

## ANÁLISES DE GEOMETRIA GRÁFICA E A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO EM ARQUITETURA SOB UMA ABORDAGEM DIDÁTICA

### *ANALYSIS OF GRAPHIC GEOMETRY AND THE CONSTRUCTION OF KNOWLEDGE IN ARCHITECTURE UNDER A DIDACTIC APPROACH*

Sandro Martinez Conceição<sup>1</sup>

Adriane Borda<sup>2</sup>

Janice de Freitas Pires<sup>3</sup>

#### Resumo

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 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 do Didático 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; produção científica; elementos do saber.

#### Abstract

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. This article 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 em-

<sup>1</sup> Prof. Mestre, URCAMP, Bagé, RS, Brasil. sa.martinez@hotmail.com; ORCID 0000-0003-2717-4302.

<sup>2</sup> Prof<sup>a</sup>. Doutora, PROGRAU/UFPel, Pelotas, RS, Brasil. adribord@hotmail.com; ORCID: 0000-0001-6760-6566.

<sup>3</sup> Prof<sup>a</sup>. Doutora, PROGRAU/UFPel, Pelotas, RS, Brasil. janicefp@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1975-3147.

ployed 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 distinguish both the methods and the recognition of a repertoire of knowledge elements associated with them. Among the architectural problems, there are 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. Under a didactic approach, this work can contribute to curriculum revision processes. 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; scientific production; knowledge elements.

## 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), 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, através 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 referências 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, 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.

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 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, e 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.

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. Para isto é necessário ter um conhecimento consensual, aceito por um grupo de pessoas. 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.

## 2. Os Métodos e os Materiais Empregados

Para avançar nos estudos de revisão iniciados em Conceição, Borda e Pires (2019), seguiu-se com a utilização de alguns dos protocolos advindos do método de revisão sistemática. Para Sampaio e Mancini (2007), este método, também chamado de 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 a 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.

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.

Neste estudo, mantém-se a revisão restrita a um único periódico, diferindo-se assim de uma revisão sistemática propriamente dita em sua abrangência, tendo-se em conta do interesse em, além de identificar a incidência dos métodos de pesquisa que se apoiam em análises de arquitetura, por meio de geometria gráfica, e compreender como se estruturam no âmbito de cada investigação, agora também se quis observar os termos utilizados para referenciar este tipo de investigação junto à produção científica atual. Com isto, replica-se o estudo anterior para refinar a compreensão sobre quais tipos de conhecimentos estas análises de arquitetura podem estar associadas, como elas têm sido referenciadas junto às investigações e como estão sendo afetadas frente ao avanço das tecnologias digitais de representação.

O banco de dados seguiu caracterizado pelo repositório digital da Revista *Expresión Gráfica Arquitectónica* (EGA), que é de acesso gratuito pela Internet. Desde a primeira revisão neste periódico, o estudo foi precedido por uma revisão bibliográfica, a partir de referenciais recorrentes sobre o tema, apoiando-se nos termos empregados em Ching (2008), Clark e Pause (1997) e Baker (1991) para definir as seguintes palavras-chave como mecanismos de busca: análise, geometria e forma. Análise e forma são dois termos empregados no título do livro de Baker; 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. 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. Para adequar-se ao formato informático conveniente à otimização dos mecanismos de busca, 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 (*ge-*

ometri\*) 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 explicitam, com imagens, o uso da geometria gráfica sobre as representações de arquitetura.

Frente à referida experiência, o processo de seleção das palavras-chave, relativo à delimitação dos mecanismos de busca, foi incrementado: tratou-se de ampliar aquela revisão bibliográfica inicial para compreender os termos associados aos métodos analíticos por geometria-gráfica, para constituir o que se denominou, no âmbito deste trabalho, de fontes primárias. Foram adicionados os seguintes estudos: Doczi (1990); Leupen *et al.* (1999); Florio *et al.* (2002); Elam (2010); Eisenman *et al.* (2011); Unwin (2013) e Le Corbusier (2014). Estes termos foram comparados com aqueles identificados no estudo de revisão da literatura da produção científica atual. Com isto, foram observadas as correspondências ou necessárias ampliações da taxonomia para abarcar os sentidos de uso de cada um dos termos.

A análise dos artigos selecionados, está relacionada ao exercício de caracterização de cada um dos elementos que compõem as estruturas de saber (problemas, técnicas, tecnologias e teorias) associadas ao método empregado no contexto de cada investigação. Os resultados se referem então ao 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.

### 3. A Caracterização dos Mecanismos de Busca a Partir da Revisão Bibliográfica em Fontes Primárias: Entre Palavras-Chave e Imagens

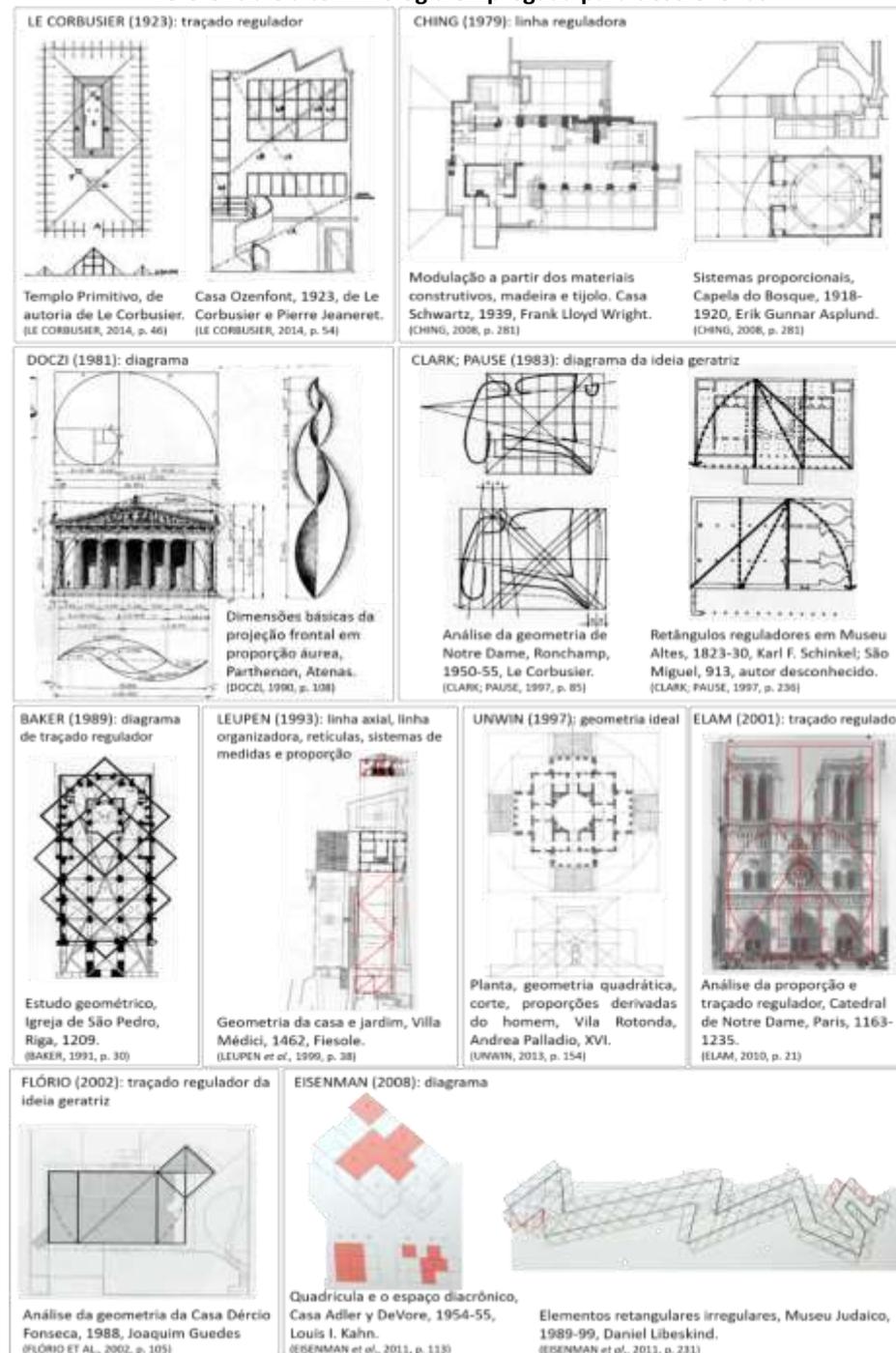
Nesta pesquisa, entende-se por método analítico, por meio de geometria gráfica, todo o processo de exame, investigação e decomposição de representações de arquitetura (plantas, cortes, fachadas, perspectivas, croquis etc.) que busca a construção de conhecimento sobre o processo de projeto e/ou execução, utilizando-se de técnicas gráficas. Rivas (2015) compreende que esse tipo de método é “um instrumento que condensa em um simplificado esquema as propriedades geométricas” (RIVAS, 2015, p. 280). Para Soler Sanz (2014, p. XXI), 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 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 Figura 1 reúne um conjunto de imagens que exemplificam este tipo de estudo, extraído dos referenciais considerados como fontes primárias sobre o tema. Junto às imagens estão declarados os termos a elas associados por cada autor. Com o reconhecimento destes termos avançou-se para o segundo passo do protocolo da revisão: caracterização de palavras-chave a serem empregadas como mecanismos de busca. Pode-se observar que nenhum dos termos empregados no primeiro estudo (análise, geometria, forma), corresponde aos termos que predominam para nomear os estudos gráfico/geométricos sobrepostos às representações de arquitetura, reunidos na Figura 1: **traçado regulador** e **diagrama**.

O termo **traçado regulador**, empregado por Ching (2008), Elam (2010) e Florio *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. São associados também ao traçado regulador outros termos 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).

**Figura 1: Exemplificação de análises de arquitetura por meio da geometria gráfica por autores de referência e a terminologia empregada para descrevê-las**



Fonte: Elaborado pelos autores, utilizando-se das fontes indicadas em cada imagem.

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. A partir desta sistematização, considera-se que o método estudado nesta Revisão se refere à produção de diagramas analíticos didáticos, correspondendo ao sentido de traçado regulador.

Embora o conjunto de imagens da Figura 1 demonstre a tentativa comum de explicitar organizações geométricas de cada arquitetura analisada, o sentido atribuído por cada autor a este tipo de 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 conhecimento sobre arquitetura.

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

### **3.1. Sobre o Banco de Dados: Publicações da Revista EGA de 2014 A 2018**

Justifica-se a escolha do repositório digital da Revista *Expresión Gráfica Arquitectónica* (EGA) como universo de análise (banco de dados), por ser um fórum que reúne principalmente produções científicas da área da arquitetura, diretamente relacionadas ao campo da geometria gráfica. Este periódico está frequentemente associado à produção dos congressos promovidos, de dois em dois anos na Espanha, pelos professores da área de Expressão Gráfica Arquitetônica. Estes Congressos, também denominados de EGA, são correspondentes, no Brasil, aos Gráficas, 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 permite aliar os interesses no campo formativo de arquitetura em especial para os estudos prévios aos projetos de intervenção em patrimônio arquitetônico. Além disto, este periódico 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.

### 3.2. A Incidência Do Método De Análise De Arquitetura Por Meio Da Geometria Gráfica: 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, atendendo-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

<i>Análise gráfic*/Análisis gráfic*</i>		<i>Análise geométric*/Análisis geométric*</i>		<i>Traç*/Traz</i>	
Português	Espanhol	Português	Espanhol	Português	Espanhol
Gráfica	<i>Gráfica</i>	Geometria	<i>Geometria</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: Elaborado pelos autores

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 geométric*) O (traz*)</i>	90	73
Radical da palavra	<i>análisis gráfic*</i>	55	46
	<i>análisis geométric*</i>	23	17
	<i>traz*</i>	36	27

Fonte: Elaborado pelos autores

### 3.3. Aplicação de Critérios na Seleção dos Artigos e Justificativa de Exclussões

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.

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. A Figura 1 permite observar tal incidência, em cada ano e número de publicação.

**Figura 1: Distribuição da incidência de artigos que utilizam a geometria gráfica como método junto à produção da Revista EGA entre os anos 2003-2018**

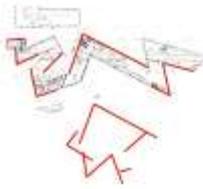
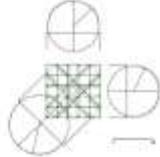
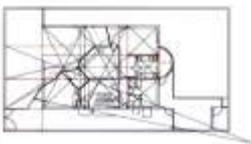
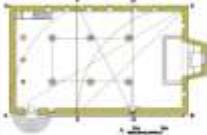
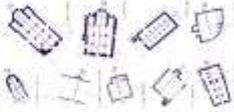
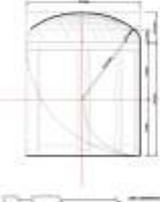
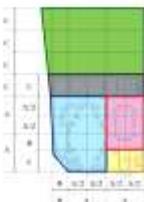
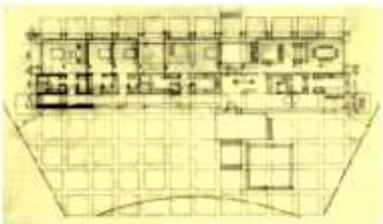


Fonte: Conceição, Borda e Pires (2019)

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 demonstram o uso da técnica da geometria gráfica analítica. Este Quadro permite compreender um pouco mais sobre a necessidade de se ter modificado o protocolo de revisão. Como palavras-chave, observa-se que nenhum deles empregou expressões correspondentes à “análise gráfica” ou à “análise geométrica” ou ainda ao “traçado regulador”. Destes 15, apenas seis utilizam estes termos ou parte deles (destacados em vermelho). São eles: *traza*, em García (2014); *trazado*, em García (2015); *geometría*, em Salcedo e Calvo (2016); *análisis*, em Gimena (2015); *gráfica*, em Mestre *et al.* (2018) e em Martínez; Fernández; San José (2018). Entretanto, quatro, destes 15, elegem termos associados à análise gráfica e à geométrica (negrito preto). São eles: *relaciones proyectivas*, em Rivas (2015), *retícula*, em Ovando (2018); *proporción áurea*, em Ayerza e Mujika (2015); *proporciones*, em Sanctis, Fortunato e Agostino (2017). Ainda se observa que dois, destes 15, elegem termos para declarar o uso de meios atuais de representação e documentação arquitetônica. Soler e Almagro (2014), fazem referência à fotogrametria e ao escâner laser 3D. Martínez; Fernández; San José (2018), referem-se à tecnologia laser. Somando-se a estes, observa-se que Melián (2014), Ma-

ões; Garfella (2016) e Grau (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**

Imagem			
Referência: palavras-chave			
			
Escoda (2014): <i>Alegoria; representação; arquitetura</i>	García (2014): <i>Catedral; Sevilla; traza; Bidaurreta; Gótico; metrologia</i>	Soler; Almagro (2014): <i>Bóvedas de arcos entrecruzados; Levantamiento arquitectónico; fotogrametría; escáner láser 3D</i>	Melián (2014): <i>Álvaro Siza; Picasso; arquitetura; lugar</i>
			
Rivas (2015): <i>Relaciones proyectivas; Carmen Blanco; José Felipe Giménez Lacal; Granada</i>	Ayerza; Mujika (2015): <i>Madera; Isabelino; tornapunta; proporción áurea</i>	García (2015): <i>Mezquita; iglesia; trazado; orientación</i>	Gimena (2015): <i>Dibuja; análisis; tardo-Gótico; patrimonio; arquitectura; espacio; estructura; Herán Ruiz "El Viejo"</i>
			
Mañez; Garfella (2016): <i>Iglesia; Vistabella Del Maestrozgo; fachada retablo; renacimiento</i>	Salcedo; Calvo (2016): <i>Geometría; estereotomia; bóveda tórica; levantamiento; Granada</i>	Sanctis; Fortunato; Agostino (2017): <i>Levantamiento; arquitectura; iconografía; proporciones</i>	Grau (2017): <i>San Carlino alle Quattro Fontane; Borromini; Roma; Trinitarios</i>
			
Martínez; Fernández; San José (2018): <i>Patrimonio edificado; tecnología láser; documentación gráfica; procesado digital; modelo digital</i>	Mestre et al. (2018): <i>Capitolio; La Habana; construcción; gráfica; documentación; patrimonio; arquitectura</i>	Ovando (2018): <i>Richard Meier; retícula; proceso de proyecto; idea arquitectónica</i>	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estes dados confirmam tanto a problemática 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.

### 3.4. 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 4, sistematiza os resultados encontrados. 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; Fernández; San José (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, 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).

**Quadro 4: Expressões e palavras-chave identificadas nos artigos associadas a geometria gráfica analítica**

	Escalife (2014) Representación	Dierna (2014) Arquitetura	Coler; Almeida (2014) Arquitetura	Molina (2014)*	Pina (2015) Relaciones gráficas yerro; Múgica (2015) arquitectón Aluna	Cariva (2015)	Elvira (2015) Arquitetura	Móller; Gociña (2016)*	Selceter; Cabo (2016)	Serrate; Fontanar; Aparicio (2017) proporciones	Elva (2017)*	Martínez; Fernández; San José (2018) Arquitetura	Moura et al. (2018)	Quirós (2018) retículo
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														
Crêterios compositivos														
Estrutura compositiva														
Sistema geométrica														
Esquema geométrico														
Trama geométrica														
Regras geométricas														
Supporte 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-chaves termos relacionados a geometria gráfica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.5. Exemplificação do Método de Leitura Sobre os Elementos do Saber

Nesta seção descreve-se como foram realizadas as análises sobre os elementos do saber associadas ao método de revisão, no contexto de cada investigação selecionada.

Cada um dos artigos é particularizado, buscando-se identificar os elementos correspondentes às categorias citadas pela visão estruturada do saber: problemas, técnicas, tecnologias e teorias. A análise é do tipo qualitativa, contextualizada, atentando-se para as bibliografias de referência anunciadas pelos autores do próprio artigo. Exemplifica-se este processo a partir do detalhamento de uma das análises.

A investigação apresentada por Mañez e Garfella (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.

Os autores declaram 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” (MAÑEZ; GARFELLA, 2016, p. 157).

Mañez e Garfella (2016) ainda destacam 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” (MAÑEZ; GARFELLA, 2016, p. 157).

A descrição de Mañez e Garfella (2016) 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**” (MAÑEZ; GARFELLA, 2016, p. 158). O estudo reconheceu um tipo específico de proporção, sesquialtera, a partir da associação com um **esquema compositivo** muito difundido na **Renasença Espanhola**. 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.

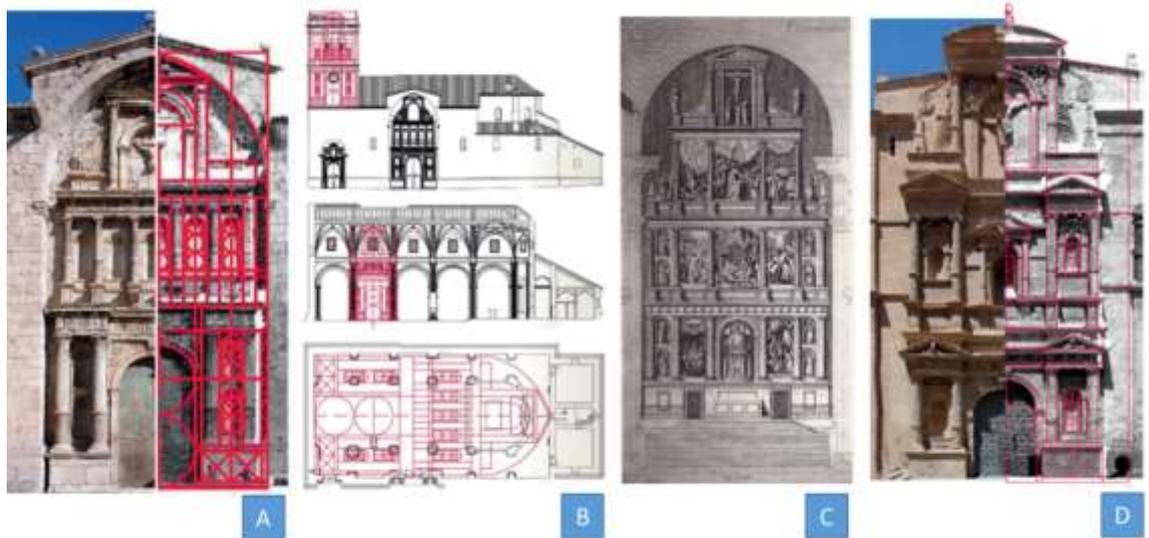
Isso é detalhado mais ainda, quando o estudo confirma a **correspondência de esquema** (compositivo) e iconográfico da fachada retábulo **com outras partes do edifício**, Figura 2.

Declararam 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; GARFELLA, 2016, p. 159).

Segundo Máñes e Garfella (2016) a fachada retábulo de *Vistabella* é inspirada no retábulo maior da basílica de *El Escorial*, 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 transi-taram, 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, construída no final do século XVI e início do XVII, confirmaram uma **correspondência modular** e esquemática. 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; GARFELLA, 2016, p. 158), ilustrado na Figura 2.

Figura 2: A – comparação imagem ortorretificada e traçado da Igreja de Vistabella; B – correspondência do traçado com outras partes do edifício; C – retábulo da Basílica de Escorial; D – comparação imagem ortorretificada e traçado da Igreja de Andorra



Fonte: MÁÑES; GARFELLA (2016), editado pelos autores.

Os elementos de saber acerca da investigação de Máñes e Garfella (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. 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.

### 3.6. Discussão Sobre as Leituras dos Elementos do Saber

As informações extraídas dos artigos selecionados foram organizadas no Quadro 5. A análise qualitativa dos dados e sua categorização se deram a partir das seções objetivos, materiais e métodos, resultados e conclusões apresentados pelos autores no corpo dos artigos. Desta maneira, com base na noção estruturada do saber, foram caracterizados os elementos considerados como problemas, tipos de técnicas, as tecnologias e teorias envolvidas nas análises.

A caracterização de tais elementos (Quadro 5) permite exemplificar como e para que servem as técnicas abordadas. A lista de problemas inclui aqueles declarados, pelos autores dos artigos, como principais, assim como, aqueles problemas identificados como secundários. Todavia, não existe a intenção de observar questões quantitativas, mas qualitativas, entendendo o repertório de problemas que possam ser estudados por meio de tais técnicas.

Quadro 5: Elementos do saber dos artigos analisados

Caso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Referência	Número de ocorrências
<b>Estruturas do saber</b>																	
<b>Problemas</b>	Compreensão da lógica de organização formal da arquitetura																9
	Elucidação da geometria da arquitetura																5
	Investigação composicional																7
	Compreensão/Análise do processo de projeto																6
	Identificação das etapas construtivas																3
	Verificação de elementos não originais																1
	Historiografia de edificação conjunta																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
<b>Técnicas</b>	Traçado regulador linear																11
	Traçado regulador em malha ou trama																7
	Traçado regulador sobre planta baixa																12
	Traçado regulador sobre corte																6
	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 de outra relacionado ao traçado de outros projetos																1
	Estudo metrológico																1
	Comparação da geometria das abóbodas																1
	Métodos descritivos																1
	Desenho técnico																1
	Levantamento arquitetônico tradicional																4
Levantamento arquitetônico por fotogrametria																4	
Levantamento arquitetônico por escaneamento a laser																4	
Não explícita técnica do levantamento																5	
<b>Tecnologias</b>	Proporção																10
	Metodologia																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 constroem as abóbodas																1
	Consulta a produção correlata																2
Algoria e metáfora como figura de linguagem																1	
<b>Teorias</b>	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	

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se que a maior parte dos discursos que explicam as técnicas da geometria gráfica empregadas está fundamentada no propósito de identificar proporções, razões estabelecidas entre as partes da edificação. 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.

#### 4. Resultados e Discussão

Os quinze artigos analisados neste estudo demonstraram, com imagens ilustrativas, os processos de investigação por meio da sobreposição de traçados sobre as representações de arquitetura, e, em seu conjunto, constituíram uma lista de palavras-chave elegidas pelos próprios autores.

A revisão da produção de um periódico específico, a partir do referencial da noção estruturada do saber, possibilitou registrar resultados que auxiliam na explicitação de problemas recorrentes nos estudos de arquitetura, com técnicas de geometria gráfica e tecnologias diversificadas na abordagem a estes problemas.

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. Destaca-se a questão do apoio da tecnologia 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.

A comparação entre análises de partes da obra ou entre obras apontou a existência de divergências tanto em lógicas métricas quanto em tipos de organizações formais. Quanto as 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.

Observa-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 e de Daniel Libeskind.

A organização dos dados apresentados, atentando para os seus elementos de 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 de 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.

Quanto à terminologia, de acordo com as imagens da Figura 1, 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 da comparação da terminologia associada a geometria gráfica empregada nos artigos selecionados na revisão, estruturada no Quadro 4, com a utilizada pelos autores primários de referência, sistematizadas na Figura 1, as 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 (2014) e 'princípio compositivo' em Soler; Almagro (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 as palavras-chave, nos autores de referência, os dados de catalogação identificam termos associados a geometria gráfica, como composição e proporção, apenas em Ching (2008), Doczi (1990) Leupen *et al.* (1999) e Elam (2020). Nos autores da revisão da literatura, verificou-se duas situações distintas, uma com termos mais próximos do interesse gráfico-geométrico, como 'traza' em García (2014), 'trazado' em García (2015), 'geometría' em Salvedo; Calvo (2016) e 'gráfica' em Mestre *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 tecnologias, contribuiu 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, que se utiliza de bancos de dados e metadados, os quais precisam ser aperfeiçoados.

Para estudos futuros, aponta-se a necessidade de ampliar a pesquisa para o contexto educacional e profissional, como forma de verificação da veiculação dos estudos analíticos gráficos, e como estes podem colaborar na construção do conhecimento em arquitetura. Já no âmbito profissional, pode ser pertinente analisar a produção arquitetônica no espaço urbano a partir das análises do traçado regulador, como suporte a órgãos de regulamentação e defesa do patrimônio, e no acadêmico, como este método está sendo abordado e/ou associado. Os dados produzidos podem servir de subsídios para a melhoria dos currículos dos cursos de graduação, no sentido de investir na exploração/constituição de uma estrutura integral do saber, observando-se a possibilidade de incluir novos elementos que aparecem no contexto científico atual e que podem potencializar as práticas formativas no campo da geometria gráfica aplicada à produção de conhecimento em arquitetura.

Além disso, no campo das Tecnologias de Informação e Comunicação, estas palavras são tratadas como metadados, elementos que categorizam de alguma maneira os dados, sendo 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. Considerações finais

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 em arquitetura.

Junto a artigos que explicitam com imagens tais processos, quanto aos tipos de elementos do saber analisados, identificou-se que os **problemas** investigados se referiram à compreensão da lógica de organização formal, elucidação da geometria, investigação compositiva, análise do processo de projeto, historiografia do conjunto, estudo da tipologia, análise estilística.

Observou-se também que as análises gráficas, junto aos trabalhos analisados na revisão da literatura, ampliaram os seus propósitos quanto à bibliografia de referência primária, principalmente, no campo das **técnicas** de levantamentos arquitetônicos, a partir da fotogrametria e escaneamento a laser, e na resolução dos **problemas** de identificação das etapas construtivas, verificação de elementos não originais, investigação sobre a autoria do projeto, quantificação com precisão e gerar documentação para projeto de intervenção.

Tais procedimentos gráficos permitiram explicitar, sob o viés da **tecnologia**, estudos das proporções, metrologia ou modulação, e da **teoria**, a história da arquitetura e das artes, os tratados e a matemática, especificamente a geometria e desenho.

Quanto a terminologia referente a 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 da literatura constatou-se a mesma divergência, com aproximadamente 23 expressões distintas para nominar a técnica analítica, essencialmente, 'traçado, linha, malha ou esquema' 'regulador, geométrico ou compositivo'.

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

## Referencias

AYERZA, R.; MUJICA, M. Descripción y análisis geométrico del templo parroquial de Santa María la Antigua de Zumárraga. Ega. **Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica**, [s.l.], v. 20, n. 26, p.92-99, 27 out. 2015.

BAKER, G. H. **Análisis de la forma**. Urbanismo y Arquitectura. México: Gustavo Gili, 1991.

BERREDO, H.; LASSANCE, G. Análise gráfica, uma questão de síntese: a hermenêutica no ateliê de projeto. **Arquitextos**, v. 12, n. 133.01, 2011.

CARAZO L. E.; GALVÁN D. N. Diagramas: del ISOTYPE al GIF. Notas para una didáctica del análisis gráfico de la arquitectura. Ega. **Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica**, v. 22, n. 30, p. 30, 14 jul. 2017.

CHING, F. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**. 2<sup>o</sup> ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

CHEVALLARD, Y. El Análisis de las Prácticas Docentes en la Teoría Antropológica de Lo Didáctico. **Recherches en Didactique de Mathématiques**, Grenoble, Vol. 19, nº 2, pp. 221-266, 1999. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/118315/mod\\_resource/content/1/articulo\\_chevallard\\_TAD\\_1999.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/118315/mod_resource/content/1/articulo_chevallard_TAD_1999.pdf). Acesso: junho 2020.

CLARK, R.; PAUSE, M. **Arquitectura: temas de composición**, México: Gustavo Gili, 1997.

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

DOCZI, G. **O poder dos limites: harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura**. São Paulo: Mercuryo, 1990.

ELAM, K. **Geometry of design: studies in proportion and composition**. New York: Princeton Architectural Press, 2001.

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

ESCODA, C. 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, 14 maio 2014.

FLÓRIO, W *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.

GARCÍA, A. J. 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, 27 out. 2015.

GARCÍA, A. J. 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, 14 maio 2014.

GIMENA, P. Análisis gráfico de cuatro espacios de Hernán Ruiz “el Viejo”. Ega. **Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica**, [s.l.], v. 20, n. 26, p.232-241, 27 out. 2015.

GRAU, M. 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, 14 jul. 2017.

GRUBER, T. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. **International Journal Human-Computer Studies**, v.43, n.5-6, 1995.

GURGEL, A. P. C. Aliando teoria e prática: um exame da metodologia de “Análise Arquitetônica” aplicada em disciplinas de Teoria e História de Arquitetura. **Revista de Arquitetura IMED** v. 6, n. 1, p. 106-123, 2 ago. 2017.

KATZ, N. C. Algorithmic Modeling; Parametric Thinking: Computational Solutions To Design Problems. Conceptual Explorations and Practical Applications. CAAD - Cities - Sustainability [5th International Conference Proceedings of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design], Fez (Morocco), 19-21 October 2010, pp. 19-36. Disponível em: [http://papers.cumincad.org/data/works/att/ascaad2010\\_019.content.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/ascaad2010_019.content.pdf). Acesso: junho 2016.

KOLAREVIC, B. **Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing**. New York: Spon Press, 2003.

LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. São Paulo: Perspectiva, 2014.

LEUPEN, B. *et al.* **Proyecto y Analisis: Evolución de los principios en arquitectura**. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

LOPES, A. L. M.; FRACOLLI, L. A. Revisão sistemática de literatura e metassíntese qualitativa. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 771–778, dez. 2008.

MAÑEZ, M. J.; GARFELLA, J. T. 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, 9 maio 2016.

MARK, E. MARTENS, B. OXMAN, R. Preliminary stages of CAAD education. **Automation in Construction** 12 (2003).

MARTÍNEZ, J.; FERNÁNDEZ, J. J.; SAN JOSÉ, J. I. 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, 26 mar. 2018.

MELIÁN, Á. Crear el lugar (1) Analogías entre la práctica pictórica del cubismo de Picasso y la práctica archit. **Ega. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica**, [s.l.], v. 19, n. 24, p.80-91, 15 jul. 2014.

MESTRE, M. *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, 13 jul. 2018.

OVANDO, F. La retícula en el proyecto arquitectónico de Richard Meier. **Ega. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica**, [s.l.], v. 23, n. 33, p.168-177, 13 jul. 2018.

RIBEIRO, P., MANSINI, D. **Análise gráfica: síntese e conhecimento da arquitetura**. Campinas: [s.n.]. 2014.

RIVAS, E. J. Relaciones proyectivas en la arquitectura del Carmen Blanco. **Ega. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica**, [s.l.], v. 20, n. 25, p.278-288, 22 jun. 2015.

SALCEDO, M.; CALVO, J. 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, 29 set. 2016.

SAMPAIO, R.; MANCINI, M. 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, fev. 2007. FapUNIFESP (SciELO).

SANCTIS, A.; FORTUNATO, G.; AGOSTINO, A. 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, 14 jul. 2017.

SCHNABEL, M. A. PARAMETRIC DESIGNING IN ARCHITECTURE. A parametric design studio. In: A Dong, A Vande Moere & JS Gero (eds.). **CAADFutures'07**. Netherlands: Springer, 2007, Cap. 07, p. 237-250.

SOLER, A.; ALMAGRO, A. 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, 15 maio 2014.

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

TAGLIARI, A.; FLÓRIO, W. Teoria e prática em análise gráfica de projetos de arquitetura. **Revista Educação Gráfica** v. 13, n. 2, p. 212–228, 2009.

STUDER, R.; BENJAMINS, V. R.; FENSEL, D. Knowledge Engineering: Principles and Methods. **Data & Knowledge Engineering**, v. 25, n. 1–2, p. 161-197, 1998.

VASCONSELOS, T. B. DE; SPERLING, D. M. **Níveis de computabilidade no ensino de arquitetura no Brasil**: Anais Graphica 2019. Anais... In: XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN. Rio de Janeiro: 2019. Acesso em: 10 mar. 2020

UNWIN, S. **A análise da arquitetura**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.