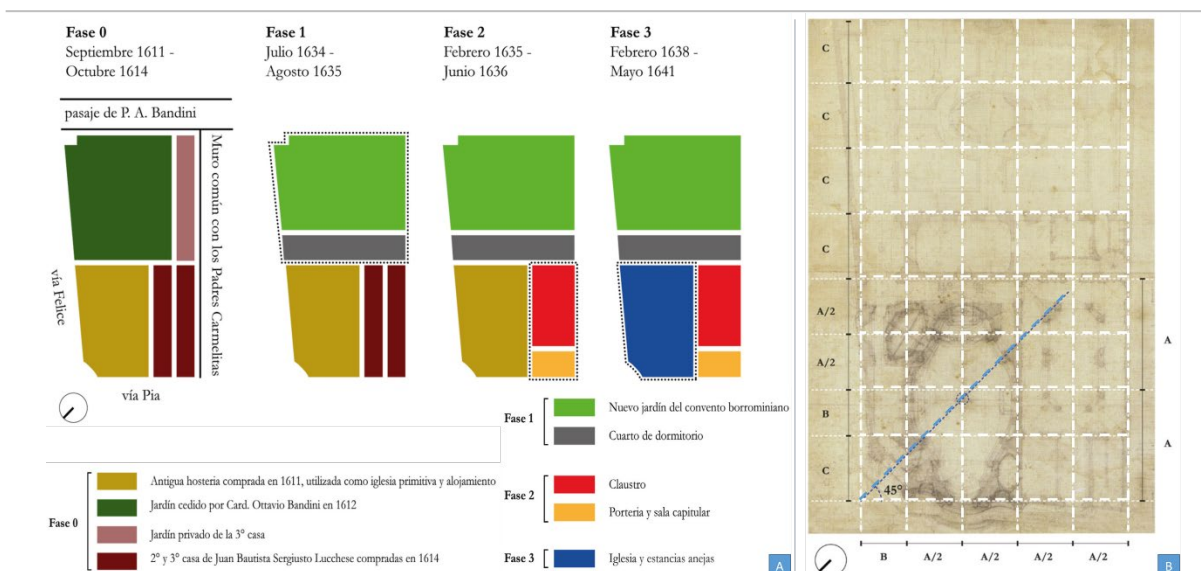


Figura 50 — A — Esquema das fases construtivas do projeto de Borromini para o Convento *San Carlino alle Quattro Fontane*. B — Eixos compositivos sobre planta baixa original.

Fonte: Adaptado de Grau Fernández, 2017, p. 138 e 135.

O estudo de Grau Fernández (2017) parte da definição da “gênese geométrica básica”, associada à **modulação** e à **proporção** adotada na primeira fase construtiva. As hipóteses foram apresentadas graficamente como

demonstradas na Figura 51–A, as quais explicitam a lógica de combinações entre a proporção raiz de 2. Com mais detalhe o estudo apresenta o desdobramento para compreender as inter-relações entre os distintos módulos identificados e interpreta os ajustes com a própria forma do terreno, Figura 51–B e C.

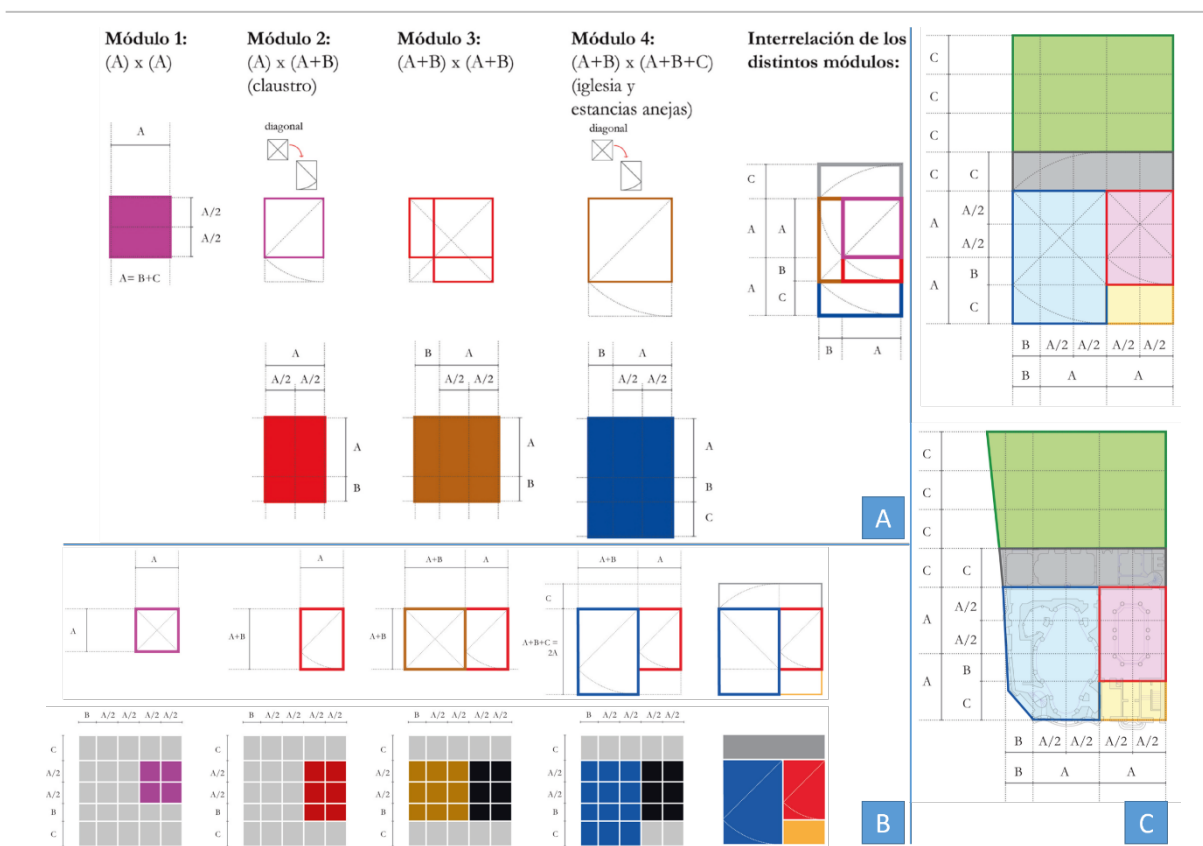


Figura 51 — Modulação e proporção do projeto de Borromini. A – Gênese geométrica. B – Estudo geométrico de evolução da construção. C – Esquemas compositivos geométrico sobre planta.

Fonte: Grau Fernández, 2017, p. 136 e 137.

Os termos utilizados para caracterizar as palavras-chave (Figura 52) dificultam a dedução sobre elementos de caráter técnico e tecnológico envolvidos neste estudo de arquitetura, em especial aos que estão associados à abordagem da geometria gráfica, como pode ser o estudo das proporções e das modulações propriamente ditas.

Autor: Grau Fernández (2017)

Título: *La construcción del convento de San Carlino alle Quattro Fontane: algunas notas sobre la historia y la génesis de la fábrica borrominiana*

Palavras-chave: *San Carlino alle Quattro Fontane* *Borromini* *Roma* *Trinitarios*

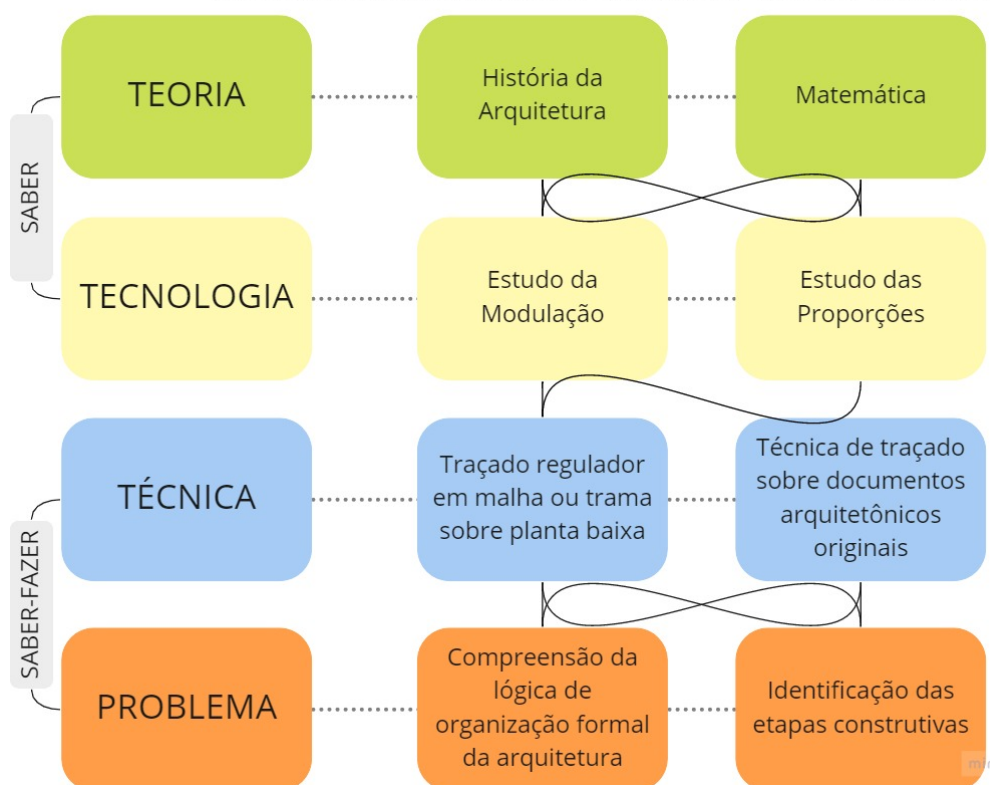


Figura 52 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Grau Fernández (2017).
Fonte: Elaboração própria.

4.1.13 Caso 13: O estudo de Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018) para compreensão da lógica de organização formal da igreja barroca “La Merced”

Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018) apresentam um estudo sobre os procedimentos **de organização formal** adotados junto ao projeto da fachada da Igreja *La Merced*. O estudo parte das imagens da Figura 53 para ilustrar as transformações, no tempo e lugar, ocorridas com esta fachada. A particularidade deste elemento próprio de uma arquitetura barroca, conforme descrevem os autores, é de que inicialmente esteve localizado na Antiga Cidade do Panamá (*Panama Viejo*) e depois foi trasladado e remontado em 1680 na Cidade do Panamá, onde se localiza hoje.

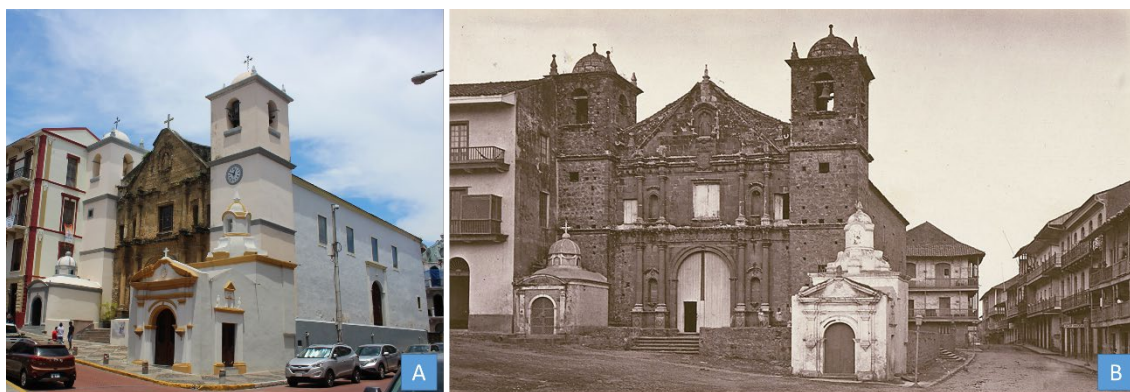


Figura 53 — Igreja de *La Merced*. A – Fotografia de 2017. B – Fotografia de 1875.
 Fonte: A – Danelet, 2017; B – Muybridge, 1875.

O estudo em questão buscou **elucidar a geometria implícita** a esta fachada, **investigar sua lógica compositiva**, **verificar a manutenção de elementos originais** após o seu traslado, **produzir documentação gráfica** e **gerar informação para apoiar o projeto de intervenção**. Para isto os autores declaram o objetivo de **quantificar com precisão** todos os dados sobre a forma desta fachada.

Os procedimentos empregados no estudo incluíram a pesquisa documental, o escaneamento tridimensional, o levantamento fotográfico e topográfico, o georreferenciamento, as visitas ao lugar e os croquis manuais para documentação geral e de detalhes específicos. Obtiveram com isto, um modelo de nuvem de pontos, fotos ortorretificadas da fachada, visualizações 360°, fotomosaicos com ampliações de detalhes, planos bidimensionais e modelo tridimensional georreferenciado.

Observa-se junto ao registro gráfico a investigação para extrair um traçado regulador, as **proporções** e a compreensão do sistema **metrológico**, para então explicitar a composição e geometria do frontispício, Figura 54, investigação essa que, para Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018, p. 216, tradução do autor) foram fundamentais para:

“Compreender a evolução da arquitetura no contexto histórico e, especialmente, poder propiciar o diagnóstico de elementos estranhos ao desenho original, ou que puderam ter sofrido modificações no traslado da fachada desde sua primeira implantação no *Panamá Viejo*”



Figura 54 — Traçado regulador do frontispício da Igreja de *La Merced*, denominada pelos autores como “estudo morfométrico” da fachada.
Fonte: Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso, 2018, p. 218.

Os elementos de saber acerca da investigação de Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018) associam a **teoria** da história da arquitetura e da matemática, a **tecnologia** do estudo das proporções e metrológico sobre a fachada da Igreja *La Merced*, cujas **técnicas** do traçado linear sobre elevação possibilita a resolução de **problemas** como ilustrado na Figura 55 do Mapa Conceitual.

A partir do conjunto das palavras-chave observa-se a importância atribuída pelos autores às técnicas empregadas para possibilitar o tipo de estudo proposto, denominado por eles de morfométrico. Das cinco palavras empregadas, três delas dizem respeito aos recursos digitais utilizados: *tecnología láser*, *procesado digital* e *modelo digital*.

Autor: Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018)

Título: *Implementación de escáner 3d y fotogrametría digital para la documentación de la iglesia de La Merced de Panamá*

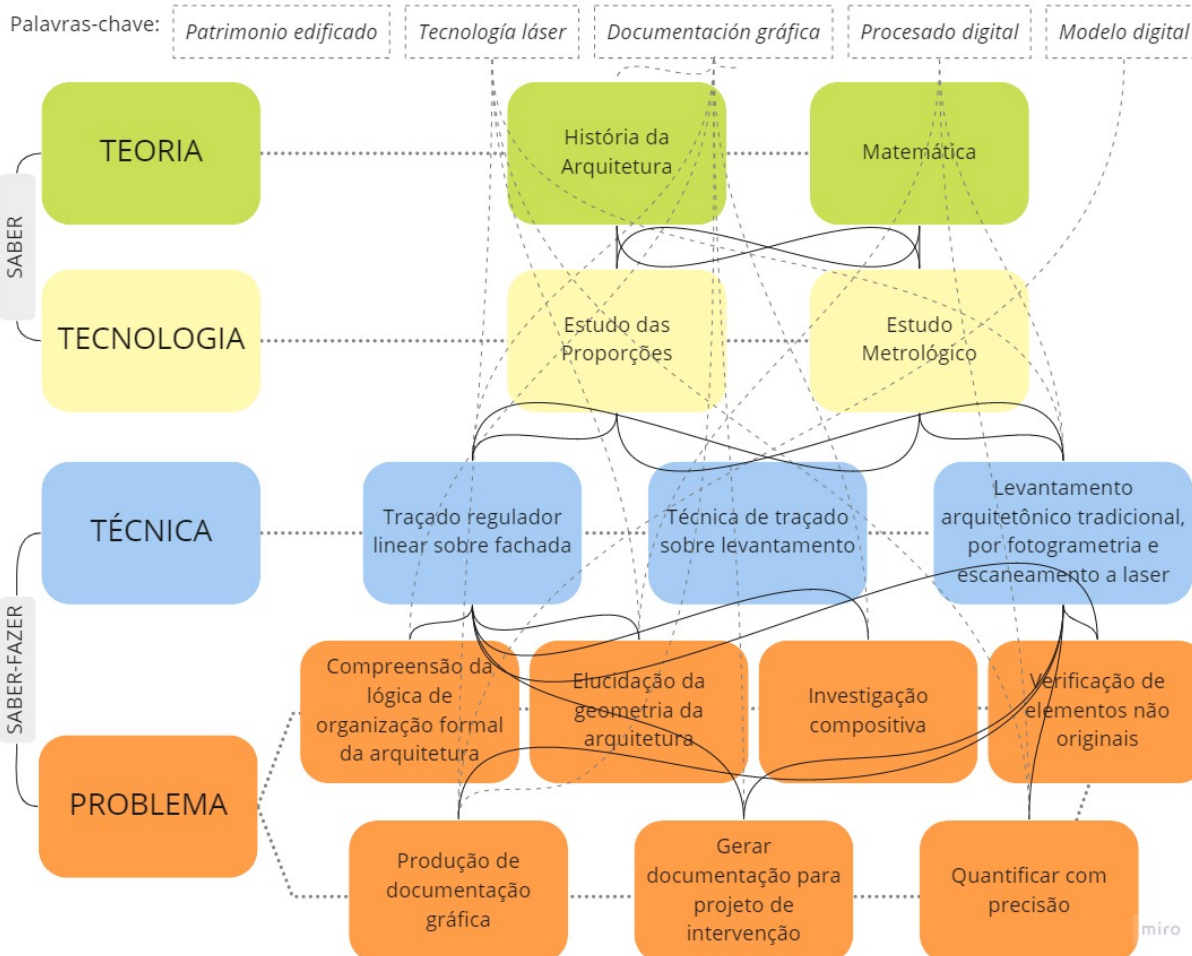


Figura 55 — Mapa conceitual dos elementos saber do estudo de Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018).

Fonte: Elaboração própria.

4.1.14 Caso 14: O estudo de Mestre Martí *et al.* (2018) para compreender a lógica da organização formal do projeto do Capitólio de Havana

A investigação de Mestre Martí *et al.* (2018) inclui o estudo sobre a lógica de organização formal do Capitólio de Havana, Cuba. Trata-se de uma edificação construída na década de 1920 em estilo neoclássico, a qual, anteriormente, abrigou o Palácio do Congresso. O estudo realizou uma **análise dos procedimentos compositivos** e **gerou documentação para subsidiar o projeto de intervenção**.

Conforme ilustrado pela Figura 56 o estudo se utiliza da sobreposição de traçados sobre a documentação original, em planta baixa e cortes, para explicitar a geometria implícita à organização formal. Observa-se com o conjunto de imagens da Figura referida a identificação de padrões proporcionais correspondentes em planta

e em corte codificados por cores para traduzir o esquema compositivo geral e específico.

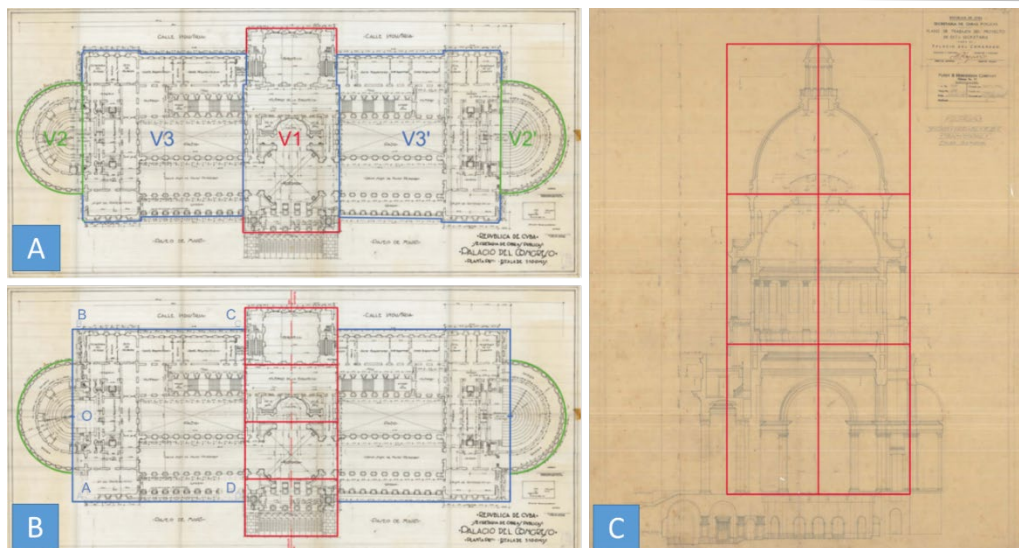


Figura 56 — Capitólio de Havana. A – Estudo geométrico de identificação de volumes. B – Esquema compositivo do conjunto. C – Estudo geométrico da seção da cúpula.

Fonte: Mestre Martí *et al.*, 2018, p. 44, 45 e 49.

Com mais detalhes os autores comprovam os arranjos em planta de quadrados e retângulos áureos. Demonstram as relações proporcionais também na configuração das cúpulas, cujos traçados identificam os lugares geométricos de cada vértice (interseções de círculos) dos octógonos das seções horizontais destas cúpulas. Justificam este tipo de comprovação para associar ao rigor das práticas de organização formal do classicismo e do renascimento. O mosaico de representações da Figura 57 ilustra o estudo realizado por Mestre Martí *et al.* (2018).

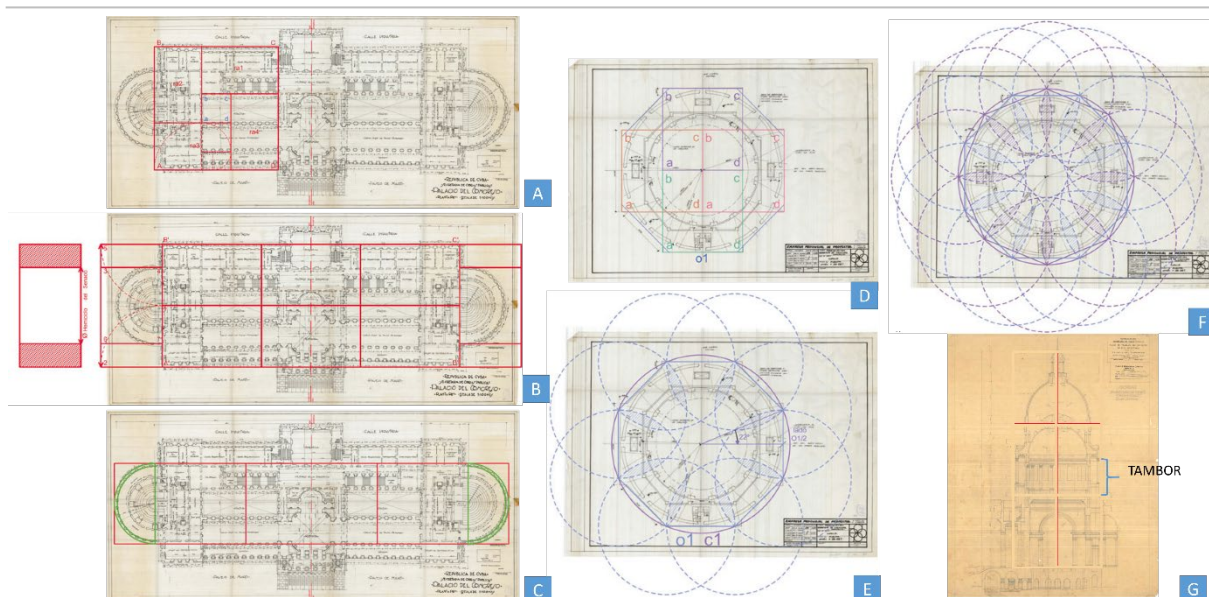


Figura 57 — Capitólio de Havana. A — Gênese compositiva dos espaços interiores. B — Obtenção do diâmetro do semicírculo a partir do retângulo áureo. C — Relação geométrica entre os semicírculos e a longitude total do edifício. Cúpula do Capitólio de Havana. D — Obtenção do contorno do nível +31.95 a partir do quadrado 'abcd'. E — Reconstrução gráfica da planta octogonal e dos vazios do perímetro do tambor. F — Reconstrução gráfica completa dos vazios do perímetro do tambor. G — Ilustração do tambor, elaborado pelo autor.

Fonte: A à F — Mestre Martí *et al.*, 2018, p. 47, 48, 49, 50 e 51. G — Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 58 sintetiza a leitura realizada sobre os elementos de saber envolvidos junto ao estudo geométrico de Mestre Martí *et al.* (2018).

Considera-se que o conjunto de palavras-chave declaradas neste estudo representa o bloco do saber propriamente dito. A abordagem geométrica, explicitada pelos traçados, e a análise das proporções acabam por estarem implícitas tanto à maneira gráfica de representar e de construir, associadas a este tipo de patrimônio como demonstrado no estudo.

Autor: Mestre Martí *et al.* (2018)

Título: *El Capitolio de La Habana, geometría y proporción a través de sus planos originales*

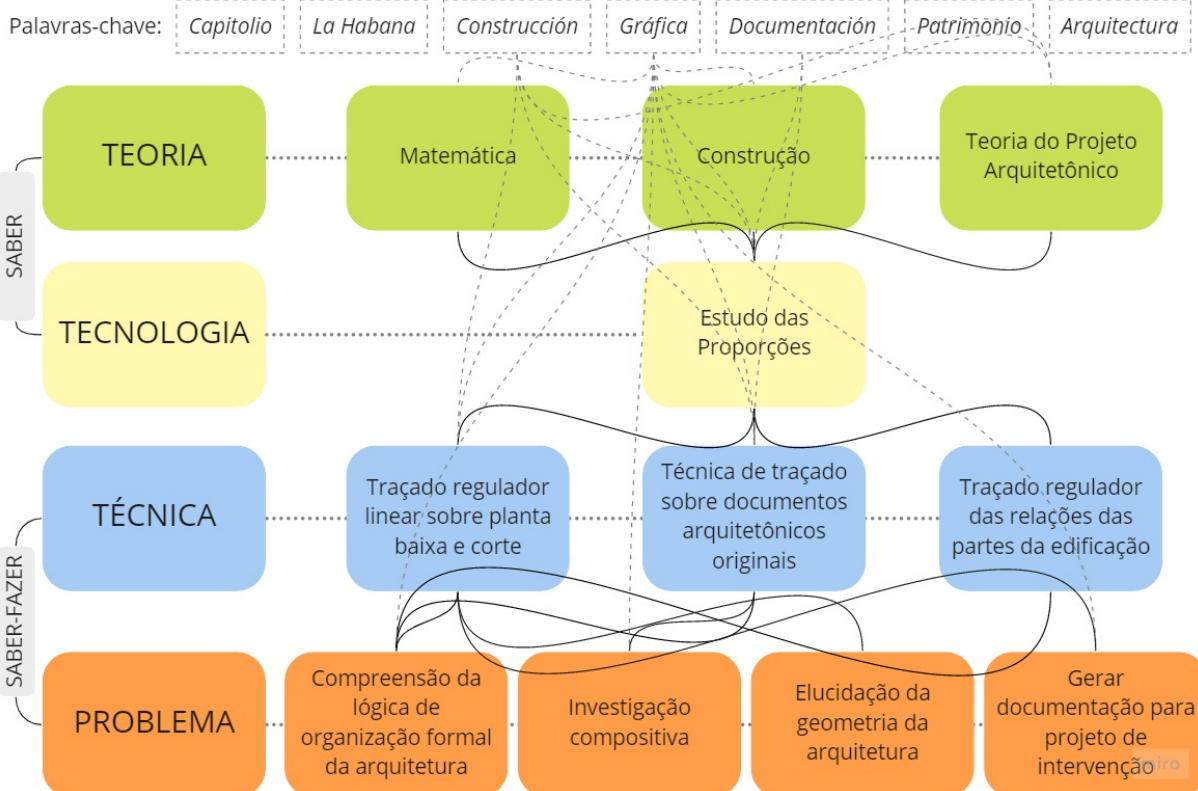


Figura 58 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Mestre Martí *et al.* (2018).

Fonte: Elaboração própria.

4.1.15 Caso 15: O estudo de Ovando Grajales (2018) sobre o processo de projeto de Richard Meier

A pesquisa de Ovando Grajales (2018) **analisa o processo de projeto** (**problema**) do arquiteto Richard Meier. Para isto o pesquisador parte da consideração de que o arquiteto se utiliza de uma retícula como ferramenta projetual, por observação de nove edificações habitacionais e institucionais, em estilo moderno e contemporâneo, ilustradas na Figura 59.



Figura 59 — Projetos de Richard Meier. A – Casa Palm Beach, Palm Beach, EUA, 1977–1979. B – Casa Giovannitti, Pittsburgh, EUA, 1979–1983. C – Casa Neugebauer, Naples, EUA, 1995–1998. D – Casa Grotta, Harding Township, EUA, 1984–1989. E – Casa Municipal de Ulm, Ulm, Alemanha, 1986–1993. F – Igreja do Jubileu de Roma, Roma, Itália, 1996–2003. G – O Ateneu de Indiana, Indiana, EUA, 1975–1979. H – Museu de Artes Decorativas de Frankfurt, Frankfurt, Alemanha, 1979–1985. I – Getty Center, Los Angeles, EUA, 1984–1997.

Fonte: Richard Meier & Partners Architects, 2020.

A partir deste tipo de investigação, Ovando Grajales (2018) afirma que Meier não explicita em seu discurso o uso da malha como processo de projeto. Entretanto, o estudo evidenciou o emprego de apenas três tipos de retículas: ortogonal, no projeto das Casas Neugebauer, Palm Beach e Giovannitti; sobre curvas, na Casa Grotta, Casa Municipal de Ulm e Igreja do Jubileu de Roma; e sobreposta com giro, no Ateneu de Indiana, Museu de Artes Decorativas de Frankfurt e Getty Center.

O procedimento do pesquisador foi o de exemplificar cada tipo de traçado regulador (*técnica*), com um esboço original do arquiteto, como pode ser ilustrado pelas sobreposições das retículas, sobre planta baixa e corte nas imagens da Figura 60.

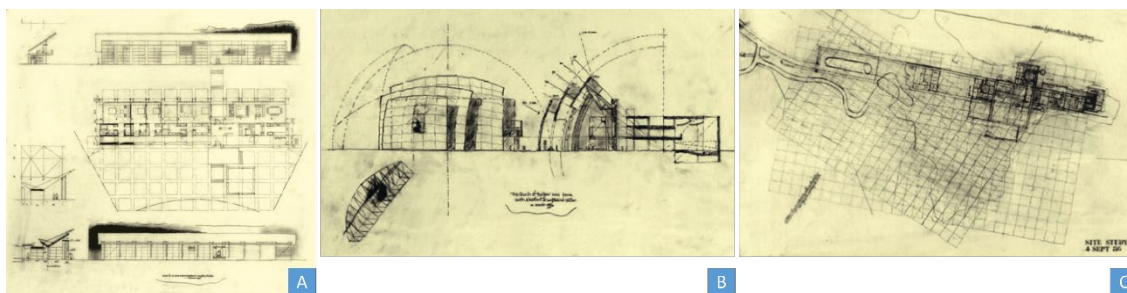


Figura 60 — Esboços originais de Richard Meier que apresentam traçado regulador. A — Retícula ortogonal da Casa Neugebauer. B — Retícula sobre curvas, Igreja do Jubileu de Roma. C — Retícula sobreposta com giro, Getty Center.

Fonte: Ovando Grajales, 2018.

Ao observar a estrutura de saber explicitada neste estudo, identificou-se então como **problema** a tentativa de **compreender** como a ferramenta retícula é empregada junto ao **processo projetual** de Richard Meier. Com isto, a **técnica** ficou caracterizada pelo próprio exercício de reconhecimento e extração das maneiras como estas retículas eram empregadas em um conjunto de obras. O discurso que explica esta técnica (**tecnologia**) esteve fundamentado no estudo da **modulação**, o que justifica a associação dos elementos arquitetônicos e de composição a uma trama reguladora.

Por sua vez, para explicar a busca de compreender as diferenças entre os tipos de retículas e de combinações entre elas (**teoria**), o autor recorre à **história da arte e da arquitetura** e destaca a **teoria da arquitetura** em seus métodos de produção. Ovando Grajales (2018) se apoia em práticas arquitetônicas similares de uso da retícula nos projetos do grupo de arquitetos nova-iorquinos *Five Architects*, formado por Peter Eisenman, Michael Graves, Charles Gwathmey, John Hejduk e pelo próprio Richard Meier, entre a década de 1960 e 1970. Afirma que tais práticas estiveram inspiradas em Le Corbusier. Entretanto, refere-se a uma história mais remota para encontrar os referentes para o uso da retícula curva como um recurso compositivo, junto à pintura barroca, no projeto da Igreja do Jubileu de Roma.

A leitura realizada para compreender a estrutura de saber envolvida na pesquisa de Ovando Grajales (2018) está registrada no mapa da Figura 61. Considera-se que os elementos **teóricos** advêm das associações com a história e teoria da arquitetura e das artes. Como **tecnologias** identifica-se o discurso que explica o emprego da modulação para então identificar os tipos de retículas sobre plantas e cortes originais. As **técnicas** foram então as de traçado, de investigação sobre tais modulações, por meio de malhas ou tramas, as quais possibilitaram

analisar e compreender o tipo de controle geométrico para a organização formal junto ao processo de projeto da arquitetura de Meier.

Interpreta-se que a palavra-chave *retícula*, associada as demais (*proceso de proyecto* e *idea arquitectónica*) conecta o bloco do saber propriamente dito (teorias que explicam o saber arquitetônico) ao do saber-fazer próprio do arquiteto Richard Meier.

Autor: Ovando Grajales (2018)

Título: *La retícula en el proyecto arquitectónico de Richard Meier*

Palavras-chave:

Richard Meier

Retícula

Proceso de proyecto

Idea arquitectónica

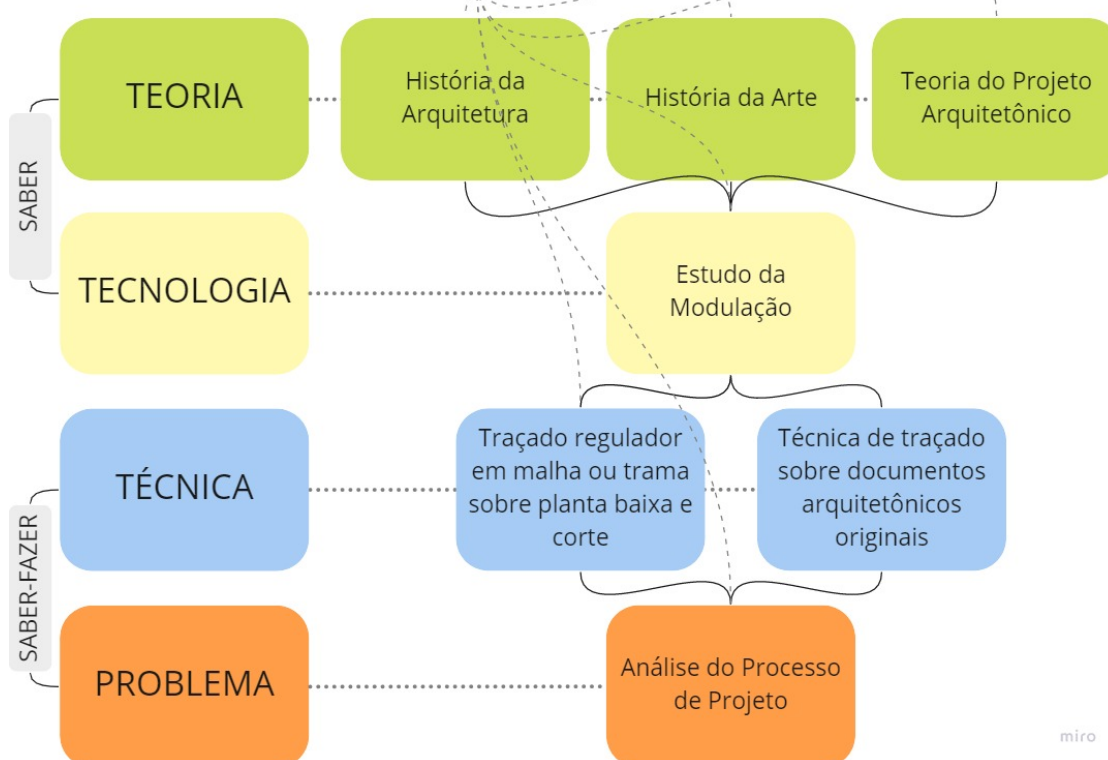


Figura 61 — Mapa conceitual dos elementos do saber do estudo de Ovando Grajales (2018).
Fonte: Elaboração própria.

4.2 Discussão sobre as leituras dos elementos de saber

Até aqui, neste capítulo, os artigos selecionados foram estudados para compreender como a análise gráfica, sob o viés da geometria gráfica, se faz presente, como se situa e com quais elementos ela se relaciona no âmbito dos elementos de saber explicitados junto a cada uma das investigações.

A partir do conjunto das análises foi possível listar os elementos caracterizados e representados nos mapas dos 15 casos estudados, os quais resultam de uma interpretação apoiada na noção estruturada de um saber ditada pela Teoria Antropológica da Didática.

Considera-se importante destacar o significado desta leitura e particularmente o momento desta leitura. A noção estruturada de um saber parte do princípio do movimento dialético intrínseco a um saber. Não existe uma estrutura estática, há uma dinâmica contínua de problematização da gênese de cada elemento, das relações entre eles e do lugar, seja no bloco do saber propriamente dito (teoria e tecnologias) ou do saber-fazer (técnica e tarefas/problemas). Uma leitura se faz em um momento exato no tempo e é dependente das lentes de quem a realiza, do conjunto de estruturas prévias que possui para identificar cada um dos elementos envolvidos. É possível que, em um instante anterior ou posterior, haja uma leitura diferenciada, decorrente da percepção de outras estruturas, de novos elementos que reorganizem/ampliem a leitura em questão. Por exemplo, a palavra proporção, dependendo do caso estudado pode ser interpretada como referência ao elemento problema, técnica, tecnologia ou como a própria teoria. O problema a ser estudado pode ser decorrente da necessidade de compreender a relação entre as partes de uma construção, perguntando-se qual a proporção ali estabelecida. Este problema foi recorrente nos estudos, para a associação entre duas obras de arquitetura produzidas por um mesmo arquiteto, estilo ou prática de um lugar. Pode ser que a técnica de resolução de um problema seja a de estabelecer uma proporção, como pode ser uma ação de organização formal própria de uma composição visual. Pode ser ainda que haja a necessidade de explicar como se obtém graficamente determinados padrões proporcionais com um compasso, necessitando assim construir um discurso sobre a técnica (tecnologia). E, pode-se buscar a explicação de como foi produzida a teoria da proporção, tratando-se de discursos sobre os diferentes tipos, por exemplo. Mas, pode-se ainda seguir para as supra teorias, em um crescente ilimitado, neste caso, avançando, por exemplo, para os estudos perceptivos, no campo da psicologia.

Sob o propósito de observar a presença de saberes próprios da geometria gráfica junto à investigação em contextos de arquitetura, a palavra proporção foi interpretada junto à maioria dos estudos como um elemento de conexão entre o bloco do saber e do saber-fazer. Portanto, se situando entre técnica e tecnologia.

Muitos dos elementos que compuseram os mapas produzidos no âmbito de cada leitura poderiam então ser relativizados em suas categorias pela noção estruturada de um saber, como o caso do elemento “proporção”. Entretanto, mesmo considerando-se todas as flexibilidades, foram reunidos no Quadro 4, para permitir uma leitura em conjunto de todos os elementos identificados.

Desta maneira, apresenta-se uma lista de elementos agrupados conforme foram interpretados no âmbito das estruturas de saber identificadas em cada estudo. Esta lista auxilia a compreender como, junto ao fórum da Revista EGA, está sendo associada e situada a geometria gráfica.

Quadro 4 — Repertório de elementos do saber associados às análises de arquitetura por meio da geometria gráfica identificados em 15 artigos da Revista EGA (2014 a 2018).

Caso		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Número de ocorrências
Estruturas do saber		Referência	Escoda Pastor (2014)	García Ortega (2014)	Soler Estrella; Almagro Gorbea (2014)	Melián García (2014)	Rivas López (2015)	Ayerza Elizarrain; Mujika Urteaga (2015)	García Ortega (2015)	Gimena Córdoba (2015)	Mañes Pitarch; Garfella Rubio (2016)	Salcedo Galera; Calvo López (2016)	Sanctis; Fortunato; Agostino Zappani (2017)	Grau Fernández (2017)	Martínez Rubio; Fernández Martín; San José Alonso (2018)	Mestre Martí et al. (2018)	Ovando Grajales (2018)
Problemas	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura																9
	Elucidação da geometria da arquitetura																5
	Investigação compositiva																7
	Compreensão/Análise do processo de projeto																6
	Identificação das etapas construtivas																3
	Verificação de elementos não originais																1
	Historiografia da edificação/do conjunto																4
	Estudo de tipologia																3
	Análise estilística																1
	Investigação sobre a autoria do projeto																2
	Produção de documentação gráfica																5
	Gerar documentação para projeto de intervenção																2
	Hipótese construtiva																1
	Comparar técnicas de levantamento																1
	Quantificação com precisão																5
Técnicas	Traçado regulador linear																11
	Traçado regulador em malha ou trama																7
	Traçado regulador sobre planta baixa																12
	Traçado regulador sobre corte																8
	Traçado regulador sobre fachada																4
	Sobreposição sobre modelo tridimensional																1
	Técnica de traçado sobre documentos arquitetônicos originais																5
	Técnica de traçado sobre produto do levantamento																10
	Traçado regulador das relações das partes da edificação																4
	Traçado regulador da obra relacionado ao traçado de outros projetos																1
	Estudo metrológico																1
	Comparação da geometria das abóbadas																1
	Métodos descritivos																1
	Desenho técnico																1
	Levantamento arquitetônico tradicional																4
	Levantamento arquitetônico por fotogrametria																4
	Levantamento arquitetônico por escaneamento a laser																4
	Não explicita técnica do levantamento																5
Tecnologias	Proporção																10
	Metrologia																4
	Modulação																7
	Redesenho das projeções ortogonais																1
	Modo de fazer do cubismo																1
	Topografia																1
	Escaneamento a laser																1
	Explicação de como funciona a fotogrametria digital																1
	Explicação de como se construíram as abóbadas																1
	Consulta a produção correlata																2
	Alegoria e metáfora como figura de linguagem																1
Teorias	História da Arquitetura																13
	História da Arte																3
	História da Humanidade																1
	Tratados de Arquitetura																4
	Teoria do Projeto Arquitetônico																8
	Desenho Técnico																1
	Geometria Descritiva																1
	Informática																1
	Filosofia																2
	Linguagem																1
	Estrutura																1
	Construção																3
	Matemática																11
Caso		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

Legenda: ■ Tecnologia explícita; ■ Tecnologia implícita.

Fonte: Elaboração própria.

A caracterização das estruturas de saber permitiu exemplificar como e para que serviram, em tais estudos, as **técnicas** abordadas.

Esta lista tem a intenção de observar questões qualitativas para entender o repertório de problemas, técnicas, tecnologias e teorias que possam estar associadas em estruturas que se valem da geometria gráfica para estudar arquitetura.

Para o contexto observado, os estudos de geometria gráfica, em sua maioria, estão conectados ao propósito de compreender a lógica de organização formal (caso 1, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13 e 14), a investigação compositiva (caso 5, 6, 7, 8, 9, 13 e 14), os modos de projetar (caso 2, 5, 7, 8, 9, 10 e 15) e a quantificação com precisão (caso 3, 9, 10, 11 e 13).

Identificaram-se também os seguintes problemas: elucidação da geometria da arquitetura; identificação das etapas construtivas; verificação de elementos não originais; historiografia da edificação/do conjunto; estudo de tipologia; análise estilística; investigação sobre a autoria do projeto; produção de documentação gráfica; geração de documentação para projeto de intervenção; e hipótese construtiva.

Verifica-se uma diversidade de **técnicas** de traçado regulador empregadas em projetos e construções como o traçado linear e em malha, essa última, com derivações como demonstrado no estudo de retículas em Ovando Grajales (2018). A sobreposição de traçados foi aplicada em uma ou múltiplas vistas sobre planta baixa, cortes, elevações e modelo tridimensional, em representações originais ou produto de levantamento arquitetônico tradicional, por fotogrametria ou escaneamento a laser.

Observa-se no Quadro 4 que a maior parte dos discursos que explicaram as **técnicas** da geometria gráfica empregadas, ou seja, as **tecnologias**, está fundamentada no propósito de **identificar proporções**, razões estabelecidas entre as partes da edificação, seguido dos estudos da **modulação** e de **metrologia** das construções. Os traçados buscam identificar padrões recorrentes, seja pela adoção de proporções clássicas ou associadas especificamente a uma maneira de fazer típica de um estilo, de um arquiteto ou mesmo de um lugar.

De acordo com o discurso de cada caso analisado verificaram-se **teorias explícitas** e **implícitas** recorrendo principalmente à **História da Arte e da Arquitetura**, a **Teoria do Projeto de Arquitetura** e a **Matemática**.

Em um primeiro momento cabe ressaltar a manutenção, no âmbito de um fórum de investigação científica, de estudos que se apoiam em procedimentos constituídos ao longo da história para o estudo não apenas de uma arquitetura histórica. Observou-se o mesmo tipo de investigação aplicada à arquitetura contemporânea no Museu de Daniel Libeskind em Escoda Pastor (2014) e dos projetos Richard Meier em Ovando Grajales (2018).

Algumas estruturas explicitam a caracterização de elementos associados aos aspectos construtivos. Entretanto, pouco se observou a associação direta da geometria gráfica com o desempenho estrutural. Pode-se supor a consequência de um fórum disciplinar, de expressão gráfica arquitetônica (nome da própria revista), o qual, pelo menos no campo aqui particularizado demonstra pouca interdisciplinaridade. Elementos quantitativos de análise da forma associada ao cálculo estrutural, próprios do campo da engenharia, ficaram tangentes as estruturas identificadas como em Salcedo Galera e Calvo López (2016), no caso da abóbada tórica renascentista e em Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017), do vestíbulo de convento barroco.

Observaram-se também os incrementos em estruturas de saber no campo das técnicas de levantamento para a representação gráfica precisa associados ao patrimônio (fotogrametria digital e escaneamento a laser), no caso das abóbodas do Castelo de *Villena* em Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014), o retábulo do Convento de São Francisco em Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017) e a fachada da Igreja *La Merced* em Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018).

Verificou-se que o estudo da Catedral de Sevilla de García Ortega (2014) se ocupou em associar a geometria gráfica, em seu modo procedimental (malha ortogonal, traçados com o compasso) com o modo operativo de construção. As comprovações de proporções entre os elementos e especialmente quando se percebe que as documentações antigas não têm medidas e sim razões entre as partes, tudo isto explicita esta maneira construtiva por regras geométricas reproduzidas *in loco* na escala da construção. O desenho era a maneira de regular a construção, ou melhor, esta maneira foi sendo transposta ao desenho, sendo o desenho uma representação em escala.

Voltando-se aos tipos de **problemas** configurou-se o Quadro 5 para reunir dados que os contextualizam, como a identificação do objeto de análise, o local, a

data, o estilo e o tipo funcional das edificações estudadas. Assim, demonstra-se que a técnica de sobreposição de traçado é aplicada a diferentes tendências ou estilos arquitetônicos e associada a distintas tipologias de problemas.

Observa-se que este tipo de investigação gráfica auxiliou no estudo de: **compreensão de processos de projeto** envolvendo análises de edificação de diferentes estilos, tal como o moderno em Rivas López (2015), moderno e contemporâneo em Ovando Grajales (2018), gótico em García Ortega (2014), gótico tardio em Gimena Córdoba (2015) e o Islâmico, Mudéjar e Gótico em García Ortega (2015); **elucidação da geometria** em elementos de composição em obras Mudéjar, em Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014), e renascentista, em Salcedo Galera e Calvo López (2016); **compreensão da lógica de organização formal da arquitetura**, associa-se ao estilo contemporâneo em Escoda Pastor (2014), moderno em Melián García (2014), Gótico em Ayerza Elizarain e Mujika Urteaga (2015), renascimento em Mañes Pitarch e Garfella Rubio (2016), barroco em Sanctis, Fortunato e Agostino Zappani (2017), Grau Fernández (2017) e Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018), e neoclássico em Mestre *et al.* (2018).

Verifica-se que o local dos objetos de análise também é heterogêneo, abrangendo 21 cidades, sete países e dois continentes, assim como a data dos projetos ou construções que abarcam doze séculos, do IX ao XXI.

Essa abrangência certamente pode enriquecer os tipos de problemas, demonstrando associações ao regionalismo de cada estilo arquitetônico, sistema metrológico e período construtivo.

Quadro 5 — Artigos analisados em função do tipo de problemas das análises gráficas com sobreposição de traçado.

Caso	Referência	Tipo(s) de problemas	Objeto(s) de análise	Local	Data	Estilo	Tipo de Edificação
1	Escoda Pastor (2014)	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura.	Museu Judeu Berlin	Berlin, Alemanha	XX	Contemporâneo	Institucional
2	García Ortega (2014)	Compreensão/Análise do processo de projeto; Identificação das etapas construtivas; Historiografia da edificação/do conjunto; Investigação sobre a autoria do projeto; Produção de documentação gráfica.	Catedral de Sevilha	Sevilha, Espanha	XV	Gótico	Sacra
3	Soler Estrela; Almagro Gorbea (2014)	Elucidação da geometria da arquitetura; Historiografia da edificação/do conjunto; Produção de documentação gráfica; Comparação das técnicas de levantamento; Quantificação com precisão.	Abóbadas da Torre do Castelo de Villena	Vilhena, Espanha	XII a XV	Mudéjar	Castelo
4	Melián García (2014)	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura.	Casa Beires	Póvoa de Varzim, Portugal	XX	Moderno	Habitação
5	Rivas López (2015)	Compreensão/Análise do processo de projeto; Investigação compositiva; Investigação sobre a autoria do projeto.	Carmen Blanco (Fundação Rodrigues-Acosta)	Granada, Espanha	XX	Moderno	Institucional
6	Ayerza Elizarrain; Mujika Urteaga (2015)	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura; Elucidação da geometria da arquitetura; Investigação compositiva; Estudo de tipologia; Análise estilística.	Templo Paroquial de Santa María (La Antigua) de Zumarraga	Guipúscoa, Espanha	XVI	Gótico	Sacra
7	García Ortega (2015)	Compreensão/Análise do processo de projeto; Historiografia da edificação/do conjunto; Investigação compositiva; Estudo de tipologia.	Igrejas: El Salvador, San Sebastián, San Lorenzo, Santa Justa y Rufina, Cristo de la Luz. Santa Clara, San Juan, San Lorenzo, Santiago, San Nicolás de la Ajerquía	Toledo e Córdoba, Espanha	IX a XII	Islâmico, Mudéjar, Gótico	Sacra
8	Gimena Córdoba (2015)	Compreensão/Análise do processo de projeto; Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura; Investigação compositiva; Estudo de tipologia.	Igreja do Convento de Santa Maria. Igreja San Mateo de Lucena. Igreja de Santa María La Mayor de Baena. Novo cruzeiro da Mesquita-Catedral de Córdoba	Córdoba, Espanha	XV e XVI	Gótico tardio	Sacra
9	Mañes Pitarch; Garfella Rubio (2016)	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura; Investigação compositiva; Compreensão/Análise do processo de projeto; Investigação compositiva; Quantificação com precisão.	Igreja Nossa Senhora de Assunção de Vistabella; Igreja de Andorra	Castelló e Teruel, Espanha	XVII	Renascimento	Sacra
10	Salcedo Galera; Calvo López (2016)	Elucidação da geometria da arquitetura; Produção de documentação gráfica; Hipótese construtiva; Quantificação com precisão.	Abóbada anelar do Palácio do Imperador Carlos V	Granada, Espanha	XVI	Renascimento	Palácio
11	Sanctis; Fortunato; Agostino Zappani (2017)	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura; Identificação das etapas construtivas; Historiografia da edificação/do conjunto; Produção de documentação gráfica; Quantificação com precisão.	Convento-Santuário de São Francisco de Paula	Paula, Itália	XVII	Barroco*	Sacra
12	Grau Fernández (2017)	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura; Identificação das etapas construtivas.	Convento de São Carlino Alle Quattro Fontane	Roma, Itália	XVII	Barroco	Sacra
13	Martínez Rubio; Fernández Martín; San José Alonso (2018)	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura; Elucidação da geometria da arquitetura; Investigação compositiva; Verificação de elementos não originais; Produção de documentação gráfica; Gerar documentação para projeto de intervenção; Quantificação com precisão.	Igreja <i>La Merced</i>	Cidade do Panamá, Panamá	XVII	Barroco	Sacra
14	Mestre Martí <i>et al.</i> (2018)	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura; Elucidação da geometria da arquitetura; Investigação compositiva; Gerar documentação para projeto de intervenção.	Cúpula do Capitólio de Havana	Havana, Cuba	XX	Neoclássico	Institucional
15	Ovando Grajales (2018)	Compreensão/Análise do processo de projeto.	Casa Palm Beach; Casa Giovannitti; Casa Neugebauer; Casa Grotta; Casa Municipal de Ulm; Igreja do Jubileu de Roma; O Ateneo de Indiana; Museu de Artes Decorativas de Frankfurt; Getty Center	Palm Beach, EUA; Pittsburgh, EUA; Naples, EUA; Harding Township, EUA; Ulm, Alemanha; Roma, Itália; Indiana, EUA; Frankfurt, Alemanha; Los Angeles, EUA	XX a XXI	Moderno e Contemporâneo	Habitacional e Institucional

* Estilo não explicitado no artigo. Classificação baseada em Koch (2009).

Fonte: Elaboração própria.

4.3 A terminologia que faz referência ao método de análise gráfica

De maneira mais específica, como se fez junto à bibliografia de referência, adentrou-se em cada um dos 15 artigos para observar os termos empregados para caracterizar o método de análise por geometria gráfica. O Quadro 6 sistematiza os resultados encontrados.

Em tal quadro observa-se que das 15 publicações, cinco (33,3%) utilizaram o termo ‘análise ou estudo gráfico’, sete (46,67%) ‘análise ou estudo geométrico’, em Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018) os dois termos ‘análise ou estudo gráfico e geométrico’, em um (6,67%) ‘análise arquitetônica’ e três artigos não indicaram ou definiram a proposta analítica. Sob a abordagem didática, estes termos foram associados ao elemento técnica. O elemento problema é particular e diverso em cada estudo.

A técnica está sempre associada a um verbo, que neste caso seria investigar, explicitar, fazer, ver e/ou analisar, por meios gráficos, a geometria implícita. Constituiu-se um repertório de termos associados a este tipo de técnica, sem, contudo, haver preponderância de um sobre outro. O termo traçado regulador, mais recorrente na bibliografia de referência, aparece empregado em apenas três artigos, e o termo diagrama, em apenas um deles.

Observa-se também que dez dos 15 artigos declaram a abordagem pela geometria (algum dos termos inclui esta palavra). Aparecem no total 23 termos diferentes.

Quadro 6 — Expressões e palavras-chave identificadas nos artigos associadas a geometria gráfica analítica.

<i>Expressão</i>	<i>Referência e palavras-chave em idioma original (espanhol)</i>														
	<i>Escoda Pastor (2014) Representación</i>	<i>García Ortega (2014) Traza</i>	<i>Soler Estrella; Almagro Gorbea (2014) Tecnologías</i>	<i>Melián García (2014) *</i>	<i>Rivas López (2015) Relaciones proyectivas</i>	<i>Ayerza Elizarain; Mujika Urteaga (2015) Proporción áurea</i>	<i>García Ortega (2015) Trazado</i>	<i>Gimena Córdoba (2015) Análisis</i>	<i>Mañes Pitarch; Garfella Rubio (2016) *</i>	<i>Salcedo Galera; Calvo López (2016) Geometria</i>	<i>Sanctis; Fortunato; Agostino Zappani (2017) Proporciones</i>	<i>Grau Fernández (2017) *</i>	<i>Martínez Rubio; Fernández Martín; San José Alonso (2018) Grafica</i>	<i>Mestre Martí et al. (2018) Grafica</i>	<i>Ovando Grajales (2018) Retícula</i>
Análise/estudo gráfico															
Análise/estudo geométrico															
Análise arquitetônica															
Traçado Regulador															
Linha Reguladora															
Traçado da modulação															
Traçado geométrico															
Diagrama															
Ideograma															
Linhas principais															
Esquema analítico															
Retícula															
Composição de linhas e planos															
Esquema compositivo															
Princípios compositivos															
Critérios compositivos															
Estrutura compositiva															
Sistema geométrico															
Esquema geométrico															
Trama geométrica															
Regras geométricas															
Suporte geométrico dos elementos de composição															
Geometria e métrica															
Instrumento de controle da forma															
Módulo elementar que regula o conjunto															
Sistema de proporções															
Padrões métricos															

* Estudos que não apresentam como palavras-chave termos relacionados à geometria gráfica.

Fonte: Elaboração própria.

4.4 Relações das palavras-chave aos blocos do saber

No Quadro 7 é possível visualizar o peso atribuído por cada autor às palavras-chave adotadas na relação com os dois blocos (saber e saber-fazer).

Assim, entende-se a importância que os autores dos artigos deram ao método de estudo, tendo casos como Soler Estrela e Almagro Gorbea (2014) e Martínez Rubio, Fernández Martín e San José Alonso (2018), em que a maioria das palavras-chave associa-se a cada uma das técnicas de levantamento.

Na problematização das palavras-chave, quanto aos blocos do saber ou do saber-fazer, verifica-se o carácter integrativo desse tipo de estudo de revisão sistemática de cunho didático que não se sustenta também somente com a teoria, sem haver a demonstração do saber fazer. Por isto pode-se reafirmar, tal como suposto inicialmente, a importância das imagens como critério de seleção para a demonstração gráfica.

Neste sentido, contextualizando-se acerca da motivação da pesquisa para a adoção do desenho paramétrico como metodologia de investigação da arquitetura de interesse patrimonial, destaca-se a importância de compreender todos estes parâmetros e elementos de saber envolvidos que se constituirão em um processo de parametrização. Não se trata apenas do saber-fazer (tal como o uso de ferramentas de programação visual), pois a parametrização só poderá ser desenvolvida a partir da explicitação dos elementos do saber, entendendo-se a geometria gráfica, a história, a teoria, os desempenhos de diferentes ordens, etc.

Quadro 7 — Relação das palavras-chave aos blocos do saber.

Caso	Referência	Palavras-chave em idioma original (espanhol)	Bloco		Não associada aos blocos da TAD
			Saber (teorias e tecnologias)	Saber-fazer (técnicas e problemas)	
1	Escoda Pastor (2014)	Alegoría; representación ; arquitectura			
2	García Ortega (2014)	Catedral; Sevilla; traza ; Bidaurreta; Gótico; metrología			
3	Soler Estrela; Almagro Gorbea (2014)	Bóvedas de arcos entrecruzados; levantamiento arquitectónico; fotogrametría ; escáner láser 3D			
4	Melián García (2014)	Álvaro Siza; Picasso; arquitectura; lugar			
5	Rivas López (2015)	Relaciones proyectivas ; Carmen Blanco; José Felipe Giménez Lacal; Granada			
6	Ayerza Elizarain; Mujika Urteaga (2015)	Madera; Isabelino; tornapunta; proporción áurea			
7	García Ortega (2015)	Mezquita; iglesia; trazado ; orientación			
8	Gimena Córdoba (2015)	Dibujo; análisis ; tardo-Gótico; patrimonio; arquitectura; espacio; estructura ; Hernán Ruíz “El Viejo”			
9	Mañes Pitarch; Garfella Rubio (2016)	Iglesia; Vistabella Del Maestrazgo; fachada retablo; renacimiento			
10	Salcedo Galera; Calvo López (2016)	Geometría ; estereotomía; bóveda tórica; levantamiento ; Granada			
11	Sanctis; Fortunato; Agostino Zappani (2017)	Levantamiento; arquitectura; iconografía; proporciones			
12	Grau Fernández (2017)	San Carlino alle Quattro Fontane; Borromini; Roma; Trinitarios			
13	Martínez Rubio; Fernández Martin; San José Alonso (2018)	Patrimonio edificado; tecnología láser ; documentación gráfica ; procesado digital; modelo digital			
14	Mestre Martí <i>et al.</i> (2018)	Capitolio; La Habana; construcción; gráfica ; documentación; patrimonio; arquitectura			
15	Ovando Grajales (2018)	Richard Meier; retícula ; proceso de proyecto; idea arquitectónica			

Fonte: Elaboração própria.

5 Considerações finais

A revisão sistemática desenvolvida em um contexto científico e a análise dos elementos do saber envolvidos em tais estudos, a partir do referencial da Teoria Antropológica da Didática, possibilitou explicitar problemas recorrentes nos estudos de arquitetura, com técnicas de geometria gráfica e tecnologias diversificadas na abordagem a estes problemas.

O conjunto de imagens apresentado no Quadro 3 (capítulo da metodologia, p. 59), exemplifica como foram demonstrados em cada um dos quinze artigos analisados os processos de investigação por meio da sobreposição de traçados sobre as representações de arquitetura, vinculando-se as palavras-chave elegidas pelos próprios autores.

Conforme já descrito no Quadro 5 (página 120), associados à técnica analítica da geometria gráfica identificaram-se os problemas de **compreensão da lógica de organização formal da arquitetura, análise ou estudo do processo de projeto e a investigação compositiva**. Estes temas também estão presentes nas publicações dos autores primários de referência, explicitados pela Figura 12 (p. 45). Esta constatação permite afirmar que tal técnica analítica (com emprego de traçado gráfico) segue dando apoio às investigações atuais de arquitetura.

Quanto aos demais problemas com menor incidência sistematizados no Quadro 4 (p. 116), comparado aos autores primários de referência, destacam-se que a **identificação das etapas construtivas e historiografia da edificação/do conjunto** são discutidas apenas em Baker (1991). Quanto à **quantificação com precisão, gerar documentação para projeto de intervenção, investigação sobre a autoria do projeto, análise estilística e verificação de elementos não originais**, os autores tomados como referências primárias não abordaram o referido tema em suas publicações.

Destacam-se a ampliação dos elementos técnicos e tecnológicos associados, em especial pelo apoio dos recursos de escaneamento 3D para atribuir precisão aos estudos métricos e aos estudos de proporções, tendo em vista a exatidão dos levantamentos para obtenção de resultados fidedignos.

Tais precisões subsidiaram a comparação entre análises de partes da obra ou entre obras e apontaram para a existência de divergências tanto em lógicas métricas quanto em tipos de organizações formais. Quanto às comparações encontradas no

referencial teórico, há a explicitação apenas da organização formal. Em Ching (2008) e Doczi (1990) há a comparação do traçado regulador entre edificações e, em Doczi (1990), Eisenman *et al.* (2011) e Flório *et al.* (2002) há a comparação do traçado entre partes do mesmo projeto.

Observou-se também a recorrência do uso da técnica gráfica tanto em análises de arquiteturas clássicas, quanto em investigação de arquitetura moderna e contemporânea, como demonstrado nos estudos sobre obras de Álvaro Siza (MELIÁN GARCÍA, 2014) e de Daniel Libeskind (ESCODA PASTOR, 2014).

A organização dos dados apresentados, atentando para os seus elementos do saber, apontou a maneira como foi desenvolvido o processo de projeto, alvo de análise nos artigos estudados e no referencial teórico. Questões relacionadas às estratégias compositivas, como proporção, unidades métricas, entre outras permanências de diferentes momentos da arquitetura também foram apontadas. Estes elementos do saber explicitaram o conhecimento da história e teoria da arquitetura, principalmente a partir da compreensão dos tratados de arquitetura, dos estilos arquitetônicos e do sistema antropométrico de medidas.

Na categorização dos artigos da revisão sistemática identificaram-se também associações do traçado regulador com teorias de outros campos de conhecimento, tal como a filosofia, a linguagem e a história da arte. Nos estudos que elencaram como teoria de base a matemática, a maioria dos casos apoiaram-se na geometria gráfica como técnica para a resolução de problemas, sendo que em García Ortega (2014), Ayerza Elizarrain e Mujika Urteaga (2015), Grau Fernández (2017) e Mestre Martí *et al.* (2018) verificaram-se demonstrações numéricas algébricas da modulação, sistema de medida ou proporção investigada.

Os saberes teóricos presentes nos referenciais de análise considerados como primários mostram-se ressignificados pelo bloco das estruturas de saber da tecnologia.

O conjunto dos trabalhos analisados possibilita visualizar os tipos de elementos do saber em que a geometria gráfica se associa para se estabelecer como parte de uma rede complexa para gerar conhecimento sobre arquitetura. Com isto, infere-se que é impossível categorizá-los como simplesmente um elemento do tipo “técnica”, dada as relações dialéticas que se estabelece com os outros elementos do saber. Por exemplo, no artigo de Escoda Pastor (2014), a estrela de David, em sua geometria, só emerge por ter relação com todos os elementos

teóricos e tecnológicos identificados que poderiam identificar classes de problemas a serem resolvidos para entender toda a estrutura do saber.

Os estudos categorizados no Quadro 4 (p. 116) podem ter muitas tecnologias, classes de tecnologias, conforme experiências prévias e conhecimento de teorias como pressuposto. Porém, o que está representando em tal estudo é apenas um recorte de toda a estrutura, o que permite observar em que elementos do saber as análises gráficas estão envolvidas, como elas se integram na construção de conhecimento sobre arquitetura, com quais tipos de elementos elas compõem estruturas, pois assim é possível perceber redes que estão associadas às análises por meio de geometria gráfica. Além disso, alguns estudos acabam por explicitar mais as tecnologias do que as teorias, assim como outros explicitam mais as técnicas do que os demais elementos da estrutura.

Os mapas conceituais propostos para os estudos selecionados na revisão sistemática proporcionam explicitar e sistematizar uma instância dos elementos de saber e suas associações. Embora os mapas possam parecer rígidos, destaca-se que os mesmos objetivam estruturar o conhecimento de modo a torná-lo compartilhável, segundo Omerovic, Milutinovic e Tomazic (2001), apoiando-se, portanto, nos pressupostos da ciência da representação do conhecimento, conforme contextualizado na metodologia desta dissertação.

Há consciência que a TAD enfatiza a dinâmica, a dialética, o diálogo para gerar uma estrutura dinâmica. No entanto, compreende-se também que os mapas objetivam registrar um momento de leitura flexível que o congela, a partir dos saberes que se tem como um exercício de aproximação, de compreensão e de organização do conhecimento. As representações são registros de como se realizou a leitura em um determinado momento que pode diferir posteriormente. Não são modelos de leitura dos artigos selecionados.

Conforme apontado na introdução existem estudos que demonstram o uso da parametria para a análise da arquitetura, porém esse tipo de estudo não foi encontrado na revisão sistemática na Revista EGA, no período selecionado, de 2014 a 2018. Outro tema não encontrado na revisão foi a explicitação do conceito de recursão, que se refere à repetição de objetos ou partes de objetos com a aplicação de proporções em diferentes escalas, procedimento esse que aparece em muitas das análises da bibliografia de referência, tal como em Sedrez e Meneghel (2013) e Sedrez e Pereira (2012).

Quanto à terminologia, de acordo com as imagens da Figura 12 (p. 45), as sobreposições dos traçados nos diferentes autores de referência explicitam a geometria reguladora. Excetuando-se o ‘diagrama’ de Eisenman *et al.* (2011), o qual tem o objetivo de análise da arquitetura em suas relações mais complexas, com o tempo e lugar, os demais estudos buscam explicitar padrões proporcionais e métricos, como o ‘traçado regulador’ em Le Corbusier (2014) e Elam (2010), a ‘linha reguladora’ em Ching (2008), o ‘diagrama’ em Doczi (1990), o ‘diagrama da ideia geratriz’ em Clark e Pause (1997), o ‘diagrama do traçado regulador’ em Baker (1991), a ‘linha organizadora, linha axial, retículas, sistemas de medidas e de proporção’ em Leupen *et al.* (1999), a ‘geometria ideal’, em Unwin (2013) e o ‘traçado regulador da ideia geratriz’ em Flório *et al.* (2002).

Verificou-se que, a partir de uma comparação da terminologia associada à geometria gráfica empregada nos artigos selecionados na revisão sistemática, estruturada no Quadro 6 (p.122), com a utilizada pelos autores primários de referência, sistematizadas na Figura 12, o emprego das expressões ‘traçado regulador’ e ‘linha reguladora’, assim como ‘traçado da modulação’, ‘traçado geométrico’, ‘ideograma’, ‘linhas principais’ e ‘esquema analítico’ tem o mesmo significado que ‘traçado regulador’ em Le Corbusier (2014), Ching (2008), Baker (1991) e Elam (2010). A expressão ‘diagrama’ em Escoda Pastor (2014) e ‘princípio compositivo’ em Soler Estrella e Almagro Gorbea (2014) tem o sentido de ‘diagrama’ para Eisenman *et al.* (2011).

Os termos ‘esquema compositivo’, ‘critérios compositivos’, ‘geometria e métrica’, ‘trama geométrica’, ‘traçado geométrico’, ‘regras geométricas’, ‘retícula’ e ‘módulo elementar que regula o conjunto’ apresentam a mesma significação de ‘traçado regulador’ em Le Corbusier (2014), Ching (2008), Baker (1991) e Elam (2010).

Quanto às palavras-chave nos autores de referência, os dados de catalogação identificam termos associados à geometria gráfica, como composição e proporção, apenas em Ching (2008), Doczi (1990) Leupen *et al.* (1999) e Elam (2020). Nos autores da revisão sistemática verificaram-se duas situações distintas, uma com termos mais próximos do interesse gráfico-geométrico, como ‘traza’ em García Ortega (2014), ‘trazado’ em García Ortega (2015), ‘geometría’ em Salcedo Galera e Calvo López (2016) e ‘gráfica’ em Mestre Martí *et al.* (2018), e outras relacionadas, como ‘representación’, ‘fotogrametría’, ‘escáner láser 3D’, ‘relaciones

proyectivas, *proporción áurea*, *análisis*, *estructura*, *proporciones*, *tecnología láser* e *retícula*.

A reunião dos termos que caracterizam os tipos de problemas, as técnicas e as tecnologias, pode contribuir para o avanço da identificação de uma taxonomia da área, indicando a necessidade de um estudo mais amplo sobre o vocabulário empregado na área de conhecimento. Isso para que haja uma sistematização dos elementos do saber próprios de tal área pelos meios de comunicação e difusão da produção científica, que cada vez mais estão dependentes dos meios informáticos, a partir do uso de bancos de dados e metadados.

Além disso, no campo das Tecnologias de Informação e Comunicação, tais metadados, ou seja, elementos que categorizam de alguma maneira os dados, são fundamentais para caracterizar tais estudos sob o aspecto da descrição dos dados que eles incorporam. Essa descrição dos dados é utilizada para que os artigos sejam adequadamente catalogados (indexados) nas bases científicas na Internet, denominadas de repositórios.

5.1 Conclusão

A caracterização dos processos de investigação de arquitetura, que se valem de procedimentos analíticos gráfico e geométricos, possibilitou identificar como esses contribuem para a construção de conhecimento arquitetônico: projetual, por explicitar procedimentos associados à composição, seja clássica, dos traçados reguladores, com o auxílio de instrumentos como compasso e esquadro, ou paramétricos informatizados, a partir da definição de regras, métricas e parâmetros associativos e geracionais; construtivos, na maneira de fazer, marcar e regular à obra; estético, demonstrando a erudição dos projetos, dos projetistas, como um sistema de comunicação, de linguagem.

Embora se ampliando significativamente os tipos de problemas identificados em relação aos referenciais tomados como primários, é necessário avançar em uma categorização de tais problemas, visando compreender como tal estrutura de saber pode ser incorporada na formação em arquitetura. No entanto, o estudo desenvolvido possibilitou compreender como a técnica da geometria gráfica pode auxiliar na elucidação de tais problemas, trazendo à tona aplicações não tradicionais

no âmbito da geometria gráfica analítica e a explicitação dos discursos tecnológicos associados aos campos da arquitetura e representação.

Quanto à terminologia referente à geometria gráfica utilizada pelos dez autores de referência, verificou-se a utilização de variações e associações entre quatro expressões base, como traçado regulador, ideia geratriz, diagrama e geometria ideal. Nos autores da revisão do periódico EGA constatou-se também uma diversidade, com aproximadamente 23 termos distintos para nominar a técnica analítica, essencialmente, 'traçado, linha, malha ou esquema' 'regulador, geométrico ou compositivo'. Isto reafirma a necessidade de se estabelecer um vocabulário compartilhado, para que se possam descrever de maneira integrada as técnicas e tecnologias envolvidas na geometria gráfica para arquitetura e os problemas que elas estão resolvendo na atualidade.

A sistematização desta terminologia envolvida nos estudos gráficos junto aos métodos analíticos e suas aplicações na resolução de problemas de arquitetura podem oferecer oportunidades didáticas ao processo de construção do conhecimento em arquitetura.

Quanto às categorias de análise da visão estruturada de saber, relacionando-se a revisão bibliográfica com a sistemática, constatou-se também a ampliação de técnicas de levantamento arquitetônico por fotogrametria e escaneamento a laser, de tecnologias, como a alegoria, e de teorias, como a filosofia.

No momento de leitura, a partir dos pressupostos da Teoria Antropológica da Didática, verificou-se que alguns casos analisados apresentaram discursos enfocados no bloco do saber propriamente dito, outros no saber-fazer, e alguns com uma estrutura integral abrangendo os dois blocos.

Concretamente, as extrações dos elementos do saber poderiam servir de apoio ao contexto do ensino no campo da geometria gráfica e da arquitetura, considerando-as como motivadoras das práticas em sala de aula, ao estarem associadas com a resolução de problemas reais como demonstrado nos casos estudados. Porém, para isto, a explicitação dos problemas é necessária.

Quanto à ampliação e explicitação dos elementos da estrutura de um saber, além da aplicabilidade acadêmica, verifica-se a relevância para a prática profissional no âmbito do patrimônio, para a leitura e análise de obras.

A explicitação da estrutura do saber possibilitou tomar consciência dos elementos envolvidos em estudos da geometria gráfica, que, em ambientes

formativos, especificamente nas disciplinas de geometria e de desenho, poderiam enfocar para além das técnicas, abrangendo as tecnologias e as teorias. Nos componentes de história e teoria da arquitetura, que enfatizam comumente as teorias, poderia ocorrer a mesma interdisciplinaridade com os problemas, técnicas e tecnologias. Assim, haveria uma integração entre as estruturas que auxiliariam principalmente às práticas de projeto, foco principal dos cursos de arquitetura.

Quanto aos objetivos da pesquisa, entende-se que os mesmos foram atendidos: na verificação de uma gama de conceitos e técnicas diversificadas da geometria gráfica; no entendimento para que serviram essas técnicas e conceitos; na caracterização das mesmas; no apontamento das possíveis contribuições para a construção de conhecimento em arquitetura; além da compreensão de termos e palavras utilizadas no âmbito da geometria gráfica. Considera-se que, embora a identificação da incidência dos estudos analíticos foi parcialmente alcançada, havendo a verificação em apenas um fórum científico, ela já aponta a permanência do uso da geometria gráfica em tais tipos de investigações.

5.2 Trabalhos futuros

Considera-se que este estudo tem um desdobramento imediato no campo da ação docente. Ao retomar os clássicos referenciais que apresentam estudos analíticos e interpretativos de arquitetura apoiados na geometria gráfica e, logo, confrontá-los com a produção científica atual, observou-se uma ampliação das estruturas de saber. Esta ampliação foi demonstrada pela adição de técnicas, em especial, das técnicas digitais avançadas de representação.

Frente a isto, investir em materiais didáticos para formação e apoio docente que facilitem a apropriação de tecnologias de fotogrametria digital e escaneamento 3D, contribuirá para garantir a presença de estruturas integrais junto às instituições educativas de arquitetura. Faz-se pertinente que as práticas docentes sigam sendo permeadas e intensificadas com a composição de blocos de saber-fazer apoiados nas tecnologias digitais.

No campo da investigação, também por decorrência das possibilidades de desenvolvimento de estudos precisos em termos métricos, particularmente no que tange à aquisição de documentação de patrimônio arquitetônico, considera-se que um repertório de tipos de elementos do saber pode ser explorado para particularizar

edificações que até então trazem uma historiografia a ser revelada. Na introdução desta dissertação mencionou-se o propósito inicial de estudar a arquitetura eclética historicista da cidade de Bagé. Tem-se ainda um amplo cenário de edificações a serem ali devidamente documentadas e reconhecidas. Abordá-las sob o viés da geometria gráfica poderá provocar a compreensão dos processos construtivos, compositivos e, sobretudo, a ampliação da informação sobre o momento cultural que a arquitetura referida representou.

Por outra parte, o estudo de revisão sistemática pode ser ampliado em seu universo, com a inclusão de outros repositórios da área da representação gráfica com o intuito de identificar novos elementos de saber.

Aponta-se ainda para a necessidade de ampliar a pesquisa para o contexto educacional e profissional, como forma de verificação da veiculação e do emprego efetivo dos estudos de geometria gráfica, tanto para processos analíticos de pré-existências como para a prática do processo projetual.

Referências

- ANDERSON, Michael; ARMEN, Cris. Diagrammatic reasoning and color. In: THE DIAGRAMMATIC REASONING SITE, 1998. **Proceedings of the 1998 AAAI Fall Symposium on Formalization of Reasoning with Visual and Diagrammatic Representations**. [S. l.: s. n.], 1998. Disponível em: <https://www.aaai.org/Papers/Symposia/Fall/1998/FS-98-04/FS98-04-005.pdf>. Acesso em: 23 out. 2020.
- ANDRADE, Manuella Marianna Carvalho Rodrigues. A contribuição do exercício de análise arquitetônica para a construção do conhecimento em arquitetura: uma experiência didática. In: VI SEMINÁRIO PROJETAR, 2013, Salvador. **Anais dos Seminários PROJETAR 2013**. Salvador: PPGAU/FAU-UFBA, 2013. Disponível em: <http://projedata.grupoprojetar.ufrn.br/dspace/bitstream/123456789/1789/1/E2031.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.
- AYERZA ELIZARAIN, Ramón; MUJICA URTEAGA, Marte. Descripción y análisis geométrico del templo parroquial de Santa María la Antigua de Zumárraga (Guipúzcoa). **EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [s. l.], v. 20, n. 26, p. 92–99, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2015.4044>. Acesso em: 12 out. 2019.
- BAKER, Geoffrey. **Análisis de la forma: urbanismo y arquitectura**. México: Gustavo Gili, 1991.
- BARKI, José *et al.* **Introdução ao estudo da forma arquitetônica**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. v. 2.
- BELTRAMIN, Renata Maria Geraldini. **Caracterização e sistematização de quatro modelos de análise gráfica: Clark e Pause, Ching, Baker e Unwin**. 148 f. 2015. Dissertação (mestrado)—Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2015.
- BERREDO, Hilton; LASSANCE, Guilherme. Análise gráfica, uma questão de síntese. **Arquitextos**, [S. l.], v. 12, n. 133.01, 2011. Disponível em: <https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.133/3921>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- BORDA, Adriane Almeida Silva. **Los saberes constitutivos del Modelado Geométrico y Visual, desde las instituciones científicas y profesionales a las escuelas de arquitectura**. 2001. Tesis (doctorado)—Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2001.
- BORDA, Adriane Almeida Silva *et al.* Produção e compartilhamento de objetos de aprendizagem dirigidos ao projeto de arquitetura. In: XIV CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2010, Bogotá. **SIGRADI 2010**. Bogotá: Ediciones Uniandes, 2010. p. 104–107. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/123456789/667>. Acesso em: 4 nov. 2019.

BORDA, Adriane Almeida Silva et al. Trajetórias de aprendizagem em representação gráfica digital. **Revista Educação Gráfica**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 5–22, 2012.

BORDA, Adriane Almeida Silva; BRUM, Valentina Toaldo. Representação de patrimônio a partir do desenho paramétrico como processo formativo para o projeto. In: XX CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2016, **Buenos Aires. Blucher Design Proceedings**. Buenos Aires: Blucher, 2016. p. 107–113. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/3886>. Acesso em: 12 nov. 2019.

BORDA, Adriane Almeida Silva; SILVEIRA, Paula Roberta; TORREZAN, Cristina Wildt. Materiais didáticos para o ensino presencial e não presencial de perspectiva. In: VIII CONGRESO INTERNACIONAL PROMOVIDO PELA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2004, Porto Alegre. **VIII Congresso Internacional da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital**. Porto Alegre: Unisinos, 2004. p. 81–83. Disponível em: http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/sigradi2004_081. Acesso em: 4 nov. 2019.

CABILDO CATEDRAL DE CORDOBA. **Capilla Mayor, Crucero y Coro**. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: <https://mezquita-catedraldecordoba.es/descubre-el-monumento/el-edificio/capilla-mayor-crucero-y-coro/>. Acesso em: 24 set. 2020.

CALIGRAMA. In: OXFORD LANGUAGES. Oxford: Oxford University Press, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=caligrama&oq=caligrama&aqs=chrome..69i57j0j46j0l5.1239j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em: 15 ago. 2020.

CARAZO LEFORT, Eduardo; GALVÁN DESVAUX, Noelia. Diagramas: del ISOTYPE al GIF. Notas para una didáctica del análisis gráfico de la arquitectura. **EGA Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 22, n. 30, p. 30, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2017.7215>. Acesso em: 18 out. 2020.

CASTRO, Thalita Carvalho Martins; BERNARDI, Núbia. A linguagem formal do espaço: análise gráfica como metodologia de pesquisa em edifícios culturais. **Revista brasileira de expressão gráfica**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 87–104, 2017.

CHEVALLARD, Yves. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 221-66, 1999.

CHEVALLARD, Yves. **La Transposition Didactique**. 2. ed. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1991.

CHING, Francis. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**. Tradução: Alvamar Lamparelli. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

CLARK, Roger; PAUSE, Michael. **Arquitectura: temas de composición**. 3. ed. México: Gustavo Gili, 1997.

CONCEIÇÃO, Sandro Martinez. **Relatório de estágio docente**—disciplina Estética. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2019a. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1P3lHHjI_kUt9r1GaxdB4Dv_JCqfe6xcn/view?usp=sharing. Acesso em: 21 out. 2019.

CONCEIÇÃO, Sandro Martinez. **Relatório de estágio docente**—disciplina Geometria Gráfica e Digital 2 (GGD2). Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2019b. Relatório de estágio docente. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1v1d6BFsytGSQ_8kMi2we7Mw0RwobSMRD/view?usp=sharing. Acesso em: 21 out. 2019.

CONCEIÇÃO, Sandro Martinez; BORDA, Adriane Almeida Silva. Análise lógica de duas residências da arquitetura eclética historicista bajeense. In: XX ENCONTRO DA PÓS-GRADUAÇÃO – ENPOS | 4a SEMANA INTEGRADA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS—UFPEL, 2018a, Pelotas. **Anais 2018 ENPOS**. Pelotas: UFPEL, 2018. Disponível em: http://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2018/SA_04357.pdf. Acesso em: 20 out. 2019.

CONCEIÇÃO, Sandro Martinez; BORDA, Adriane Almeida Silva. Parametrização da arquitetura eclética historicista residencial bajeense de 1870-1931. In: IX SEMINÁRIO DE PESQUISA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO—PROGRAU/UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS—UFPEL – EDIÇÃO COMEMORATIVA 10 ANOS DO PROGRAU, 2018b, Pelotas. **Anais do IX Seminário de Pesquisa PROGRAU/UFPEL**. Pelotas: UFPEL, 2018. p. 113–118. Disponível em: https://drive.google.com/open?id=1V7l7nzCyPLPw4n4tThChZou-QQoC_DWv. Acesso em: 20 out. 2019.

CONCEIÇÃO, Sandro Martinez; BORDA, Adriane Almeida Silva; PIRES, Janice Freitas. A investigação em arquitetura a partir de análises gráficas. In: 9o SEMINÁRIO PROJETER, 2019, Curitiba. **Anais dos Seminários PROJETER 2019**. Curitiba: UFPR : Universidade Positivo, 2019. Disponível em: <https://www.dropbox.com/sh/eiaqqoknz057ezc/AACQ4edl3CTX54kJbkNfb6ala?dl=0&preview=9%C2%BA+PROJETER+-+Volume+2.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

DANELET. **Iglesia de la Merced**. Colonial church in San Felipe, Panamá City. [S. l.], 2017. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iglesia_de_la_Merced_Panam%C3%A1.jpg. Acesso em: 13 out. 2020.

DOCZI, Gyorgy. **O poder dos limites**: harmonias e proporção na natureza, arte e arquitetura. Tradução: Maria Helena de Oliveira Tricca; Júlia Bárány Bartolomei. São Paulo: Mercuryo, 1990.

EISENMAN, Peter *et al.* **Diez edificios canónicos 1950-2000**. Barcelona: Gustavo Gili, 2011.

ELAM, Kimberly. **Geometria do design**. Tradução: Claudio Marcondes. São Paulo: Cosac Naify, 2010.

ELAM, Kimberly. **Geometria do design**: estudos sobre proporção e composição. Tradução: Claudio Marcondes. Barcelona: Gustavo Gili, 2018.

ESCODA PASTOR, Carmen. La alegoría como lenguaje: narración y representación en Daniel Libeskind. **EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 19, n. 23, p. 126–137, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2014.2174>.

FARIAS, Priscila; QUEIROZ, João. **Visualizando Signos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2017..

FÉLIX, Luisa Rodrigues; BORDA, Adriane Almeida Silva; RODRIGUES, Neusa Mariza. Entre béziers e nurbs. In: VIII CONGRESSO INTERNACIONAL PROMOVIDO PELA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2004, Porto Alegre. **VIII Congresso Internacional da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital**. Porto Alegre: Unisinos, 2004. p. 78–80. Disponível em: <http://guaiaa.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4167>. Acesso em: 3 nov. 2019.

FERNÁNDEZ MONGE, Alejandro. **Palacio de Carlos V en Granada**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: <https://i.pinimg.com/originals/9f/8a/65/9f8a658e9477b8ab70fa35e6568217dd.jpg>. Acesso em: 7 out. 2020.

FERNANDES, Vinícius Mendonça. **Representações didáticas de arquitetura**. 95 f. 2018. Dissertação (mestrado)—Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

FILPO CABANA, José Luis. **Capilla mayor de la iglesia del monasterio jerónimo**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Interior_de_la_iglesia_del_Monasterio_de_Santa_Marta_\(C%C3%B3rdoba\).jpg?uselang=pt-br](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Interior_de_la_iglesia_del_Monasterio_de_Santa_Marta_(C%C3%B3rdoba).jpg?uselang=pt-br). Acesso em: 24 set. 2020.

FLÓRIO, Wilson *et al.* **Projeto residencial moderno e contemporâneo**: análise gráfica dos princípios de forma, ordem e espaço de exemplares da produção arquitetônica residencial. São Paulo: Mackpesquisa, 2002.

FRANÇA, Elena Furlan. **A análise de projeto arquitetônico ampliada em tablets**. 212 f. 2015. Dissertação (mestrado)—Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

FUNDACIÓN PÚBLICA ANDALUZA RODRÍGUEZ-ACOSTA. **Visitar el Carmen Blanco**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: <http://www.fundacionrodriguezacosta.com/>. Acesso em: 13 set. 2020.

GARCÍA ORTEGA, Antonio Jesús. De mezquitas a iglesias. Formalización y trazado en los procesos de reconversión de Toledo y Córdoba. **EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 20, n. 26, p. 202–211, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2015.4053>. Acesso em: 13 abr. 2020.

GARCÍA ORTEGA, Antonio Jesús. El proyecto gótico de la Catedral de Sevilla. Indicios de trazado, medida y proporción. **EGA. Revista de expresión gráfica**

arquitectónica, [S. l.], v. 19, n. 23, p. 184–193, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2014.1751>. Acesso em: 18 mar. 2020.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIMENA CÓRDOBA, Pilar. Análisis gráfico de cuatro espacios de Hernán Ruiz “el Viejo”. **EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 20, n. 26, p. 232, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2015.4057>. Acesso em: 15 set. 2020.

GNUTZMANNA, Nathalia Teixeira *et al.* Luis Barragán among colors and forms: a case-study on project strategies in three of the architect’s works. In: INTERNATIONAL COLOUR ASSOCIATION 2019—COLOR AND LANDSCAPE, 2019, Buenos Aires. **Proceedings of the International Colour Association (AIC) Conference 2019**. Buenos Aires: International Colour Association Incorporated, 2019. p. 372–377. Disponível em: https://www.aic-color.org/resources/Documents/AIC_2019_proc.pdf. Acesso em: 15 set. 2020.

GRAU FERNÁNDEZ, Marta. La construcción del convento de san Carlino alle Quattro Fontane: algunas notas sobre la historia y la génesis de la fábrica borrominiana. **EGA Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 22, n. 30, p. 130–139, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2017.7844>.

GRUBER, Thomas. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. **International Journal Human-Computer Studies**, [S. l.], v. 43, n. 5/6, p. 907–928, 1995.

GURGEL, Ana Paula Campos. Aliando teoria e prática: um exame da metodologia de “Análise Arquitetônica” aplicada em disciplinas de Teoria e História de Arquitetura. **Revista de Arquitetura IMED**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 106, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v6n1p106-123>. Acesso em: 01 set. 2020.

IDEOGRAMA. In: OXFORD LANGUAGES. Oxford: Oxford University Press, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=ideograma&oq=ideograma&aqs=chrome..69i57j0l7.1623j1j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em: 30 set. 2020.

JANTZEN, Sylvio Arnaldo Dick; OLIVEIRA, Ana Lúcia Costa de. **Renovação urbana e reciclagem: orientação para a prática de atelier**. Pelotas: Editora e Gráfica Livraria Mundial, 1996.

JARDIM, Maria Inês de Affonseca. **Transposição didática**. 182 f. 2011. Tese (doutorado)—Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2011.

KANDINSKY, Wassily. **Do Espiritual na Arte: e na pintura em particular**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes—selo Martins, 2015.

KANDINSKY, Wassily. **Ponto e linhas sobre o plano**. Tradução: Eduardo Brandão. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012.

KATZ, Neil. Algorithmic Modeling; Parametric Thinking: Computational Solutions To Design Problems. Conceptual Explorations and Practical Applications. In: 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDINGS OF THE ARAB SOCIETY FOR COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN, 2010, Fez (Marocco). **ASCAAD 2010**. Fez (Marocco): [s. n.], 2010. p. 19–36. Disponível em: http://papers.cumincad.org/data/works/att/ascaad2010_019.content.pdf.

KOCH, Wilfried. **Dicionário dos estilos arquitetônicos**. Tradução: Neide Luiza de Rezende. 4. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

KOLAREVIC, Branko (org.). **Architecture in the digital age: design and manufacturing**. New York: Spon Press, 2003.

LE CORBUSIER. **Hacia una Arquitectura**. 2. ed. Barcelona: Apóstrofe, 1978.

LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. Tradução: Ubirajara Rebouças. 7. ed. São Paulo: Perspectiva, 2014.

LEITE, Miriam Soares. **Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar**. 370 f. 2004. Dissertação (mestrado)—Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

LEUPEN, Bernard *et al.* **Proyecto y analisis: evolución de los principios en arquitectura**. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

LIMA, Fábio. Arquitetura digital e as sintaxes das geometrias computacionais. In: VI SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE ENSINO E PESQUISA EM PROJETO DE ARQUITETURA—PROJETAR, 2013, Salvador. **Anais dos Seminários PROJETAR 2013**. Salvador: PPGAU/FAU-UFBA, 2013. Disponível em: <http://projedata.grupoprojetar.ufrn.br/dspace/bitstream/123456789/1853/1/E1039.pdf>. Acesso em: 08 set. 2020.

LÍNDEZ, Bernardino; RODRÍGUEZ, Marta. La bóveda anular del Palacio de Carlos V en Granada. Hipótesis constructiva. **Informes de la Construcción**, [S. l.], v. 67, n. 540, p. e125, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3989/ic.15.004>

LOPES, Ana Lúcia Mendes; FRACOLLI, Lislaine Aparecida. Revisão sistemática de literatura e metassíntese qualitativa. **Texto & Contexto—Enfermagem**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 771–778, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400020>. Acesso em: 15 fev. 2020.

MADULE; NICO, F. **Iglesia de San Mateo**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g678205-d2706630-i223829886-Church_of_San_Mateo-

Lucena_Province_of_Cordoba_Andalucia.html#223829886. Acesso em: 24 set. 2020.

MAHFUZ, Edson da Cunha. **Ensaio sobre a razão compositiva**: uma investigação sobre a natureza das relações entre as partes e o todo na composição arquitetônica. Viçosa: UFV; Belo Horizonte: AP Cultural, 1995.

MAÑEZ PITARCH, Maria Jesus; GARFELLA RUBIO, José Teodoro. La fachada retablo de la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción de Vistabella del Maestrazgo (Castellón). **EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 21, n. 27, p. 154–165, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2016.4737>. Acesso em: 15 mai. 2020.

MARTÍNEZ RUBIO, José; FERNÁNDEZ MARTÍN, Juan José; SAN JOSÉ ALONSO, Jesús Ignacio. Implementación de escáner 3d y fotogrametría digital para la documentación de la iglesia de La Merced de Panamá. **EGA Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 23, n. 32, p. 208–219, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2018.9811>. Acesso em: 08 jun. 2020.

MARK, Earl; MARTENS, Bob; OXMAN, Rivka. Preliminary stages of CAAD education. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 12, n. 6, p. 661–670, 2003.

MELIÁN GARCÍA, Ángel. Crear el lugar: analogías entre la práctica pictórica del cubismo de Picasso y la práctica arquitectónica de Álvaro Siza La Casa Beires, Álvaro Siza; Póvoa do Varzin, Oporto (1973-1976). **EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 19, n. 24, p. 80–91, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2014.3090>. Acesso em: 10 out. 2020.

MESTRE MARTÍ, María *et al.* El Capitolio de La Habana, geometría y proporción a través de sus planos originales. **EGA Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 23, n. 33, p. 40–51, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2018.8859>. Acesso em: 09 jul. 2020.

METROLOGIA. *In*: MICHAELIS ON-LINE. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2020. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/metrologia/>. Acesso em: 20 dez. 2020.

MITCHELL, William. **A lógica da arquitetura**: projeto, computação e cognição. Tradução: Gabriela Celani. Campinas: Unicamp, 2008.

MONEDERO, Javier. Parametric design: a review and some experiences. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 369–377, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(99\)00020-5](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(99)00020-5). Acesso em: 15 ago. 2020.

MUYBRIDGE, Eadweard. **Foto de la Iglesia de la Merced de Panamá** en 1875, ubicada en la Puerta de Tierra de la Ciudad de Panamá. [S. l.], 1875. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iglesia_de_la_Merced,_Panam%C3%A1_1875.jpg. Acesso em: 13 out. 2020.

OLIVEIRA, Ana Lúcia Costa de. **O portal meridional do Brasil: Rio Grande, São José do Norte e Pelotas no período colonial (1737 a 1822)**. 349 f. 2012. Tese (doutorado)—Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

OMEROVIC, Sanida; MILUTINOVIC, Veljko; TOMAZIC, Saso. Concepts, Ontologies, and Knowledge Representation. **SpringerBriefs in Computer Science**, [S. l.], 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235633351_Concepts_Ontologies_and_Knowledge_Representation/related. Acesso em: 8 set. 2020.

OVANDO GRAJALES, Fredy. La retícula en el proyecto arquitectónico de Richard Meier. **EGA Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 23, n. 33, p. 168–177, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2018.7737>. Acesso em: 20 set. 2020.

PIRES, Janice Freitas; AGUIRRE, Noélia de Moraes; BORDA, Adriane Almeida Silva. Ativação da memória para o projeto de arquitetura através de metadados para caracterização da forma. In: SIGRADI 2009 SP, 2009, São Paulo. **Anais do Sigradi 2009**. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2009. p. 396–398. Disponível em: guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/4155/1/sigradi2009_ativação%20da%20memória.pdf. Acesso em: 4 nov. 2019.

PIRES, Janice Freitas; BORDA, Adriane Almeida Silva. Identificação de estruturas de saber implícitas em materiais didáticos para a delimitação de uma taxonomia de domínio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA DA UFPel, 2010, Pelotas. **1º Congresso Internacional de Educação a Distância da UFPel**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2010. p. 1–9. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/123456789/660>. Acesso em: 4 nov. 2019.

PIRES, Janice Freitas; PEREIRA, Alice Cybis. El modelado paramétrico de la geometría compleja del Aeropuerto Internacional de Beijing. **Revista de Ciencia y Tecnología**, [S. l.], v. 20, n. 30, p. 69–85, 2018.

PIRES, Janice Freitas; PEREIRA, Alice Cybis; GONÇALVES, Alexandre. Taxonomias de Geometria da Arquitetura Contemporânea como elementos didáticos para a prática do Projeto Paramétrico. In: XX CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2016, Buenos Aires. **Blucher Design Proceedings**. Buenos Aires: Blucher, 2016. p. 71–77.

RAMOS, Márcio Silveira; JUNIOR, José Fernando Santos Rodrigues; HENRIQUES, Afonso. Um estudo praxeológico de Poliedros em um Livro Didático de Matemática do Ensino Médio. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S. l.], v. 20, n. 3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2018v20i3p26-50>. Acesso em: 5 nov. 2019.

RIBEIRO, Patrícia Pimenta Azevedo; MANSINI, Daniela Forlani. A representação na análise de projeto. In: 2o COLÓQUIO DE PESQUISA EM ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN. BRASIL—PORTUGAL: UFU E UL, 2013, Uberlândia.

Anais 2º Colóquio de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo e Design. Brasil—Portugal: UFU e UL. Uberlândia: FAUeD-UFU, 2013. p. 199–208. Disponível em: <http://www.ppgau.faued.ufu.br/2o-coloquio-ufu-e-ul>. Acesso em: 22 jul. 2019.

RIBEIRO, Patrícia Pimenta Azevedo; MANSINI, Daniela Forlani. Análise gráfica: síntese e conhecimento da arquitetura. In: III ENANPARQ—ARQUITETURA, CIDADE E PROJETO: UMA CONSTRUÇÃO COLETIVA, 2014, Campinas. **Anais do III ENANPARQ.** Campinas: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2014. Disponível em: http://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-3/htm/Artigos/SC/POSTER/SC-CDR-012_RIBEIRO_MASINI.pdf. Acesso em: 23 jul. 2019.

RICHARD MEIER & PARTNERS ARCHITECTS LLP. Projects Richard Meier & Partners Architects. In: 2020. Disponível em: https://www.richardmeier.com/?page_id=480. Acesso em: 14 out. 2020.

RIVAS LÓPEZ, Esteban José. Relaciones proyectivas en la arquitectura del Carmen Blanco. EGA. **Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 20, n. 25, p. 278–288, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2015.1766>. Acesso em: 15 ago. 2020.

ROCHA, Luciana Sandrini; BORDA, Adriane Almeida Silva. Entre o discurso e os elementos objetivos que descrevem a forma do Museu Guggenheim de Ghery. In: IV ENANPARQ—ESTADO DA ARTE, 2016, Porto Alegre. **Anais do IV ENANPARQ.** Porto Alegre: PROPARG / UFRGS, 2016. Disponível em: <https://enanparq2016.files.wordpress.com/2016/09/s11-05-rocha-l-silva-a.pdf>. Acesso em: 13 out. 2019.

ROCHA, Luciana Sandrini; BORDA, Adriane Almeida Silva. Os diálogos (geométricos) que Gehry estabelece com a cidade de Bilbao. **VIRUS**, [S. l.], v. 14, 2017. Disponível em: http://www.nomads.usp.br/virus/_virus14/?sec=4&item=14&lang=pt. Acesso em: 13 out. 2019.

ROLDÁN MEDINA, Francisco Javier. **Principios de metrología en la arquitectura del pasado.** 389 f. 2014. Tesis (doctorado)—Universidad de Granada, Granada, 2014.

SALCEDO GALERA, Macarena; CALVO LÓPEZ, José. La bóveda anular del Palacio de Carlos V en Granada. Levantamiento y análisis geométrico y constructivo. **EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 21, n. 28, p. 52–59, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2016.6303>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 83–89, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>. Acesso em: 15 jun. 2020.

SANCTIS, Aldo de; FORTUNATO, Giuseppe; AGOSTINO ZAPPANI, Antonio. Nuevos levantamientos y documentos de archivo para el conocimiento de los bienes arquitectónicos: la construcción en el siglo XVII de un nuevo vestíbulo en el

Convento-Santuario de San Francisco de Paula (Paula-Italia). **EGA Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 22, n. 30, p. 118–129, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2017.7835>. Acesso em: 10 fev. 2020.

SANTOS, Nayhara Martins dos; NEIVA, Simone. Do desenho ao diagrama: uma tradição em análise gráfica. In: XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2019, Rio de Janeiro. **Anais Graphica 2019**. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, 2019. p. 494–502. Disponível em: http://www.graphica2019.org/assets/doc/Anais_Graphica_2019.pdf. Acesso em: 31 ago. 2020.

SANZ CABRERA, Jerónimo. Restauración de Sta. María la Mayor (SMLM). Baena. Córdoba. España. La austeridad y eficiencia en la recuperación de los espacios perdidos. In: III CONGRESO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Y SOLUCIONES ECO-EFICIENTES (CICSE), 2017, Sevilla. **Libro de Actas del 3er**. Sevilla: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, 2017. p. 1481–1494. Disponível em: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/59609/Sanz%20cabrera%2C%20jer%C3%B3nimo%20%28espa%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 24 set. 2020.

SCHNABEL, Marc Aurel. Parametric Designing in Architecture. In: DONG, Andy; MOERE, Andrew Vande; GERO, John S. (org.). **Computer-Aided Architectural Design Futures (CAADFutures) 2007**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2007. p. 237–250. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6528-6_18. Acesso em: 23 out. 2020.

SEDREZ, Maycon; MENEGHEL, Rafael de Moraes. Projeto paramétrico com fractais no detalhamento de uma fachada. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 22, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v4i2.8634548>. Acesso em: 24 ago. 2020.

SEDREZ, Maycon; PEREIRA, Alice T. Cybis. Fractal Shape. **Nexus Network Journal**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 97–107, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00004-011-0099-8>. Acesso em: 24 ago. 2020.

SOLER ESTRELA, Alba; ALMAGRO GORBEA, Antonio. Levantamiento de bóvedas de arcos entrecruzados: Técnicas aplicadas al caso de la torre del homenaje del castillo de Villena (Alicante). **EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica**, [S. l.], v. 19, n. 23, p. 204–213, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2014.1278>. Acesso em: 15 jun. 2020.

SOLER SANZ, Felipe. **Trazados reguladores en la arquitectura**. Valencia: Felipe Soler Monreal, 2014.

STUDER, Rudi; BENJAMINS, V. Richard; FENSEL, Dieter. Knowledge engineering: Principles and methods. **Data & Knowledge Engineering**, [S. l.], v. 25, n. 1–2, p. 161–197, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0169-023X\(97\)00056-6](https://doi.org/10.1016/S0169-023X(97)00056-6). Acesso em: 25 ago. 2020.

TAGLIARI, Ana; FLÓRIO, Wilson. Teoria e prática em análise gráfica de projetos de arquitetura. **Revista Educação Gráfica**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 212–228, 2009.

TZONIS, Alexander; LEFAIVRE, Liane; BILODEAU, Denis. **El clasicismo en arquitectura**: la poética del orden. Madrid: Hermann Blume, 1984.

UNWIN, Simon. **A análise da arquitetura**. Tradução: Alexandre Salvaterra. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

VASCONSELOS, Tássia Borges de; BORDA, Adriane Almeida Silva. Técnicas de análise sobre o uso de proporção na arquitetura. **Revista Educação Gráfica**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 142–157, 2014.

VASCONSELOS, Tássia Borges de; BORDA, Adriane Almeida Silva; VECCHIA, Luiza Félix Dalla. [PARA]métricas do patrimônio arquitetônico pelotense. In: XX CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2016, Buenos Aires. **Blucher Design Proceedings**. Buenos Aires: Blucher, 2016. p. 278–284. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/3902>. Acesso em: 12 nov. 2019.

VASCONSELOS, Tássia Borges de; SPERLING, David Moreno. Entre representações, parâmetros e algoritmos: um panorama do ensino de projeto de arquitetura em ambiente digital na América Latina. In: XX CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2016, Buenos Aires. **Blucher Design Proceedings**. Buenos Aires: Blucher, 2016. p. 94–100. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/despro-sigradi2016-592>. Acesso em: 1 nov. 2019.

VASCONSELOS, Tássia Borges de; SPERLING, David Moreno. Níveis de computabilidade no ensino de arquitetura no Brasil: In: XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2019, Rio de Janeiro. **Anais Graphica 2019**. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, 2019. p. 244–254. Disponível em: http://www.graphica2019.org/assets/doc/Anais_Graphica_2019.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

VAZ, Carlos Eduardo Verzola; GODOI, Giovana de; CELANI, Gabriela. A gramática da forma. In: KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **O processo de projeto em arquitetura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 124–150.

VEIGA, Breno Tisi Mendes da; FLÓRIO, Wilson. O método analítico paramétrico para revelar o modus operandi de Oscar Niemeyer. **Revista Educação Gráfica**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 23–43, 2016.

VITRUVIUS, Pollio. **Tratado de arquitetura**. Tradução: M. Justino Maciel. São Paulo: Martins Fontes—selo Martins, 2007.

WONG, Wucius. **Principles of two-dimensional design**. New York: Van Nostrand Reinhold Co, 1972.

WOODBURY, Robert. **Elements of parametric design**. London: Routledge, 2010.

ZAUK, Fernando Franz; BORDA, Adriane Almeida Silva; BRUM, Valentina Toaldo. O redesenho a partir de lógicas construtivas. In: GRAPHICA 2017—XII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2017, Araçatuba. **Anais Graphica 2017**. Araçatuba: UNIP, 2017. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/graphica2017/49735-o-redesenho-a-partir-de-logicas-construtivas--o-caso-das-charqueadas/>. Acesso em: 12 nov. 2019.