

GEOMETRIA E ARITMÉTICA NA CONCEPÇÃO DOS TEMPLOS DÓRICOS GREGOS: TRÊS ABORDAGENS METODOLÓGICAS CONSAGRADAS PARA DISCUTIR O DESIGN ARQUITETÔNICO NA ANTIGUIDADE

GEOMETRY AND ARITHMETIC IN THE CONCEPTION OF GREEK DORIC TEMPLES: THREE ESTABLISHED METHODOLOGICAL APPROACHES TO DISCUSS ARCHITECTURAL DESIGN IN ANTIQUITY

Claudio Walter Gomez Duarte¹

Resumo

O objetivo deste artigo é, em primeiro lugar, apresentar uma bibliografia que contemple o estado da arte dessa discussão - desde 1870 até a segunda década do século XXI. Em seguida, traçar o perfil de formação dos arquitetos gregos. É consenso, entre os especialistas, que precisão, regras de proporção e "rigor matemático" são partes essenciais da sofisticada formação desses profissionais. É evidente que a arquitetura grega atingiu um alto grau de padronização, principalmente na maneira de construir templos. Para mapear esse perfil, selecionamos dez templos dóricos clássicos e três metodologias de interpretação – uma geométrica, uma aritmética e uma aritmética-geométrica. A discussão mostrou que as três interpretações são plausíveis, embora não se possa determinar se de fato foram utilizadas, ou mesmo se os procedimentos projetuais foram de alguma maneira complementares.

Palavras-chave: Design arquitetônico dórico. Arquitetos gregos. Metodologia de projeto. Templos dóricos. Geometria e aritmética.

Abstract

The goal of this article is, firstly, to present a bibliography that contemplates the state of the art of this discussion - from 1870 to the second decade of the 21st century. Then, to trace the training profile of Greek architects. Experts agree that precision, rules of proportion and "mathematical rigor" are essential parts of the sophisticated training of these professionals. It is evident that Greek architecture reached a high degree of standardization, mainly in the way of building temples. In order to map this profile, we selected ten classic Doric temples and three interpretation methodologies – one geometric, one arithmetic and one arithmetic-geometric. The discussion showed that the three interpretations are plausible, although it is not possible to determine if they were actually used, or even if the design procedures were in some way complementary.

Keywords: Doric architectural design. Greek architects. Design methodology. Doric temples. Geometry and arithmetic.

¹ Doutor e Mestre em Arqueologia pela Universidade de São Paulo, MAE/USP, bolsista FAPESP e CAPES. Docente do curso de Arqueologia da Universidade Metropolitana de Santos, UNIMES – São Paulo, Brasil. Pós-doutor em Tecnologia da Arquitetura, pela Universidade de São Paulo, FAU/USP, bolsista CNPq. Arquiteto e Urbanista pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, FAU/MACK. E-mail: claudioduarte@alumni.usp.br

Estado da arte

Antes de abordarmos o perfil dos arquitetos gregos e discutirmos as interpretações geométricas e aritméticas se faz necessário apresentar o estado da arte deste tema. Nos últimos 150 anos diversas pesquisas trataram dos aspectos matemáticos da concepção dos templos dóricos gregos. Nesta seção não pretendemos esgotar a bibliografia, selecionamos apenas entre as mais relevantes aquelas pesquisas que se dedicaram ao estudo de vários edifícios ao mesmo tempo, em vez de estudos individuais. Esse recorte se justifica pelo caráter comparativo desses trabalhos. Em termos cronológicos, podemos dizer que, as investigações se iniciaram em 1870 com o trabalho pioneiro de Jacques Ignace Hittorff e Ludwig Zanth *Architecture antique de la Sicile. Recueil des monuments de Ségeste et de Sélinonte mesurés et dessinés par J.I. Hittorff et L. Zanth, suivi de recherches sur l'origine et le développement de l'architecture religieuse chez les Grecs*. Ainda, no final do século XIX contamos com a pesquisa de F. Fauré *Théorie des proportions en architecture. La Grece e ses colonies. Les temples, les propylées, les portiques, etc.* de 1893. Adentrando no século XX destacamos o texto de Max Theuer *Der griechisch-dorische Peripteraltempel – Ein Beitrag zur antiken proportionslehre* (1918). Já no segundo quartel do século XX temos a tese de doutorado de Hans Riemann *Zum griechischen Peripteral tempel – Seine Planidee und ihre Entwicklung bis zum Ende des 5. Jhda.* (1935). Outro livro relevante e o de Tons Brunés *The Secrets of the ancient geometry and its use* (1967). Em 1974, John James Coulton publica um dos mais importantes artigos sobre o tema “Towards Understanding Doric Design: The Stylobate and Intercolumniations”. Ainda, na década de 1970 não podemos deixar de citar Róbert Falus e Tamás Mezös “Scales and Proportions on Doric Buildings” (1979). Um artigo polêmico que discutimos adiante é o de Richard Tobin “The Doric Groundplan” (1981). Levamos em conta também o livro de Dieter Mertens *Der Tempel von Segesta und die dorische tempelbaukunst des griechischen western in klassischer Zeit* (1984), pois estuda minuciosamente cinco templos dóricos e dá também um panorama geral das proporções.

Outras pesquisas relevantes desenvolvidas nas últimas três décadas foram: Douglas Arthur Clarke *Doric proportions in Greek monuments: 600-110 B.C.* (1991); Jos de Waele “I grandi temple” (1992); Christoph Höcker *Planung und Konzeption der klassischen Ringhallentempel von Agrigent: Überlegungen zur Rekonstruktion von*

Perspectivas e Diálogos: Revista de História Social e Práticas de Ensino, Caetité, BA, v. 5, n. 2, p. 301-332, 2022.

Bauentwürfen des 5. Jhs. v. Chr. (1993); Jari Pakkanen "Accuracy and Proportional Rules in Greek Doric Temples" (1994) ; Mark Wilson Jones Doric "Measure and Architectural Design 2: A Modular Reading of the Classical Temple" (2001) ; Gene Waddell "The Principal design methods for Greek Doric temples and their modification for the Parthenon" (2002); Mark Wilson Jones "Ancient Architecture and Mathematics: Methodology and the Doric Temple" (2006); Claudio Walter Gomez Duarte *Geometria e Aritmética na Concepção dos Templos Dóricos Gregos* (2010); Robert J. Woodward *An Architectural Investigation into the Relationship between Doric Temple Architecture and Identity in the Archaic and Classical Periods* (2012); Jari Pakkanen *Classical Greek Architectural Design: A Quantitative Approach* (2013) ; Claudio Walter Gomez Duarte "Elegância" e "Sutileza" na Concepção dos Templos Dóricos Gregos (sécs. V-II a.C.) (2015); Claudio Walter Gomez Duarte "O que ler para entender a arquitetura dos templos dóricos gregos: uma organização bibliográfica sistemática com introdução para mais de um século de pesquisas" (2017); Mark Wilson Jones "Approaches to Architectural Proportion and the "Poor old Parthenon" (2018).

Entre o conjunto de pesquisas de abordagem matemática, que definem o estado da arte deste tema, escolhemos três para discutir neste artigo: Brunés (1967), Coulton (1974) e Tobin (1981) supracitadas.

A formação dos arquitetos gregos

A questão que nós colocamos não é de resposta imediata, e aponta para uma profunda análise das edificações gregas, especialmente a análise dos templos dóricos. Salientamos que a resposta à nossa questão poderia vir da análise de outro grupo de edifícios gregos, por exemplo, os templos jônicos ou monumentos correlatos. Contudo, a escolha do nosso *corpus* justifica-se pela recorrência tipológica da arquitetura dórica, que se consolidou no modo de produzir templos perípteros por um longo período, e pela problemática arquitetônica inerente aos templos dóricos – questões ligadas à concepção do friso.

Pela análise "rasa" dos vestígios materiais ou pelo tratado de Vitruvius (*De arquitetura*, 1,1)², inferir que o que entendemos por arquiteto grego deveria ser

² O tratado foi escrito *ca.* 30/20 a.C.

alguém muito parecido com o seu correlato moderno ou renascentista é muito arriscado. A palavra arquiteto, do grego ἀρχιτέκτων (*arkhitéktōn*), significa literalmente “mestre carpinteiro”. Para Hellmann (1998, p. 9), as fontes revelam que uma pluralidade de tarefas poderia ser atribuída ao *arkhitéktōn* grego: ele poderia ser arquiteto e engenheiro como entendemos hoje, ou mesmo um escultor à maneira de Michelangelo. É prudente, contudo, evitar paralelos anacrônicos e românticos para caracterizar o arquiteto na Antiguidade.

Parece natural entender a formação dos arquitetos gregos, numa perspectiva “evolutiva”, como sujeitos que se aperfeiçoam com o passar do tempo. O artesão que produz determinados objetos ganha experiência gradativamente, o que lhe permite optar por uma ou outra solução para evitar determinados problemas. O artesão, embora trabalhe de maneira recorrente, também pode vir a introduzir inovações nos objetos que produz, as quais lhe permitem conseguir os melhores resultados. Portanto, podemos conjecturar que os arquitetos, tanto do período arcaico (600-480 a.C.) quanto do período clássico (480-323 a.C.) e do período helenístico (323-30 a.C.), foram indivíduos de formações um pouco diferentes, no entanto fazendo uma arquitetura claramente tradicional (BIERS, 1992, p. 7). Por exemplo, podemos citar a edificação de templos dóricos entre o final do século VII a.C. e meados do século II a.C., que se tratam de estruturas arquitetônicas de tipologia tradicional, porém com diversas inovações e experimentações na longa duração.

Vitrúvio (*De arquitetura*, 1, 1), nossa documentação histórica que mais se aproxima das grandes realizações da arquitetura grega, define ou apresenta o arquiteto como um profissional multidisciplinar:

A ciência do arquiteto é ornada de muitas disciplinas e de vários saberes [...]. Nasce da prática e da teoria. [...] Deverá ser versado em literatura, perito no desenho gráfico, erudito em geometria, deverá conhecer muitos fatos históricos. [...] Também deverá ser instruído na ciência do desenho, a fim de que disponha da capacidade de mais facilmente representar a forma que deseja para suas obras, através de modelos pintados. A geometria, por sua vez, proporciona à arquitetura muitos recursos. [...] ensina o uso do compasso, com o qual se efetuam muito mais facilmente as representações gráficas dos edifícios nos seus próprios locais, juntamente com a ajuda dos esquadros, dos níveis e direcionamento das linhas. [...] através da ótica, se orientam corretamente os vãos de iluminação nas construções [...] através da aritmética, se calculam as despesas dos edifícios, se define a lógica das

medidas e se encontram soluções para as difíceis questões das comensurabilidades através da lógica e dos métodos geométricos.³

Desde Vitrúvio até o século XX, autores têm creditado aos arquitetos gregos bons conhecimentos de geometria e aritmética. Parece óbvio que tais ramos da matemática foram realmente importantes na formação desses profissionais, mas muito provavelmente em sua parte prática, ou seja, para resolver problemas concretos de canteiro. O que temos que ter em mente é que, embora algumas edificações gregas possuam em sua concepção um conjunto claro de proporções ou um conjunto “coerente” de dimensões em pés dóricos, áticos ou sâmios, entre outros – como o templo de Zeus em Olímpia e o templo de Posídon em Súnio – esse não é o caso de todas as edificações gregas. Erroneamente podemos pensar que, devido ao fato de que as proporções utilizadas em algum monumento grego não se expressem em números inteiros de pés gregos, tenha havido algum descaso ou falta de coerência projetual por parte do arquiteto. Se procurarmos uma consistência em números inteiros de pés, podemos não encontrá-la; contudo, esta pode ser estabelecida em números inteiros da subdivisão do pé, como por exemplo em dáctiles⁴, como mostra Dieter Mertens em seu livro *Der Tempel von Segesta*, de 1984. Podemos formular a hipótese de que ser arquiteto seria algo além do artesão, mesmo este sendo muito capacitado, como chamamos atualmente um mestre de obra. Segundo Hellmann (1998, p. 9), os documentos demonstram que o arquiteto grego era polivalente, ou seja, de múltiplas atribuições, tais como: projetista, empreiteiro ou construtor, escultor, carpinteiro, mestre de obra, administrador da obra, perito em materiais de construção e engenheiro, dentre outras. Parece que a única característica que de fato o diferenciou de outros profissionais do ramo da construção foi o domínio da arte de projetar. Podemos dizer, por hipótese, que o que define um “arquiteto”, é a vocação e a prática do projeto. Como sabemos, alguns artífices na antiguidade só projetavam, outros apenas construíam, e outros realizavam ambas as funções.

Vale lembrar que na Grécia Antiga não havia escolas de arquitetura como temos hoje; existia, por outro lado, uma arquitetura “acadêmica”, ou “formal”, o que a diferenciava das manifestações vernáculas. Podemos dizer que o que dava o tom para

³ Tradução de Vitruvius por Maciel (2007).

⁴ Quando dividimos o pé por 16 obtemos a unidade dáctil.

a arquitetura formal grega era o conhecimento adquirido e transmitido de geração a geração sobre as “ordens” arquitetônicas e a aplicação de seus princípios. Tais ordens se constituíam de elementos que, por sua vez, se articulavam a partir de regras formais, às quais os arquitetos “bem formados” teriam que se submeter – seja projetando templos, propileus, pórticos, tesouros, tolos ou outros monumentos correlatos. Embora muitas tipologias fossem necessárias para atender às demandas dos programas arquitetônicos, uma linguagem comum era necessária para se produzir essa disciplina de maneira formal na Grécia Antiga.

Tudo sugere que o grande trunfo da arquitetura grega era a articulação de uma determinada “ordem” arquitetônica (ou a combinação de duas ou três) com a manipulação consciente de um pequeno número de proporções, de escolha do arquiteto ou do contratante da obra. Em certos períodos, estas variaram numa determinada gama numérica que as aproximou bastante; contudo, há muitas exceções, como demonstrou Coulton (1974, *passim*). Dificilmente dois edifícios gregos teriam tido exatamente as mesmas proporções. Mesmo no caso de réplicas, que eram raríssimas, ainda havia variações. Como exemplo, temos os templos de Hera-Lacínia e da Concórdia de Agrigento, considerados templos gêmeos. As dimensões utilizadas pelos gregos em suas edificações eram simples, e um avanço ou desenvolvimento do sistema proporcional teria dado origem à arquitetura modular, testemunhado por Vitrúvio em seu tratado *De Arquitetura* e defendido recentemente para edifícios dóricos do período clássico. A modulação teria de alguma maneira facilitado e trazido mais vantagens para a execução do trabalho dos arquitetos, segundo Wilson Jones (2001, p. 688; 2006, p. 162, 168), transformando o projeto de arquitetura num corpo “consistente” de regras e atendendo a um definido receituário de relações para cada elemento arquitetônico da edificação.

Produzir uma arquitetura em módulos significa, em outras palavras, racionalizá-la, dinamizar sua execução e baratear os custos de mão de obra. Para Mertens (2006, p. 381-419), as obras produzidas, por exemplo, em Agrigento (templos: Hera Lacínia, Concórdia, Dióscuros) e Segesta (o templo inacabado), no século V a.C., poderiam ser denominadas pelo que conhecemos como arquitetura racional. Seus ecos se projetaram no início do século XX com a arquitetura moderna ou modernista, onde os

arquitetos perseguiram a racionalidade menos abstrata e mais real, otimizando a utilização dos espaços arquitetônicos. Segundo Senseney (2011, p. 50):

Com base em boas evidências, Coulton eloquentemente argumenta que os arquitetos dos períodos Arcaico e Clássico não eram mestres artesãos que aprenderam seu ofício por meio do aprendizado e subiram na hierarquia de pedreiros. Em vez disso, eles foram homens educados e independentes que aprenderam a arte de construir por meio da leitura de tratados técnicos que eles também escreveram. Motivados não pela necessidade de ganhar um salário, eles projetaram edifícios e direcionaram sua construção para ganhar prestígio contribuindo para suas respectivas comunidades. Esta caracterização dos arquitetos gregos é consistente com as observações do Político de Platão de que os arquitetos dirigem os trabalhadores manuais enquanto eles próprios não são trabalhadores manuais, que eles produzem conhecimento e não trabalho manual, e que pertencem a um meio intelectual adequado (tradução nossa).⁶

Para Coulton (1975, p. 98-99), mais do que a aplicação de uma aritmética “pura”, o que os arquitetos gregos fizeram foi usar a logística, ou seja, lançaram mão da aritmética como instrumento de organização das dimensões dos edifícios, e não como compromisso formal entre a arquitetura e certos resultados matemáticos mais ou menos complexos. Vale lembrar que no meio acadêmico contemporâneo temos inúmeros resultados estéticos interessantes sem o mínimo comprometimento formal com a matemática. O compromisso maior é com a ciência das estruturas ou com as dimensões deduzidas dos cálculos estruturais, muito importantes para a economia dos materiais na arquitetura moderna – fator que não deve ter sido muito diferente na Antiguidade. O racionamento de material é testemunhado na Grécia em diversos monumentos; temos como exemplo o Partenon, que foi executado em parte por material reciclado do edifício anterior. Embora os arquitetos gregos tenham escrito livros sobre seus edifícios abordando teoria e prática, pouco sabemos sobre seus

⁶ Based on good evidence, Coulton eloquently argues that architects of the Archaic and Classical periods were not master craftsmen who learned their trade through apprenticeship and worked their way up the ranks of stonemasons. Rather, they were educated men of independent means who learned the art of building through reading technical treatises that they also, of course, wrote. Motivated not by the need for earning a wage, they designed buildings and directed their construction to earn prestige by contributing to their respective communities. This characterization of Greek architects is consistent with observations in Plato’s Statesman that architects direct manual workers while they themselves are not manual workers, that they produce knowledge and not manual labor, and that they belong to a proper intellectual milieu.

procedimentos de projeto, pois todo esse material se perdeu. Vitruvius (*De architectura*, 4), por exemplo, nos relata sobre o planejamento dos templos dóricos à maneira dos gregos, contudo com ajustes para não comprometer a simetria dos mesmos. É sabido que a confecção do friso dórico torna inconsistente o próprio modelo de ordem dórica, pois, o problema do tríglifo e da métopa angular se alastra por toda a edificação, principalmente na concepção dos templos dóricos gregos. As soluções para o problema foram variadas e nenhuma se tornou canônica, veja (OSTHUES, 2005, p. 1-154).

Podemos dizer que o calcanhar de Aquiles da concepção arquitetônica dos templos dóricos reside no conflito angular do friso. Esse problema, inerente a estas construções, compromete de maneira importante as proporções do estilóbato que geralmente não são muito claras. Diferentemente do que acontece com os templos de ordem jônica, nesses o problema angular desaparece e se conseguem proporções relativamente claras.

Metodologia e Análise do *corpus* documental: Interpretando os dados arqueológicos

Agora exibiremos alguns métodos que julgamos importantes para a análise arquitetônica dos templos dóricos. Apresentaremos primeiro a abordagem geométrica, a partir do procedimento desenvolvido por T. Brunés (1967). Depois, o método aritmético de J. J. Coulton (1974) e, por fim, a abordagem aritmética-geométrica de R. Tobin (1981).

Método de T. Brunés⁷

O método de Brunés (1967) pretende mostrar como foram projetados os templos dóricos gregos, tendo como base as proporções geométricas tradicionais a partir de operações simples com régua e compasso. Brunés o aplica escolhendo um determinado templo e realizando as construções matemáticas em cima de uma elevação do templo reconstituído. Para expormos como o seu procedimento funciona,

⁷ BRUNÉS, T. *The Secrets of the ancient geometry and its use*, 2 vols. Copenhagen, International Science Publishers, 1967, p. 274-280, 304
Perspectivas e Diálogos: Revista de História Social e Práticas de Ensino, Caetité, BA, v. 5, n. 2, p. 301-332, 2022.

faremos o percurso que ele fez para validar a concepção a partir de traços sobre o templo de Hefesto em Atenas.

O primeiro passo consiste em localizar um quadrado básico a partir do qual todas as proporções da fachada podem ser encontradas. Para isso, o autor escolhe como referência o telhado, onde se encontram as cornijas horizontais e inclinadas, obtendo assim uma linha de apoio onde o telhado tem a largura máxima e obtém a linha 1-2 como mostramos na fig. 1. É bom comentar, desde já, que essa escolha não é igual para todos os templos, pois, quando Brunés apresenta o método para analisar a fachada do templo de Atena em Pesto utiliza como referência as arestas de esquina dos ábacos das colunas angulares. Construímos agora a linha 3-4, idêntica à 1-2 na base do primeiro degrau do templo. A linha 3-4 será a base para construir o quadrado básico 3-4-5-6. São traçadas as diagonais do quadrado construído, e pelo cruzamento dessas passa a linha 7-8, paralela à base do quadrado 3-4. O pesquisador acredita ter encontrado com esse procedimento a base do friso, ou seja, a linha que separa no entablamento o topo da arquitrave da base do friso que podemos ver na fig.1 – linha essa que passa pelos pontos 7 e 8. No desenho de Brunés ele se aproxima bastante; contudo, ele confunde a base do friso com a base da ténia elemento que faz parte da arquitrave.

O autor trabalha de modo impreciso, pois fez seu desenho com régua e compasso em cima de uma cópia de uma fachada. Estamos refazendo o percurso em AutoCad, trabalhando com um desenho construído a partir de um conjunto preciso de medidas que é fornecido pelo trabalho de Koch (1955) – obra de referência para o estudo do Heféstion. Nosso desenho nos fornece um erro de 0,361 m em relação à base do friso que Brunés afirma ter encontrado. Se levarmos em consideração que a altura do friso é 0,828 m, trata-se de um erro muito grosseiro. Percebemos, ao continuar, que este se propaga para os outros elementos, e então testamos centralizar o quadrado básico, ou seja, a linha 1-2 que divide o quadrado apoiado na base da ténia, o que o desloca para cima, muito próximo do segundo degrau do templo. Trabalhando com essa nova referência, encontramos a consistência no método de Brunés, ou seja, deslocamos a base 3-4 do nosso quadrado básico 3-4-5-6 próximo do topo do primeiro degrau da elevação do templo. Refazendo todas as operações

geométricas feitas pelo autor, conseguimos resultados muito próximos dos que ele conseguiu.

Em seguida, Brunés traça quatro arcos com centros nas pontas do quadrado 3-4-5-6, de raios iguais à metade da diagonal do quadrado. Utiliza os pontos que os arcos determinam ao cortar as arestas do quadrado básico para traçar quatro retas: 11-12, 13-14, 15-16, 17-18 e uma quinta reta, 9-10, que divide o quadrado ao meio, passando pelo cruzamento dos arcos no sentido vertical. Uma vez feita essa operação, podemos perceber (fig. 1) que o cruzamento da reta 15-16 com a reta 9-10 define a altura do templo ou o ápice do telhado com uma diferença de menos de um milímetro (0,0008 m). Para encontrar o posicionamento de outro elemento arquitetônico, o autor repete a operação de traçado de arcos para o quadrado formado no centro do quadrado básico (19-20-21-22) – porém, dessa vez o traçado de dois arcos já é suficiente. Com centros em 21 e 22, traça uma reta pelos pontos 23 e 24 (encontro dos novos arcos com as arestas 21-24 e 22-23 do quadrado interno) e a estende até as arestas 3-6 e 4-5 do quadrado básico, definindo os pontos 1 e 2. Feita essa operação, encontra a altura da ordem com cornija ou a linha do topo da cornija horizontal, aonde se apoia o pedimento dado pela reta 1-2 – e isso com uma diferença da ordem de dois centímetros (0,0229 m). Faremos agora um novo desenho (fig. 2), para prosseguirmos sem sobrecarregar a figura atual. Temos em resumo, para o primeiro desenho, a localização de três elementos importantes: a base da tênia da arquitrave, a altura da ordem (ou base para o pedimento) e a altura total do templo.

Para o segundo desenho (fig. 2), mantemos o quadrado básico e as suas diagonais, e eliminamos as outras linhas. Brunés inscreve uma circunferência ao quadrado básico e a partir dessa constrói dois retângulos. A construção desses retângulos não é aleatória: o primeiro e maior (30-31-32-33) é montado da seguinte maneira: traçamos as linhas 6-10 e 5-10, que saem dos pontos 6 e 5 e encontram o ponto médio (10) da base do quadrado básico 3-4. Essas linhas cruzam a circunferência nos pontos 30 e 31. Por 30 e 31 traçamos as retas 30-33 e 31-32 perpendiculares à base 3-4, e traçamos a reta 30-31 para fechar o retângulo. O segundo retângulo (quadrado) 26-27-28-29 é construído a partir do cruzamento das diagonais do quadrado básico com a circunferência nos pontos A e B. Por A e B traçamos as perpendiculares A-29 e B-28 e obtemos assim o lado do quadrado 26-27-

28-29 – a reta 28-29, como vemos na fig. 2. A partir do cruzamento das diagonais 3-5 (quadrado básico) com 30-32 (retângulo) construímos a reta 36-37, paralela a 3-4, e encontramos assim a altura da coluna do templo – a qual define o posicionamento da arquitrave, e isso com uma diferença de mais 0,0427 m. Agora, temos que o cruzamento da linha 26-27 com a 10-8 encontra novamente a altura total do edifício, desta vez com uma precisão menor, da ordem de um centímetro a mais (0,0126 m). Por sua vez, o cruzamento da diagonal 26-28, do quadrado menor, com a diagonal 3-5, do quadrado básico, fornece a altura do fuste da coluna com uma diferença de mais 0,2116 m – uma aproximação relativamente ruim. No desenho de Brunés o cruzamento se dá muito próximo da altura real; acreditamos que essa suposta aproximação seja um erro de desenho, pois, como já comentamos anteriormente, este autor trabalha em cima da cópia de uma elevação – e, ao ter sido copiada, essa pode ter distorcido o desenho original, supondo ainda que o desenho fosse correto. O segundo desenho fornece três elementos, um dos quais já conhecido: as alturas do edifício, da colunata e do fuste da coluna, esta última com pouca precisão.

Figura 1: Método geométrico de Brunés (1967), de concepção da elevação para o templo de Hefesto em Atenas. Localiza a altura do telhado, a altura do friso e altura da arquitrave. Desenho do autor em AutoCAD.

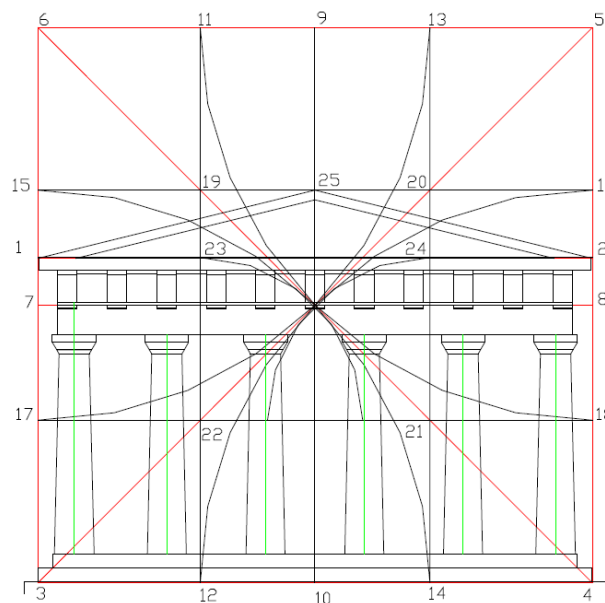
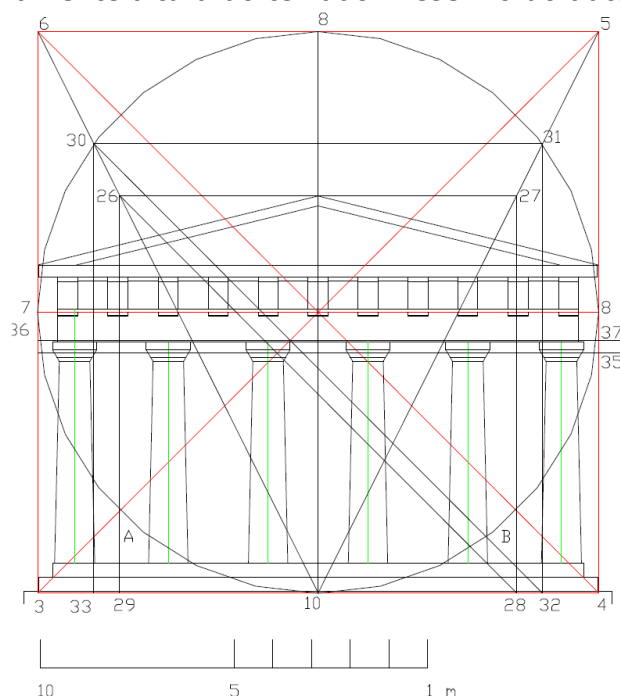


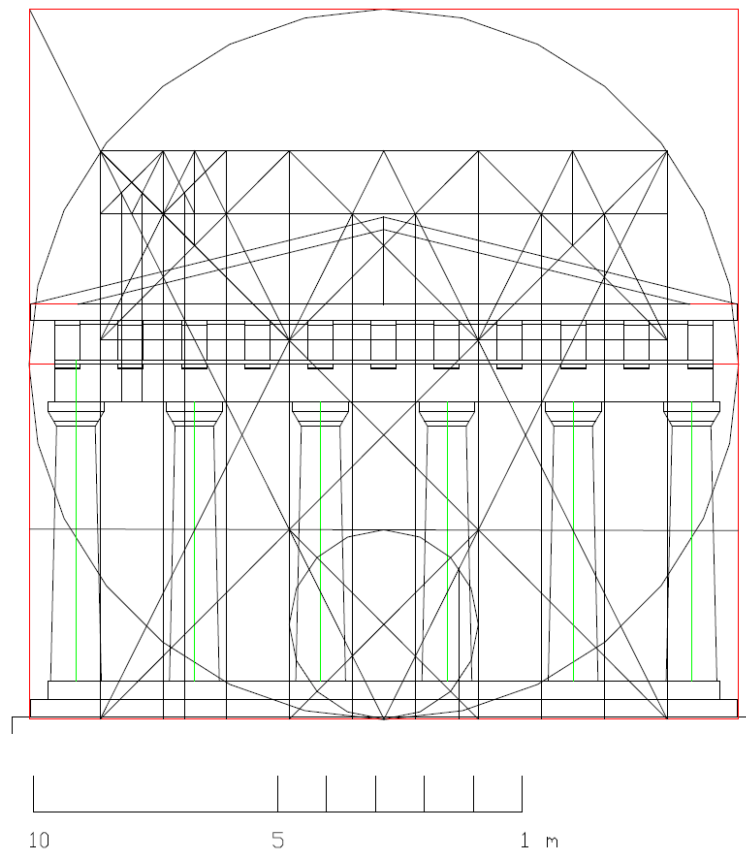
Figura 2: À direita, Brunés (1967), localiza a altura das colunas e apoio da arquitrave, altura do fuste e novamente altura do telhado. Desenho do autor em AutoCad.



Um terceiro desenho se faz necessário (fig. 3) para localizar mais três elementos arquitetônicos, seguindo procedimentos elementares que não descreveremos em detalhe para não tornar o nosso texto enfadonho; contudo, apresentamos a sua construção gráfica e os resultados conseguidos. A novidade nessa nova figura é a localização dos elementos dividindo o quadrado básico 3-4-5-6 em nove quadrados menores; a repetição da operação para os quadrados menores superiores dará a localização e espessura das colunas. Uma nova aplicação dessa operação definirá os triglifos e as métopas em largura. Esse novo esquema fornece a localização das colunas e suas espessuras, delimita o estilóbato e a construção dos triglifos e métopas. A largura da coluna real (diâmetro) é 1,018 m, e para essa a partir do esquema (fig. 3) conseguimos 1,2846 m, uma diferença relativamente grande. Esse valor se aproxima mais da largura do ábaco, que é 1,141 m. Para a definição da altura do estilóbato, temos uma diferença pequena de 3,39 cm, muito próxima do real. Para o triglifo obtemos uma diferença para menos de 8,58 cm quando a largura real é 0,515 m. Para a métopa, o esquema fornece como resultado uma largura de 0,86 m, quando a real é de 0,71 m. Embora com aproximações relativamente grosseiras para as colunas, triglifos e métopas, não deixam de caracterizar pelo menos um bom esboço

para esses elementos. Brunés exhibe interpretações geométricas bem razoáveis também para os templos de Atena e Posídon em Pesto e para o Partenon em Atenas.

Figura 3: Método geométrico de Brunés, 1967, de concepção da elevação para o templo de Hefesto em Atenas. Localiza a posição e diâmetro das colunas, altura do estilóbato e largura de tríglifos e métopas. Desenho do autor em AutoCad.



Método de J. J. Coulton⁸

Segundo Coulton (1974, p. 61), pesquisas anteriores que procuraram estudar os procedimentos de concepção de projeto grego o fizeram concentrando a investigação em um único edifício e nele como um todo. Em uma abordagem diferente, este autor propõe um método para tentar entender como procederam os arquitetos gregos a partir da análise de 49 templos dóricos de diferentes períodos e regiões do mundo grego. Para isso, concentra-se na concepção do estilóbato e dos intercolúnios.

⁸ COULTON, J. J. Towards understanding Doric design: Stylobate and intercolumniations. *BSA*, 69, 1974, p. 61-86.

O seu método parte das seguintes hipóteses: os edifícios gregos foram conscientemente projetados, e mesmos métodos foram utilizados em vários edifícios. Estabelece três critérios para cogitar a probabilidade de tal regra ter sido utilizada: a) que essa possa ser expressa de modo simples; b) que os vestígios se acomodem à regra com razoável grau de precisão e c) que essa se verifique numa boa quantidade de edifícios, preferencialmente para grupos de lugares e períodos próximos. São observadas três tendências arquitetônicas para a concepção do estilóbato, expressas a partir de três regras principais adotadas pelos arquitetos gregos, bem como as suas respectivas variações (COULTON, 1974, p. 82-83).

• **Regra 1** (ou regra inicial para a Grécia continental): identifica os edifícios dóricos cujas dimensões do estilóbato (frontal e lateral) estão nas mesmas proporções que o número de colunas (frontal e lateral) da colunata do templo. Essa regra exprime-se da seguinte maneira: $(W : L) = (CW : CL)$ ⁹ e foi comum na Grécia metropolitana? durante o século VI a.C. A aplicação dessa regra gera intercolúnios laterais relativamente menores aos da fachada frontal, por exemplo: no templo de Hera em Olímpia, 590 a.C. (6 x 16 colunas), as proporções do seu estilóbato são 6:16, assim como o número de colunas do seu peristilo. Os seus intercolúnios são: frontal 3,56 m e lateral 3,26 m. A regra 1 adotou a seguinte variação: os templos obedecem à mesma configuração proporcional dada pela regra 1, só que, em vez de manterem a mesma proporção com o estilóbato, a mantêm com o eutintério e é dada por $(OW : OL = CW : CL)$. Com essa variação, a utilização da regra se prolonga até o final do século IV. Coulton (1974, p. 82) observa que esta pode ter outras combinações com outras regras para o estilóbato (vide tabela a seguir).

• **Regra 2** (ou Regra siciliana): esta se constitui como uma evidente modificação da regra 1 e é dada por $(W : L = CW : (CL+1))$. A sua aplicação foi comum na Sicília desde meados do século VI a.C., e sua utilização prolongou-se pelo século V a.C. O templo

⁹ Abreviações para as partes do templo: *C*: Número de Colunas (= $N + 1$); *CW*: Número de colunas frontais; *CL*: Número de colunas laterais; *I*: Intercolúneo axial; *W*: Largura do Estilóbato; *L*: Comprimento do Estilóbato; *N*: Número de Intercolúnios (= $C - 1$); *NW*: Número de Intercolúnios frontais; *NL*: Número de Intercolúnios laterais; *OW*: Largura do Eutintério; *OL*: Comprimento do Eutintério.

de Atena em Siracusa, 480 a.C. (6 x 14), por exemplo, possui as proporções do seu estilóbato dadas por 6:15. A regra 2 sofreu três modificações (vide tabela a seguir).

• **Regra 3** (ou Regra tardia para a Grécia continental): adota a seguinte lógica de concepção para o estilóbato: tanto a largura como o comprimento desse é dado pelo número de intercolúnios desejado mais 1/3, ou seja, $W = I(N_w + 1/3)$, $L = I(N_l + 1/3)$. Coulton (1974, p. 83) aponta mais sete frações diferentes como variações para essa regra (vide tabela). O autor observa que essa regra ou suas variações foram aparentemente utilizadas em quase todos os templos construídos na Grécia continental depois das guerras Persas. Coulton observa também que, nesses casos, os intercolúnios foram decididos anteriormente ao comprimento e largura do estilóbato, e por isso são quase iguais. A proporção simples entre a largura e o comprimento do estilóbato desaparece, e esses procedimentos não foram adotados na Sicília.

Regras de Coulton:

| | | |
|-----------------|---|--|
| Regra 1 | Regra para a Grécia Continental no início (<i>Early mainland rule</i>) | ($W : L = CW : CL$) |
| Regra 1a | Variação 1a | ($OW : OL = CW : CL$) |
| Regra 1b | Variação 1b | ($OW : OL = (CW + 1) : (CL + 1)$) |
| Regra 1c | Variação 1c | ($OW : OL = (CW + 1/2) : (CL + 1/2)$) |
| Regra 1d | Variação 1d | ($OW : OL = (CW + 2) : (CL + 2)$) |
| Regra 1e | Variação 1e | ($OW : OL = (CW + 1) : (CL + 2)$) |
| Regra 1f | Variação 1f | ($OW : OL = (NW + 1/2) : (NL + 1/2)$) |
| Regra 2 | Regra Siciliana (<i>Sicilian rule</i>) | ($W : L = CW : (CL + 1)$) |
| Regra 2a | Variação 2a | ($W : L = CW : (CL + 2)$) |
| Regra 2b | Variação 2b | ($W : L = (CW + 1) : (CL + 2)$) |
| Regra 2c | Variação 2c | ($W : L = CW : (CL + 1/2)$) |
| Regra 3 | Regra tardia para a Grécia Continental (<i>Later mainland rule</i>) | ($W = I(NW + 1/3), L = I(NL + 1/3)$) |
| Regra 3a | Variação 3a | ($W = I(NW + 3/10), L = I(NL + 3/10)$) |
| Regra 3b | Variação 3b | ($W = I(NW + 1/4), L = I(NL + 1/4)$) |
| Regra 3c | Variação 3c | ($W = I(NW + 1/5), L = I(NL + 1/5)$) |
| Regra 3d | Variação 3d | ($W = I(NW + 3/16), L = I(NL + 3/16)$) |
| Regra 3e | Variação 3e | ($W = I(NW + 3/8), L = I(NL + 3/8)$) |
| Regra 3f | Variação 3f | ($W = I(NW + 7/16), L = I(NL + 7/16)$) |
| Regra 3g | Variação 3g | ($W = I(NW + 1/2), L = I(NL + 1/2)$) |

Corpus documental:

| | Data - a. C. | Nome do Templo | Local | Colunas | Estilóbato - dimensões (m) |
|----|--------------|------------------|-----------|---------|----------------------------|
| 1 | 470 | Zeus | Olímpia | 6x13 | 27,680 x 64,120 |
| 2 | 450 | Heféstion | Atenas | 6x13 | 13,708 x 31,769 |
| 3 | 430 | Apolo | Bassai | 6x15 | 14,478 x 38,244 |
| 4 | 435 | Posídon | Súnio | 6x13 | 13,470 x 31,124 |
| 5 | 420 | Apolo-Atenienses | Delos | 6x00 | 9,686 x 17,014 |
| 6 | 430 | Nêmesis | Ramnunte | 6x12 | 9,996 x 21,420 |
| 7 | 455 | Hera-Lacínia | Agrigento | 6x13 | 16,910 x 38,100 |
| 8 | 435 | Concórdia | Agrigento | 6x13 | 16,925 x 39,420 |
| 9 | 420 | Dióscuros | Agrigento | 6x13 | 13,330 x 31,000 |
| 10 | 409 | Inacabado | Segesta | 6x14 | 23,120 x 58,035 |

Aplicação das regras de Coulton ao *corpus* documental:

| Templo | | | | | |
|----------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1. Zeus | | | $W = Iw (Nw + 1/3)$ | $L = IL (NL + 1/3)$ | $Ow = Iw (Nw + 3/4)$ |
| 2. Heféstion | | $OW : OL :: Cw : CL$ | $W = Iw (Nw + 3/10)$ | $L = IL (NL + 3/10)$ | $Ow = Iw \times Cw$ |
| 3. Apolo | $W : L :: (Nw + 1/2) : (NL + 1/2)$ | $OW : OL :: Cw : CL$ | | | |
| 4. Posídon | | $OW : OL :: Cw : CL$ | $W = Iw (Nw + 1/3)$ | $L = IL (NL + 1/3)$ | $Ow = Iw \times Cw$ |
| 5. Apolo – At. | | $OW : OL :: Cw : 10$ | $W = Iw (Nw + 3/10)$ | $L = 9 \frac{3}{10} \times Iw$ | |
| 6. Nêmesis | | $OW : OL :: Cw : CL$ | $W = Iw (Nw + 1/4)$ | $L = IL (NL + 1/4)$ | $Ow = Iw \times Cw$ |
| 7. Hera-Lac. | $W : L :: Cw : (CL + 1/2)$ | | | | |
| 8. Concórdia | $W : L :: Cw : (CL + 1)$ | | | | |
| 9. Dióscuros | $W : L :: Cw : (CL + 3/4)$ | | | | |
| 10. Inacabado | $W : L :: Cw : (CL + 1)$ | $OW : OL :: Cw : CL$ | $W = Iw (Nw + 1/3)$ | $L = IL (NL + 1/3)$ | $Ow = Iw \times Cw$ |

Analisando o nosso *corpus* documental¹⁰ a partir do método de Coulton (1974, p. 61-86) temos que: para os templos da Grécia continental (Zeus, Hefesto, Posídon e Nêmesis), nos quais os intercolúnios frontais e laterais são praticamente iguais, as dimensões do estilóbato foram provavelmente calculadas a partir do intercolúnio, ou seja, utilizando-se das fórmulas $W = Iw (Nw + K)$ e $L = IL (NL + K)$, como K (vide tabela acima). As variações do K, segundo o pesquisador, podem ser provavelmente explicadas pela maneira com que os cálculos foram feitos em pés. Para o templo de Apolo dos Atenienses, Delos, que não possui colunata lateral, a fórmula $W = Iw (Nw + K)$ também se aplica, porém para a lateral o autor sugere a fórmula $L = 9 \frac{3}{10} \times Iw$. A exceção se dá para o templo de Apolo, Bassai, pois os intercolúnios frontais e

¹⁰ Utilizamos o mesmo *corpus* documental de Wilson Jones (2001).

laterais são consideravelmente diferentes. Isso sugere que as dimensões do estilóbato não foram deduzidas a partir das dimensões do intercolúnio, e sim o contrário. O autor sugere que tenha sido utilizada uma proporção simples, $W : L :: (Nw + 1/2) : (NL + 1/2)$, que confere uma precisão razoável de menos de 0,074 m em relação ao comprimento do estilóbato lateral. Nesse caso, as dimensões do eutintério foram definidas anteriormente ao estilóbato, a partir de uma relação simples: são proporcionais ao número de colunas do templo, ou seja, 6:15. Já as dimensões do estilóbato teriam sido deduzidas a partir do eutintério, subtraindo a distância conveniente para acomodar os degraus laterais – resultando, assim, nas proporções $5 \frac{1}{2} : 14 \frac{1}{2}$. Em relação ao grupo de templos da Sicília (Hera, Concórdia e Dioscurós) temos como mais provável que o comprimento do estilóbato tenha sido deduzido da sua largura a partir da aplicação da regra siciliana com duas variações, ou seja, para o templo de Hera: $W : L :: Cw : (CL + 1/2)$ que equivale a $W : L :: 6:13,5$; para o templo da Concórdia: $W : L :: Cw : (CL + 1) \Rightarrow W : L :: 6:14$; e para o templo de Díoscuros: $W : L :: Cw : (CL + 3/4) \Rightarrow W : L :: 6:13,75$.

Coulton (1974, tabela 2) observa que, para templos de colunata 6 x 14, as fórmulas siciliana e a tardia para a Grécia metropolitana? resultam equivalentes para o cálculo das dimensões do estilóbato. Esse é o caso do templo de Segesta, como vemos na tabela acima, para o qual temos duas interpretações.

Em relação às dimensões do eutintério para os templos de Hefesto, Posídon, Nêmesis e Segesta, temos uma interpretação da largura a partir da medida intercolúnio vezes o número de colunas, ou seja: $OW = Iw \times Cw$, que também coincide com as proporções da largura do eutintério em relação ao número de colunas frontais de cada templo, como mostra a tabela acima. Para o templo de Zeus apresenta-se uma fórmula igual para o cálculo da largura do estilóbato com $k = 3/4$, ou seja, $OW = Iw (Nw + \frac{3}{4})$.

De modo geral, como podemos ver na tabela acima, as dimensões do eutintério são dadas pela pelas proporções do número de colunas. A pesquisa do autor aponta isso para 5 edifícios do nosso *corpus* documental.

A crítica mais contundente a esse trabalho é encontrada no artigo de R. Tobin (1981, p. 409). Para esse autor, o problema das fórmulas ou regras de Coulton é que não são normativas, e sim descritivas. Em decorrência disso (vide a tabela de regras

e variações) temos basicamente três regras, a saber: R1: ($W : L = CW : CL$), R1a: ($OW : OL = CW : CL$) e R3.: ($W = I(NW + 1/3)$, $L = I(NL + 1/3)$) – as outras são exceções às regras. Para Tobin, a mera capacidade de que um conjunto de medidas se encaixe numa determinada fórmula não faz da fórmula uma regra ou uma norma, e sim uma descrição. Segundo Tobin, podemos construir fórmulas similares às de Coulton (1974, p. 82-83) para fundamentar diversos exemplos.

Método R. Tobin¹¹

O método de Tobin (1981, p. 379-427) concentra-se no estudo do crepidoma. Para este autor (1981, p. 379), a tarefa inicial do arquiteto é determinar as proporções de cada retângulo que compõe os seus níveis, partindo da premissa de que o estilóbato foi desde o início o elemento chave para definir a planta do templo. A sua análise tenta demonstrar que a concepção do crepidoma envolve a aplicação básica de conceitos geométricos extraídos da teoria matemática comum. Para o autor, os primeiros arquitetos utilizaram o conceito fundamental que determina que qualquer número que for o produto de dois outros pode ser representado graficamente como uma figura retilínea com largura e comprimento. Ele afirma que várias regras apresentadas por Coulton em (1974, p. 82-83) são incorretas ou imprecisas, e desnecessariamente complexas. As únicas aceitas por Tobin (1981, p. 381), são a regra 1 (ou regra para a Grécia metropolitana? no início), e a variação 1 a, ou seja, ($W : L = CW : CL$) e ($OW : OL = CW : CL$). Para o autor, essas são as únicas fórmulas que caracterizam o desenvolvimento do crepidoma dórico; as outras duas e as suas variações são somente descritivas.

Sua pesquisa propõe que a maioria dos templos anteriores ao templo de Hera (ER) em Selinunte, de 440 a.C., oculta ou esconde o intercolúnio original ou espaço axial canônico, como o denomina o autor. Em princípio o estilóbato seria composto de intercolúnios iguais, tanto na fachada frontal como na lateral. Tobin apresenta uma metodologia para determinar o intercolúnio original e, encontrando esse, explica as disparidades observadas em vários edifícios. Segundo Tobin (1981, p. 379), essas

¹¹ TOBIN, R. The Doric Groundplan. *AJA*, 85, 1981, p. 379-427.

disparidades são produzidas pela expansão ou contração do peristilo axial. O método procura uma proporção simples para o estilóbato, o peristilo axial e para o eutintério.

Seus resultados deram lugar a uma classificação dos 26 templos dóricos estudados em três grupos, de acordo com o fenômeno de expansão ou contração do peristilo e da contração angular do peristilo. Denomina os grupos associando-os a um determinado templo, e propõe uma fórmula para determinar o intercolúnio original (X) em cada grupo:

- Grupo I (Hera, Olímpia): Expansão do peristilo.
- Grupo II (Templo D, Selinunte): Contração do peristilo.
- Grupo III (Templo (ER ou Hera Selinunte): Contração angular do peristilo.

Sintetizando a análise de Tobin (1981, p. 379-427), temos o seguinte: se um templo tem colunata, por exemplo, de 6 x 17, então as dimensões do estilóbato estarão nas proporções 6:17, as dimensões do peristilo axial estarão nas proporções 5:16 e as dimensões do eutintério nas proporções 7:18. Ou seja, temos três retângulos em proporções escalonadas de números inteiros. Essa seria a concepção inicial para o crepidoma, que na prática se modificaria um pouco ao acomodar a colunata e resolver o problema do tríglifo de esquina – o que tem como consequência imediata um intercolúnio menor nas esquinas do templo. Tobin verifica essa concepção para templos arcaicos entre 590-540. Outro tipo de concepção constatada pelo autor é a seguinte: se um templo tem colunata, por exemplo, de 6 x 13, então a concepção inicial do seu peristilo axial é dada pelas proporções 5:12, a do seu estilóbato é $5\frac{1}{2}:12\frac{1}{2}$ e a do seu eutintério é 6:13. As proporções do peristilo axial são dadas pela relação entre os intercolúnios; o eutintério é dado pela relação entre as colunas, e o estilóbato por uma relação proporcional intermediária entre o peristilo axial e o eutintério. Partindo dessas proporções iniciais, o arquiteto parte para solucionar o problema relativo ao friso e acomodar as colunas alterando essas proporções quando necessário.

Para cinco templos do nosso *corpus* documental, Tobin (1981, p. 419) apresenta as seguintes proporções para estilóbato e eutintério: templo de Zeus em Olímpia (estilóbato $5\frac{1}{2}:12\frac{1}{2}$ ou 11:25 teórico e real 11:25,48 e eutintério 6:13 ou 12:26

teórico e real 12:26,48), Heféstion em Atenas (est. 11:25 – 11:25,49, eut. 12:26 – 12:26,05), Posídon em Súnio (est. 11:25 – 11:25,4, eut. 12:26 – 12:26,89), Concórdia em Agrigento (est. 11:25 – 11:25,6, eut. 12:26 – 12:26,68) e Hera em Agrigento (est. 11:25 – 11:24,78, eut. 13:27 – 13:26,90).

Reflexões e considerações finais

Em suma, a partir da análise do nosso *corpus* documental verificamos que os métodos aplicados pelos arquitetos gregos para projetar seus templos dóricos constituem ainda uma questão em aberto para a História da Arquitetura (WILSON JONES, 2001, p. 675). As interrogações tradicionais avançam à primeira década do século XXI, como pudemos apreciar nas conclusões do artigo de Wilson Jones (2006) sobre o tema. Segundo este autor, progressos têm sido alcançados nas últimas décadas de pesquisa; contudo, nenhuma teoria moderna é capaz de reproduzir as intenções de projeto dos arquitetos gregos, em especial para os templos dóricos do período clássico.

Revisando as pesquisas relativamente recentes, é notável a grande preocupação por parte dos especialistas em tratar a questão do projeto do templo dórico com base no estudo profundo do sistema métrico grego, na releitura à exaustão das fontes históricas e na análise detalhada da cultura material (ou seja, os próprios templos constituindo a principal evidência de um tratamento meticuloso, preciso e metódico por parte de seus arquitetos). Essa preocupação já está presente nas pesquisas de Coulton (1974, p. 62), o que levou o autor a declarar que o estudo das proporções deve ser precedido, no mínimo, de um estudo das unidades de medida (COULTON, 1975). De acordo com o autor (1974, p. 86), existem dificuldades para percorrer o caminho real e em detalhes pelo qual os arquitetos gregos passaram para conceber seus templos; contudo, acredita serem procedimentos extremamente simples e até rudimentares para os primeiros templos. Chama a atenção também para a dificuldade de se aceitar, por parte dos especialistas, que obras-primas da Atenas de Péricles possam ter sido alcançadas através da aplicação de regras simples e de

aproximações¹². O mesmo autor conclui, em seu artigo de 1974, que os primeiros templos puderam ser erguidos sem desenhos preliminares e não haveria motivos para uma mudança posterior, uma vez que o tipo básico permaneceu inalterado. Para Coulton, não houve importantes mudanças no procedimento de projeto dos templos perípteros dóricos entre a construção do templo de Hera em Olímpia e o tempo de Vitrúvio, ou seja, entre 600-590 a. C. e 30-20 a.C.

Embora a argumentação de Coulton (1974; 1975) seja muito respeitada, não podemos descartar a possibilidade de que, se por um lado desenhos de arquitetura propriamente ditos, como os entendemos hoje, não foram utilizados pelos arquitetos gregos, pelo menos esquemas geométricos simples como os que apresentamos através do método ou interpretação de Brunés (1967), que mais se aproximam de um esboço ou estudo preliminar, poderiam ter tido lugar no mundo grego. Veja os desenhos de arquitetura encontrados por Lothar Haselberg (1980) em Dídima e Wolf Koenigs (1983) em Priene, ambos na Turquia, e também em Corso (2018). Embora o autor aplique seu método para os templos de Atena e Posídon em Pesto e para o Partenon e o Heféstion em Atenas com uma certa consistência, ao tentarmos aplicar o método aos templos do nosso *corpus* documental (exceto para o Heféstion, como demonstramos) enfrentamos uma dificuldade imensa. Para o templo de Segesta, por exemplo, aplicamos o método à exaustão, e as maiores dificuldades derivaram da escolha adequada de uma largura como referência para estabelecer o quadrado básico e deduzir, como faz Brunés, a altura de alguns elementos da elevação. Contudo, o fato de não termos conseguido um resultado transparente tanto para este templo como para os outros do nosso *corpus* documental não invalida a possibilidade desse método ter sido aplicado por algum arquiteto grego, uma vez que Brunés dá quatro exemplos onde isso poderia ter acontecido, com uma relativa precisão. Se pensarmos na concepção geométrica de um templo dórico, como a utilização de construções de régua e compasso, satisfazendo regras simples – como encontrar o ponto médio de um segmento de reta, dividir um segmento em determinado número de partes iguais, construir figuras simples como quadrados, retângulos, triângulos, circunferências,

¹² Consulte o livro de Sassù (2016) sobre Ictinos, o arquiteto do Partenon. Veja também Barletta (2009) e Rocco (1994) sobre as ordens arquitetônicas gregas.

cônicas e outros que são os elementos necessários para construir mesmo que intuitivamente um templo dórico – tal concepção parece aceitável.

Outro autor importante, relativamente recente, que atribuiu à planta dos templos dóricos - em especial ao crepidoma, que concentra os elementos padrão, o eutintério, degraus intermediários, estilóbato e peristilo - uma concepção aritmético-geométrica foi R. Tobin em 1981, como mostramos anteriormente. Este autor tenta mostrar que o crepidoma é concebido a partir do estilóbato em três retângulos: o primeiro retângulo é o próprio estilóbato, e em sua concepção original ou em sua primeira formulação é proporcional ao número de colunas do seu peristilo. Ele fundamenta sua análise em duas normas para a crepis dórica, validas desde o período arcaico e as suas diversas adaptações (expansão ou contração) para acomodar a colonata e atender às demandas do friso dórico em seu ritmo tríglifo-métopa.

Coulton (1974)¹³ demonstrou relações proporcionais simples com clareza. Para os primeiros templos dóricos, os arquitetos conceberam o crepidoma a partir de seu estilóbato, guardando proporções claras com o número de colunas desejado para cada edifício. Foram verificadas essas proporções em diversas construções da Grécia continental: o templo de Hera em Olímpia (590 a.C.), de colonata 6 x 16 e seu estilóbato com proporções 6:16; o de Apolo em Corinto (540 a.C.), de colonata 6 x 15 e proporções 6:15; e o de Atena em Assos, colônia da Ásia Menor (540 a. C.), de colonata 6 x 13 e proporções 6:13. Para a Magna Grécia e Sicília, verificou que para templos arcaicos e mesmo clássicos, a regra que valia para a Grécia continental sofria uma simples alteração: em vez de o estilóbato estar na proporção exata ao número de colunas do peristilo, esses arquitetos acrescentavam em geral em comprimento a proporção do número de colunas mais uma para a maioria dos casos, e com algumas exceções acrescentaram a fração $\frac{1}{2}$ ou 2 na fórmula. Coulton verificou essas proporções em estilóbato para edifícios como o templo D em Selinunte, 550 a.C. (colonata 6 x 13 e proporções 6:14), o FS em Selinunte, 525 a. C. (col. 6 x 14 e prop. 6:15), o de Hércules em Agrigento, 500 a.C. (col. 6 x 15 e prop. 6:16), o da Concórdia em Agrigento, 435 a.C (col. 6 x 13 e prop. 6:14), e o de Segesta, 409 a.C. (col. 6 x 14 e prop. 6:15). Como podemos observar, a regra de somar 1 na fórmula, na proporção em comprimento, nas colônias, se estendeu desde o período arcaico até o final do

¹³ Veja nesse artigo uma síntese das suas conclusões nas tabelas 1-3.

século V a.C. Coulton (1974, tabela 1) observou que a consequência imediata de utilizar a regra que mantém a proporção do estilóbato na mesma proporção que o número de colunas desejadas conduz a projetar intercolúnios frontais maiores que os laterais – como, por exemplo, no templo de Hera em Olímpia, que possui frontais de 3,56 m e laterais de 3,26 m. Já os tempos em solo Italiano que atendem à variação dessa regra produzem intercolúnios laterais maiores que os frontais. A partir do período clássico, Coulton (1974, tabela 2) percebe uma mudança na concepção do projeto do estilóbato para a Grécia continental: os arquitetos primeiro definiram o intercolúnio desejado, e a partir desse calcularam as dimensões do estilóbato – as quais perderam, assim, a concepção proporcional transparente do início. Uma observação importante podemos fazer, apoiados na pesquisa de Waddell (2002, p. 2-3), para 80% do nosso *corpus* documental¹⁴: as dimensões do eutintério mantêm as proporções em relação direta com o número de colunas do peristilo de cada templo, e isso se verifica com uma discrepância de até 2%.

Contudo, é bom lembrar, como adverte Dinsmoor (1950, p. 161), que a consistência proporcional encontrada em alguns monumentos não é usual, e sugere-se muito cuidado ao analisar o projeto completo de um edifício grego. Seria um erro passar uma impressão simplista e reducionista em relação à concepção dos templos dóricos gregos.

Para encerrar, verificamos, sim, que uma linguagem matemática permeou sem dúvida o projeto dórico – seja ela geométrica, aritmética ou aritmética-geométrica. Contudo, não podemos dizer com toda certeza qual método projetual tenha gerado a arquitetura dórica. Como vimos até agora, os métodos analíticos apresentados fornecem valiosas pistas para entender como esses elementos matemáticos abstratos poderiam ter sido incorporados conscientemente pelos arquitetos gregos aos seus projetos concretos. Podemos afirmar, portanto, que os arquitetos gregos foram legitimamente projetistas. Eles evoluíram as suas técnicas durante os períodos (arcaico, clássico e helenístico) e transitaram “sempre” entre os mestres carpinteiros e os matemáticos.

¹⁴ Exceto para o templo de Hera-Lacínia (6x13) e para o templo Apolo dos Atenienses, que é anfiprostilo (6x00).

Glossário¹⁵

ÁBACO: é o membro superior do capitel e elemento de transição entre a arquitrave e o equino. A partir da época do Partenon perde sua função estrutural de sustentáculo, como tinha no período arcaico; e, para prevenir sua ruptura, suas bordas foram isoladas da arquitrave, deixando um espaço vazio de cada lado que se encontra com o alinhamento do fuste, passando a ter uma função ornamental. De modo simples, sua geometria é a de um paralelepípedo de base quadrada e pequena altura. O lado da base do ábaco tem sempre o mesmo comprimento que o diâmetro do topo do equino, enquanto o perfil do ábaco e do equino chegaram a ter praticamente a mesma altura nos exemplos mais antigos do final do século VII e começo do século VI.

ARQUITRAVE: é o nome dado a uma viga ou lintel. Quando se trata da arquitrave em relação ao entablamento, se refere ao conjunto de vigas ou lintéis que, alinhados e apoiados sobre a colunata, suportam os membros superiores do entablamento. A arquitrave de pedra não é uma viga contínua que se estende por toda a colunata, e sim composta de várias partes. Sua geometria é a de um paralelepípedo de base retangular e pouca altura. O comprimento de cada parte é igual à distância entre os eixos a cada duas colunas ou intercolúnio. A arquitrave nos templos mais antigos era monolítica, mas, no século V a.C., há uma tendência a substituir o monobloco por duas ou três peças unidas entre si. Este novo sistema se torna mais econômico e seguro do ponto de vista estrutural. O alinhamento da arquitrave em relação ao topo do fuste variava: há exemplos onde estão apurados e também onde a arquitrave avança e também recua a este alinhamento. Dois elementos que compõem a arquitrave são a tênia e a régula.

CAPITEL: é composto por dois membros esculpidos em um só bloco, o ábaco e o equino. Do ponto de vista ornamental se trata de uma solução que estabelece certa continuidade entre as linhas retas do entablamento e a seção circular do fuste.

COLUNA: é composta por dois elementos estruturais de pedra, o fuste e o capitel. O fuste desprovido de base se apoia diretamente no piso – a base se reduz a casos excepcionais dentro da ordem dórica. O capitel concentra os esforços transmitidos pela arquitrave, e o fuste os absorve e transfere ao embasamento do

¹⁵ Glossário autoral (DUARTE, 2010, p. 26-36; 39).

edifício. As proporções das colunas foram modificadas com o passar do tempo e as suas alturas variaram em termos gerais em intervalo de 4 a 6 1/2 vezes o diâmetro da "base"; assim, o diâmetro do topo do fuste diminui em intervalo de 3/4 a 2/3 em relação ao diâmetro da "base". As colunas interiores do templo, tanto as do pórtico do pronaos quanto as localizadas no interior da cela, são normalmente mais esbeltas e podem vir a apresentar algumas diferenças em relação às exteriores, como por exemplo ter um número menor de caneluras ou um perfil mais fechado no equino do capitel.

CORNIJA: é o membro superior do entablamento e se trata de um perfil que se projeta para frente e se apoia no friso. Tem a função de afastar as águas pluviais do alinhamento das fachadas do edifício. A cornija horizontal de frontão tem também a função de apoiar as estátuas em alto-relevo e é composta, em sua parte inferior, pelo mútulo. Não possui calha. Já a cornija lateral possui uma cimalha ou calha que recebe as águas pluviais vindas do telhado e são coletadas em seu canal e escoadas através de orifícios feitos em várias partes da calha. Estes orifícios ou canais eram decorados com cabeças de leão e com palmetas, conhecidos com o nome de gárgulas.

CREPIDOMA: é formado por três degraus externos que rodeiam todo o templo . No caso

do templo períptero, estes dão acesso à plataforma do templo. No século VI, estes degraus podiam utilizar-se normalmente, pois eram construídos de acordo com a escala humana independentemente das dimensões do templo (com exceções). Mais tarde, no século V, foram dimensionados em relação às proporções do templo, e nos templos de grande porte tiveram de ser complementados por degraus intermediários ou rampa para possibilitar o acesso, passando o crepidoma a ter uma função ornamental. O terceiro degrau do crepidoma se chama estilóbato.

ENTABLAMENTO: é a superestrutura que se apoia diretamente sobre as colunas e é formado pela associação de três elementos: arquitrave, friso e cornija. Compõe as elevações do edifício, e se posiciona nas fachadas principais entre a colunata e o frontão e nas fachadas laterais entre a colunata e a parte inferior do telhado. Chega a ocupar 1/4 da altura da elevação principal e é responsável por absorver boa parte da carga que provém da estrutura do telhado e transferi-la à colunata.

EQUINO: é o membro inferior do capitel e a parte que se encaixa no topo do fuste. Seu perfil se assemelha a uma curva parabólica que se espraia para fora até fazer a transição com a laje achatada ou ábaco. Este perfil curvo foi bem acentuado no período arcaico e foi se suavizando com o passar do tempo. Ao endireitarmos a curva melhoramos o problema estático, pois a carga proveniente da arquitrave se distribui na saliência do capitel. Visando à solução dos problemas estruturais envolvidos, o perfil curvo vai se enrijecendo até tomar o aspecto de uma linha quase reta, atingindo uma inclinação exata de 45° no caso do templo de Hefesto em Atenas. A transição entre o último tambor do fuste e o equino se faz através de uma fatia de tambor que é esculpida no capitel e é limitada, tanto na parte superior como na inferior, por um grupo de aneletes ou listéis horizontais. Esse detalhe de junção se prestou a muitas variações, tanto no número de aneletes, que variou de 3 a 5, como nos detalhes de chegada do feixe das caneluras providas do fuste.

EUTINTÉRIO: é um alinhamento de blocos de pedra (fiada de nivelamento) enterrada ou pouco visível, onde se assenta a crepidoma, interface entre os alicerces e a superestrutura visível. O eutintério forma um retângulo que define os limites da edificação, e esse termo é muito utilizado entre os pesquisadores para referir-se às dimensões totais de largura e comprimento dos templos.

ESTILÓBATO: é o degrau superior do templo, o qual serve de plataforma de apoio para o peristilo ou colunata exterior. Este termo é usado erroneamente por alguns autores para designar os três degraus ou crepidoma. Normalmente, as dimensões externas da planta de um templo, sem contar os dois primeiros degraus, são dadas pela largura e comprimento exterior do estilóbato. Exemplo: as dimensões do estilóbato do templo de Hera em Olímpia são 18,75 m x 50,01 m.

FRISO: localizado entre a cornija e a arquitrave, é composto de uma sucessão de tríglifos e métopas alternados. Normalmente são elementos independentes, mas às vezes eram esculpidos em um bloco só (ou seja, um tríglifo e uma métopa juntos). O friso absorve os esforços transmitidos pelo frontão através da cornija. Tem a função de elevar a base do frontão e é um elemento decorativo característico da ordem dórica. A distribuição desses elementos no friso é feita da seguinte forma: para cada coluna há um tríglifo alinhado com o seu eixo (exceção para os tríglifos de esquina, que não estão alinhados com o centro da coluna) e um tríglifo centralizado entre duas colunas.

Entre dois tríglifos intercala-se uma métopa. Esta distribuição vale para o período arcaico e clássico, com exceções. Já no período helenístico se usam normalmente dois tríglifos entre colunas, aumentando assim o intercolúnio. Sempre as extremidades do friso são compostas de tríglifos.

FUSTE: podem ser monolíticos (os mais antigos) ou compostos pela sobreposição de vários blocos ou tambores fixados uns aos outros por meio de cavilhas ou empólios de madeira. Os tambores podem ter sido trabalhados no formato arredondado, como sugerem os vestígios deixados em algumas pedreiras, ou podem ter adquirido esta forma através do uso do torno. As características geométricas do fuste são seu perfil e as caneluras.

INTERCOLÚNIOS: é o nome dado às distâncias de eixo a eixo entre as colunas dos pórticos e entre os quais temos os vãos de circulação.

MÉTOPAS: são lousas retangulares de pedra fixadas entre os tríglifos e recuadas em relação ao seu alinhamento. As mais antigas eram feitas de terracota. São espaços frequentemente destinados à representação de figuras em baixo relevo e fazem parte da escultura arquitetônica. Em alguns templos são lisas, sem representação. A métopa que se localiza ao lado do tríglifo de ângulo tem também a sua largura alterada em consequência do problema que gera o tríglifo de ângulo comentado no item anterior.

ORDEM: Altura do conjunto de elementos arquitetônicos formado por coluna entablamento .

PERÍPTERO: podemos dizer que é a forma adotada pelos templos de maior prestígio. Este tipo de templo é rodeado de colunas. O hexastilo, com seis colunas tanto no pórtico da fachada frontal como no pórtico da fachada posterior. Em relação ao número de colunas, os templos perípteros, nas fachadas laterais variou muito (entre 10 e 17 colunas), mas no período clássico se encontram vários exemplos com a seguinte regra: multiplicava-se por dois o número de colunas da fachada principal e se acrescentava uma para calcular o número de colunas das fachadas laterais (conhecida como dórico periclíano). Exemplo: Templo de Posídon em Pesto, Templo de Apolo em Bassai (dóricos) e vários outros.

PERISTILO: nome dado à colunata que rodeia o templo. Para sabermos quantas colunas

tem um templo em uma determinada fachada, sempre contamos as colunas de esquina ou de ângulo. Quando dizemos, por exemplo, que o templo de Hefestos possui um peristilo de 6x13, queremos dizer que este edifício tem seis colunas na fachada principal e posterior e tem treze colunas em cada fachada lateral. No entanto, quando contamos desta maneira, temos a falsa impressão de que o templo tem 38 colunas em seu peristilo, mas na realidade ao consultarmos a planta verificamos que a quantidade real de colunas são 34 e não 38. Isso acontece pois, por convenção, sempre contamos duas vezes a mesma coluna de ângulo para facilitar a leitura das quatro fachadas do templo.

RÉGULA: é uma estreita tira de pedra localizada debaixo da tênia e alinhada com a largura do tríglifo. Em sua base são esculpidas uma fileira de seis gotas ou pequenos cilindros.

TELHADO: em duas águas, composto por uma estrutura de madeira coberta de telhas de terracota ou mármore. Do ponto de vista estrutural, funcionava de forma radicalmente diferente de nossas estruturas modernas. O sistema grego trabalhava por esmagamento ou flexão de seus elementos, e nunca por tração, como funcionam as atuais tesouras (treliças); isso constituía uma grande desvantagem para vencer grandes vãos. Os telhados precisavam de vigas mestras com grandes seções, o que impossibilitou a cobertura de templos de grande porte – como o templo de Apolo em Didima, segundo o testemunho de Estrabão.

TÊNIA: é um filete de pedra esculpido no topo da própria arquitrave que acompanha toda a extensão da fachada, projetando-se para fora. É um elemento de transição entre a arquitrave e o friso.

TRÍGLIFOS: são pequenos pilares monolíticos que possuem nas laterais cavidades onde encaixam as métopas. Sua geometria é a de um prisma reto de base retangular, e em sua face estão esculpidas duas caneluras no centro e meias caneluras nas extremidades. Os detalhes das incisões e dos perfis são variados. O tríglifo de ângulo é um dos grandes problemas na concepção do friso, pois sua largura e seu alinhamento podem sofrer alterações em relação aos outros.

Referências

- BARLETTA, Barbara. **The origins of the Greek architectural orders**. New York : Cambridge University Press, 2009.
- BIERS, William. R. **Art, artefacts and chronology in classical archaeology**. London: Routledge, 1992.
- BOMMELAER, Jean-François (Org.). **Le dessin d'architecture dans les sociétés antiques: actes du Colloque de Strasbourg, 26-28 janvier 1984**. Leiden: E. J. Brill, 1985.
- BRUNÉS, Tons. **The Secrets of the ancient geometry and its use**. Copenhagen: International Science Publishers, 1967.
- CLARKE, Douglas Arthur. **Doric proportions in Greek monuments: 600-110 B.C.** Tese (PhD. in Histotry of Art) Department of History of Art. Toronto: University of Toronto, 1991.
- CORSO, Antonio. **Il disegno nell'architettura antica**. Venezia: Marsilio Editori, 2018.
- COULTON, John James. **Ancient Greek architects at work: problems of structure and design**. New York: Cornell University Press, 1977.
- COULTON, John James. Towards Understanding Doric Design: The Stylobate and Intercolumniations. **Annual of the British School at Athens**, London, 69, p. 61-86, 1974.
- COULTON, John James. Towards Understanding Greek Temple Design: General Considerations. **Annual of the British School at Athens**, London, 70, p. 59-99, 1975.
- DE WAELE, Jos. I grandi temple. *In*: BRACCESI, Lorenzo; DE MIRO, E. (Org.). **Agrigento e la Sicilia greca. Atti della settimana di studio, Agrigento, 2-8 maggio 1988**. Roma: "L'Erma" di Bretschneider, 1992, p. 157-205.
- DINSMOOR, William Bell. **The architecture of ancient Greece: an account of its historic development**. 3ª ed. London: B.T. Batsford, 1950.
- DINSMOOR, William Bell. How the Parthenon Was Planned. **Architecture. The Professional Architectural Monthly**, Australia, part I: p. 177-180; part II: p. 241-244, 1923.
- DUARTE, Claudio Walter Gomez. **Geometria e Aritmética na Concepção dos Templos Dóricos Gregos**. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Programa de Pós-graduação em Arqueologia, Universidade de São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, 2010.

DUARTE, Claudio Walter Gomez. **"Elegância" e "Sutileza" na Concepção dos Templos Dóricos Gregos (sécs. V-II a.C.)**. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Programa de Pós-graduação em Arqueologia, Universidade de São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, 2015.

DUARTE, Claudio Walter Gomez. O que ler para entender a arquitetura dos templos dóricos gregos: uma organização bibliográfica sistemática com introdução para mais de um século de pesquisas. **Heródoto**, Guarulhos, v. 2, n. 1, p. 303-322, 2017.

FALUS, Róbert.; MEZÖS, Tamás. Scales and Proportions on Doric Buildings. **Acta Historiae Artium Academiae Scientiarum Hungaricae**, Budapest, 25, p. 281-318, 1979.

FAURÉ, Paul. **Théorie des proportions en architecture d'après l'analyse des monuments. La Grece e ses colonies. Les temples, les propylées, les portiques, etc.** Paris: André, Daly Fils, 1893.

HASELBERGER, Lothar. Werkzeichnungen am jüngern Didymaion. **Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts**, Istanbul, 30, p. 192–215, 1980.

HELLMANN, Marie-Christine. **L' Architecture grecque**. Paris : Librairie Générale Française, 1998.

HITTORFF, Jacques Ignace; ZANTH, Ludwig. **Architecture antique de la Sicile. Recueil des monuments de Ségeste et de Sélinonte mesurés et dessinés par J.I. Hittorff et L. Zanth, suivi de recherches sur l'origine et le développement de l'architecture religieuse chez les Grecs**. Paris: Imprimerie de E. Donnaud, 1870.

HOEPFNER, Wolfram. (Org.) **Bauplanung und Bauphysik der Antike**: Bericht über ein Kolloquium veranstaltet vom Architekturreferat des Deutschen Archäologischen Institutes <DAI> mit Unterstützung der Stiftung Volkswagenwerk in Berlin vom 16.11. bis 18.11.1983. Berlin: Wasmuth, 1984.

HÖCKER, Christoph. Die klassischen Ringhallentempel von Agrigent: Überlegungen zu Bauplanung and Arbeitsorganisation bei der Errichtung dorischer Tempel im Bauwesen Westgriechenlands im 5. Jhs. v. Chr. **Hephaistos : New approaches to classical archaeology and related fields : Kritische Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Archäologie und angrenzender Gebiete, Sonderband**, Hambourg, 8, p. 233-247, 1986.

HÖCKER, Christoph. **Planung und Konzeption der klassischen Ringhallentempel von Agrigent**: Überlegungen zur Rekonstruktion von Bauentwürfen des 5. Jhs. v. Chr. Frankfurt: Peter Lang, 1993.

KOCH, Herbert. **Studien zum Theseustempel in Athen**. Berlin: Akademie - Verlag, 1955.

KOENIGS, Wolf. Der Athenatempel von Priene. Bericht über die 1977-82 durchgeführten Untersuchungen. **Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts**, Istanbul, 33, p. 134-175, 1983.

MERTENS, Dieter. **Der Tempel von Segesta und die dorische Tempelbaukunst des griechischen western in klassischer Zeit**. Mainz: von Zabern, 1984.

MERTENS, Dieter. **Città e monumenti dei Greci d' Occidente: Dalla colonizzazione alla crisi di fine V secolo a.C.** Roma: L'Erma di Bretschneider, 2006.

OSTHUES, Ernst-Wilhelm. Studien zum dorischen Eckkonflikt. **Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts**, Berlin, 120, 2005, p. 1-154.

PAKKANEN, Jari. **Classical Greek Architectural Desing: A Quantitative Approach**. Helsinki: Foundation of the Finnish Institute at Athens, 2013.

PAKKANEN, Jari. Accuracy and Proportional Rules in Greek Doric Temples. **Opuscula Atheniensa**, Athen. 20, 1994, p. 144-156.

RIEMANN, Hans. **Zum griechischen Peripteraltempel; seine Planidee und ihre Entwicklung bis zum Ende des 5. Jhds.** Düren: Spezial-Dissertations-Buchdr, 1935.

ROCCO, Giorgio. **Guida alla lettura degli ordini architettonici antichi: I. Il dorico**. Napoli: Liguori, 1994.

SASSÙ, Alessio. **Iktinos. L'architetto del Partenone**. Roma: Giorgio Bretschneider, 2016.

SENSENEY, John Robert. **The Art of Building in the Classical World. Vision, Craftmanship, and Linear Perspective in Greek and Roman Architecture**. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

THEUER, Max. **Der griechisch-dorische peripteraltempel; ein beitrag zur antiken proportionslehre**. Berlin: Ernst Wasmuth, 1918.

TOBIN, Richard. The Doric Groundplan. **American Journal of Archaeology**, New York, 85, 1981, p. 379-427.

VITRUVE. **De l'Architecture**. Édition dirigée par Pierre Gros. Paris: Les Belles Lettres, 2015.

VITRÚVIO. **Tratado de Arquitetura**. Tradução de Justino Maciel. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WADDELL, Gene. The Principal design methods for Greek Doric temples and their modification for the Parthenon. **Architectural History: Journal of the Society of Architectural Historians of Great Britain**, London, 45, p. 1-31, 2002.

Perspectivas e Diálogos: Revista de História Social e Práticas de Ensino, Caetité, BA, v. 5, n. 2, p. 301-332, 2022.

WILSON JONES, Mark. Doric Measure and Architectural Design 2: A Modular Reading of the Classical Temple. **American Journal of Archaeology**, New York, 105, p. 675-713, 2001.

WILSON JONES, Mark. Ancient Architecture and Mathematics: Methodology and the Doric Temple. **Nexus VI: Architecture and Mathematics**, Torino, p. 149-170, 2006.

WILSON JONES, Mark. Approaches to Architectural Proportion and the “Poor old Parthenon”. In: Matthew A. Cohen and Maarten Delbeke (Org.) **Proportional Systems in the History of Architecture: A Critical Reconsideration**. Leiden: Leiden University Press, 2018, p. 199-231.

WOODWARD, Robert J. **An Architectural Investigation into the Relationship between Doric Temple Architecture and Identity in the Archaic and Classical Periods**. Tese (Doctor of Philosophy in Archaeology) – Department of Archaeology, University of Sheffield, Sheffield, 2012.