

FÁBIO TAKAYAMA GARRAFOLI

**Vitruvius in opere:**  
um estudo sobre conceitos e  
processos construtivos no tratado  
De Architectura (séc. I a.C.)





**FÁBIO TAKAYAMA GARRAFOLI**

**VITRUVIUS IN OPERE:**

UM ESTUDO SOBRE CONCEITOS E  
PROCESSOS CONSTRUTIVOS NO TRATADO  
DE ARQUITETURA (SÉC. I A.C.)

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de especialista em  
Tecnologia e Gestão na Produção de  
Edifícios.

Orientador:  
Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso

São Paulo

2017

### Catálogo-na-publicação

Garrafoli, Fábio

Vitruvius in opere: um estudo sobre conceitos e processos construtivos no tratado De Arquitetura (séc. I a.C.) / F. Garrafoli -- São Paulo, 2017.  
136 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Vitrúvio 2.Construção 3.Teoria da Arquitetura I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.



De fato, não é como sumo filósofo, nem como hábil retor, nem como gramático versado em todas as regras de sua arte, mas é como arquiteto, dotado da formação literária [necessária ao ofício], que me esforcei em escrever este tratado.

**Vitrúvio** (I, 1,18)

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo contribuir para a pesquisa dos referenciais teóricos clássicos enquanto parâmetros dos diversos *modus operandi* empregados na produção das antigas edificações. Ao examinar os expedientes práticos dos antigos, segundo a narrativa de Vitruvius em seu tratado *De Architectura* (séc. I a.C.), abre-se a possibilidade de avaliar o valor conferido à construção nesta obra de influência ingente na estruturação da Arquitetura ocidental. A partir do mapeamento completo dos temas relacionados ao ato de construir – *firmitas*, coordenação modular, materiais, mão de obra, equipamentos, gestão, legislação e produção – nos escritos do tratado, procura-se analisar e discutir os princípios e procedimentos vitruvianos para a tecnologia e gestão na produção de edifícios, ou seja, verificar a validade e relevância destas informações para a reflexão holista acerca da construção civil.

Palavras-Chave: Vitruvius. Construção. Teoria da Arquitetura.





## ABSTRACT

The purpose of the present study was to contribute for the research of the classical theoretical references as parameters for the various *modus operandi* used in the production of ancient buildings. Analyzing the practical expedients of the greeks and romans, according to Vitruvius's descriptions in his treatise *De Architectura* (1st century BC), it is the possible to evaluate the value conferred on construction in this literary oeuvre of massive influence in establishing Western architecture. From the complete mapping of the themes related to the act of building - *firmitas*, modular coordination, materials, workforce, equipments, management, legislation and production - in the writings of the treatise, the study analyzes and discusses vitruvian principles and procedures for technology and management in the production of buildings, that is, to verify the validity and relevance of this information for the holistic understanding of the civil construction.

Keywords: Vitruvius. Construction. Architectural theory.



**SUMÁRIO**

INTRODUÇÃO	<b>13</b>	
<b>I.</b>	<b><i>PRAEAMBULUS</i></b>	<b>18</b>
	VITRÚVIO	21
	O TRATADO <i>DE ARCHITECTURA</i>	25
	OS CANTEIROS NO TEMPO DO IMPÉRIO	33
	ESTUDOS SOBRE VITRÚVIO	37
	ARQUITETOS E A TEORIA DA CONSTRUÇÃO	41
<b>II.</b>	<b><i>INVESTIGATIO</i></b>	<b>44</b>
	MÉTODO DE PESQUISA	47
	<i>FIRMITAS</i>	51
	TEMAS	57
	COORDENAÇÃO MODULAR	59
	MATERIAIS	69
	MÃO DE OBRA	75
	EQUIPAMENTOS	81
	GESTÃO	89
	LEGISLAÇÃO	97
	PRODUÇÃO	101
<b>III.</b>	<b><i>CONCLUSIO</i></b>	<b>114</b>
	CONCLUSÃO	117
REFERÊNCIAS	<b>125</b>	
ANEXO	<b>130</b>	
APÊNDICE	<b>132</b>	



## INTRODUÇÃO

O presente trabalho acompanha as palavras de Calvino contidas na epígrafe ao ter por intenção abordar a única obra da Antiguidade Clássica sobre Arquitetura que sobreviveu até a atualidade através de uma perspectiva pouco usual – identificar e discutir o valor dos dados e informações de cunho prático presentes no tratado, ou seja, aqueles diretamente relacionados ao ato de construir, em vez de deter-se nos consagrados conceitos e princípios teóricos nela contidos.

Não há dúvidas quanto à condição de protagonismo de Vitruvius como referência teórica para qualquer escrito sobre Arquitetura produzido pelo pensamento ocidental. Seu tratado realizou a proeza de manter-se íntegro – segundo a convicção compartilhada por muitos autores – por mais de dois milênios, o que já elevaria o texto à condição de notoriedade entre os estudiosos da área. Entretanto, além de seu valor histórico, o texto possui grande prestígio no sentido em que foi a base de sustentação de toda literatura sobre teoria da Arquitetura, do Renascimento ao Modernismo<sup>1</sup>.

*(...) ses dix livres constituent un véritable corpus dont l'ambition est de couvrir la totalité du champ de l'architecture. Ce caractère à la fois global et systématique, défini par la notion de perfecta Ordinatio, constitue de toute évidence l'originalité de son traité aux yeux de Vitruve. Conscient de faire accomplir ainsi un saut qualitatif important à sa discipline, il s'efforce d'intégrer à un ensemble organique les techniques fort différentes et les préoccupations très dispersées des architectes-ingénieurs de l'époque hellénistique (...) il entend introduire la cohérence dans ce qui n'était jusqu'ici qu'une juxtaposition de pratiques plus ou moins élaborées. (GROS, 2003, p. 39-40)*

---

<sup>1</sup> Vitruvius's *De architectura libri decem* is the only major work on the architecture of Classical Antiquity to have survived. Great significance thus attaches to it, and this has been enhanced in the light of history in that the whole literature on architectural theory from the Renaissance onwards has been based on Vitruvius or on a dialogue with his ideas. Without knowledge of Vitruvius it is impossible to grasp any of the discourse on architectural theory from the Renaissance onwards – at least until the nineteenth century. (KRUFT, 1994)

Diante da grandeza deste legado, transmite-se a impressão de que a obra de Vitruvius encontra-se exaurida academicamente por uma vasta bibliografia escrita por arqueólogos, linguistas e arquitetos. No entanto, conforme destaca Manenti (2014, p.30), ao redor de Vitruvius pairam diversas incertezas, relativas ao autor e sua trajetória profissional e outras dúvidas em torno de sua obra, como o período de redação do tratado, suas fontes, seus objetivos e até a validade dos princípios e procedimentos apresentados em seu texto.

Além disso, Manenti (2014), atribui como principal origem para os intensos debates acerca destas incertezas o fato de que o antigo tratadista adotou uma forma arcaica da língua latina e uma linguagem pragmática para registrar seus pensamentos, acarretando uma série de dificuldades para interpretar e traduzir os termos e conceitos contidos nos escritos. Desta forma, o estudo do *De Architectura* passa, invariavelmente, por traduções, que foram sistematicamente elaboradas por diversos teóricos a partir do século XVI, ora acrescidas de comentários ou ilustrações de apoio. Como bem resumiu Vitorino, a trajetória de um texto antigo como o de Vitruvius é marcado pela multiplicidade de influências:

A história de um texto antigo, além da análise dos mecanismos de sua transmissão, deve se ocupar também de uma série de percursos, englobando a sua produção, circulação, recepção e atualização. É sempre a história complexa, em muitos pontos obscura, de uma resistência frente às vicissitudes históricas enfrentadas no decorrer do tempo, no longo período transcorrido entre a época antiga e a idade contemporânea. Uma história que não conhece limites geográficos precisos e que tem início, aliás, antes do próprio texto específico, pois todo texto já traz consigo, no momento da sua redação, uma série de referências, explícitas ou implícitas, a outros textos, que agem como fontes ou como modelos. A história de um texto, portanto, constitui a história de um percurso cultural, de influências, de leitores, de copistas, de estudos, de interesses, de vocações, de editores, de citações, de apropriações, de leituras. (VITORINO, 2004, p.34)

Sobre suas páginas debruçaram-se muitos, dentre eles Leonardo da Vinci, Santo Tomás de Aquino, Maquiavel, Leon Batista Alberti e Goethe. (D'AGOSTINO, 2010, p.12-13) O “percurso cultural” bimilenar atravessado por *De Architectura* oferece uma

miríade de traduções em diversos idiomas que resultam em edições que diferem substancialmente quando confrontadas entre si. Diante deste panorama complexo, rico e inesgotável, sugere-se que este trabalho seja encarado tão somente como um novo e pequeno tributo ao antigo texto vitruviano, pois é preciso reconhecer os limites deste estudo ao intentar, em algumas poucas páginas, mapear e discutir, mesmo de forma delimitada, o extenso conteúdo intrínseco destes escritos. Nesta ótica, não deixa de ser reconfortante verificar que mesmo Vitruvius adotou postura semelhante em relação aos escritores que o antecederam e influenciaram:

Presto as maiores homenagens a todos os escritores, porque prepararam abundantes dados, reunidos através dos tempos, em todos os campos, com sagacidade e brilhante engenho, a partir dos quais nós, como que bebendo em fontes, e levados a teses próprias mais fecundas e expeditas, encontramos a possibilidade de escrever e ousamos ponderar novas instituições, confiando em tão importantes autores.

(VII, *Praef.*, 10)

Sendo o propósito deste trabalho verificar o valor conferido por Vitruvius à construção, a primeira ação teve por objetivo minimizar possíveis dificuldades advindas de fatores linguísticos. Portanto adotou-se como fonte primária desta pesquisa a edição realizada, em 2006, pelo historiador Manuel Justino Maciel e impressa pela editora Martins Fontes, que traduziu a obra para o português diretamente do latim, utilizando-se, prioritariamente, do manuscrito mais antigo do qual se tem conhecimento, o *Harleianus 2767* (séc. IX), que se esforçou para manter o paralelismo discursivo sempre que possível, preservando a exegese vitruviana. Desta forma, as primeiras etapas do método de trabalho desta pesquisa – leitura linear direta do tratado e identificação das passagens textuais que possuam informações ou abordem questões relevantes à produção de edificações – foram realizadas evitando-se a iteração e parataxe vitruvianas originais por um lado e a adulteração de suas falas por comentários e revisões de autores de maior desregramento discursivo por outro.

Primeiramente, deve-se esclarecer o interesse em conhecer a importância que Vitruvius conferiu aos processos construtivos em seus dez livros. Apesar da ampla literatura nos campos da história e da teoria da Arquitetura, os diversos princípios,

conceitos e procedimentos presentes no tratado foram, em poucos momentos, abordados em seu valor prático, propriamente técnico. Nos últimos cinco séculos, arqueólogos, filólogos e arquitetos privilegiaram majoritariamente a interpretação gramatical, histórica e conceitual de suas passagens, relegando o entendimento dos preceitos sob o viés da produção de edifícios ao segundo plano.

Contribuindo para cobrir essa lacuna, esta pesquisa estrutura-se em três partes distintas e complementares. O primeiro terço, intitulado *Praeambulus*, busca contextualizar o autor, sua obra e as construções sob o governo de Otávio César Augusto, num período em que o movimento expansionista do Império Romano já estava em desaceleração, onde a *Pax Romana* vinha sendo restaurada e fomentava uma intensa atividade edilícia (PEDRO, 2011, p.40). Em seguida, destacam-se os trabalhos de alguns estudiosos que se detiveram sobre o *De Architectura*, cujos comentários e interpretações são salutares no enfrentamento das dificuldades de interpretação impostas pelo antigo texto.

O segundo terço, *Investigatio*, propõe o método de pesquisa propriamente dito, a apresentação dos dados levantados em um inventário organizado em temas voltados à tecnologia e gestão na produção de edifícios e a análise dos dados mapeados a partir da comparação dos preceitos e normas vitruvianos com a atual concepção de planejamento e execução de obras.

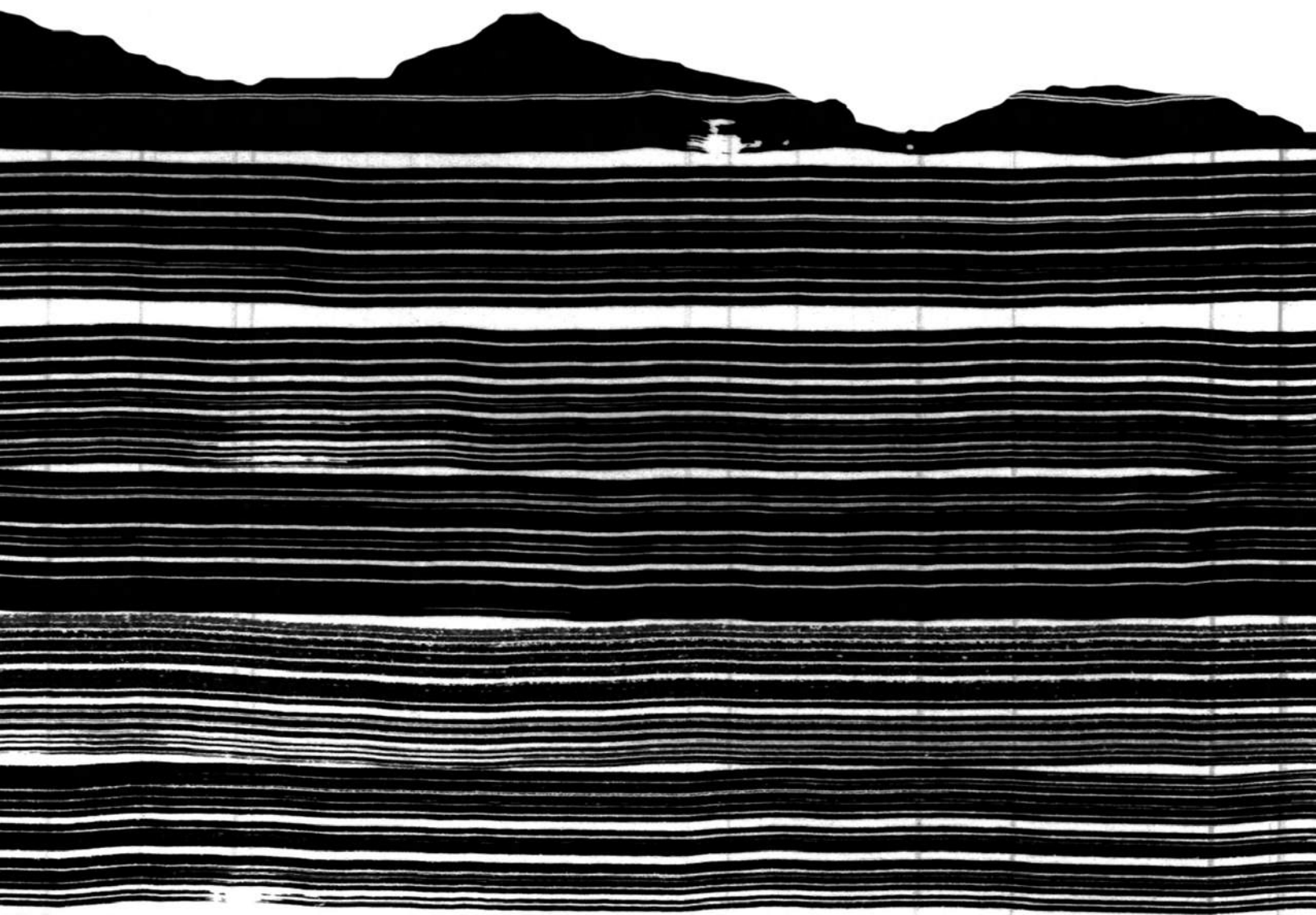
Por fim, *Conclusio*, como o próprio nome comunica, completa o estudo através da discussão dos resultados obtidos, ao verificar se a interface do *De Architectura* com os canteiros de obra apresentou-se como território fértil para o exame da teoria vitruviana enquanto orientadora da prática profissional, avaliando a efetiva contribuição deste tratado em termos de instauração de um raciocínio capaz de antever as circunstâncias e os problemas inerentes à atividade construtiva.





*PRAEAMBULUS*





Por isso, eu estou reconhecido e dou máximas e infinitas graças aos meus pais, porque, seguindo a lei ateniense, procuraram educar-me na arte, que não pode ser exercitada sem a aprendizagem da literatura e sem o conhecimento geral de todas as disciplinas. Como, pois, pelo cuidado dos meus progenitores e pelos sentimentos dos meus mestres eu obtivesse abundante cópia de conhecimentos, deleitando-me nos temas literários e artísticos, bem como sobre obras em forma de comentários, adquiri conhecimentos para o espírito, a ponto de poder concluir como norma de vida: "Não há necessidade de possuir o supérfluo, ou, por outras palavras, o mais alto grau da riqueza consiste em não desejar ser dono de nada". Mas talvez alguns, considerando isso insignificante, julguem sábios aqueles que têm abundância de dinheiro. E por isso muitos, esforçando-se por atingir este objetivo e fazendo uso da audácia, conseguiram também notoriedade com as riquezas.

**Vitrúvio** (VI, *Praef.*, 4)

## VITRÚVIO

Se existe um ponto de concordância entre toda a literatura já produzida sobre Vitruvius e seu tratado, esta reside no reconhecimento da escassez documental a respeito do «ignoto arquiteto» do século I a.C. “Face a essa penúria desesperante de testemunhos externos, a obra em si permanece como nossa melhor fonte de informações sobre a vida e o caráter de seu autor”. (FLEURY, 2003, p. 12, apud MANENTI, 2014, p.25)

Contudo, mesmo as poucas informações autobiográficas disponíveis na obra, contidas esparsamente nos prefácios dos livros, já foram interpretadas, às vezes de modo divergente, pela crítica (VITORINO, 2004, p.35). Desta forma, o enfoque biográfico, ou seja, compreender Vitruvius através de sua trajetória profissional baseada em fontes históricas, até hoje desencoraja arqueólogos, linguistas e arquitetos especialistas no autor. Informações como seu nome completo, condição social, local de nascimento e outras questões desta natureza ainda permanecem na condição de dados obscuros, verdadeiros enigmas, pois não há referências suficientes para determiná-las com segurança.

Deve-se então reconhecer a magnitude do esforço de diversos autores que apesar das circunstâncias, buscaram na obra informações para formular uma análise sociológica-cultural (GROS, 1993, p.312), que procura compreender Vitruvius via contexto sociológico do período, traçando um perfil sociológico genérico do autor, deficiente em termos de uma biografia, mas capaz de expor diversos aspectos relevantes de sua formação, prática profissional e motivações para elaborar o tratado.

De tudo isso, pode-se concluir apenas que sabemos muito pouco sobre Vitruvius: os testemunhos externos são raros, as confidências dispersas nos prefácios são pouco consistentes e os dados epigráficos não são pertinentes. A tendência atual é colocar a questão da identificação do personagem em

termos de sociologia cultural, segundo uma perspectiva que, afastando-se de uma prosopografia ilusória, procura definir o contexto profissional de Vitruvius e reconstruir, na medida das possibilidades, o seu perfil social mais que a sua personalidade. É essa a linha de pesquisa compartilhada pela maior parte dos estudiosos contemporâneos, sobretudo os europeus, que nos últimos anos têm buscado definir a natureza do projeto de Vitruvius e, sem renunciar à análise de algumas características da sua individualidade, têm se proposto a individuar a situação sociocultural do autor e a sua relação com o próprio tempo. Essa perspectiva inclui, necessariamente, a relação de Vitruvius com a tradição dos tratados de arquitetura que o precederam, a sua posição frente aos debates intelectuais contemporâneos e também a recepção do *De architectura*, ou seja, a questão da relação entre a obra e o seu público. (VITORINO, 2004, p.37-38)

No âmbito deste trabalho, que busca explorar o conhecimento prático contido na obra de Vitruvius, deve-se destacar os aspectos que concordam com esta ótica. Neste sentido, é fundamental observar o pensamento inaugural do tratado:

A ciência do arquiteto é ornada de muitas disciplinas e de vários saberes, estando a sua dinâmica presente em todas as obras oriundas das restantes artes. Nasce da prática (*Fabrica*) e da teoria (*Ratiocinatio*). A prática consiste na preparação contínua e exercitada da experiência, a qual se consegue manualmente a partir da matéria, qualquer que seja a obra de estilo cuja execução se pretende. Por sua vez, a teoria é aquilo que pode demonstrar e explicar as coisas trabalhadas proporcionalmente ao engenho e à racionalidade. (I, 1, 1)

Em suas primeiras palavras, Vitruvius propõe que o conhecimento teórico não pode estar desvinculado da atuação prática, ou seja, a Arquitetura é tecida a partir desta dualidade em que técnica e teoria agem de forma integrada e complementar. Desta fundamentação pode-se extrair a índole utilitária deste arquiteto, que mesmo em seu trabalho teórico buscou demonstrar o valor do ato de construir. É nessa perspectiva que deve ser compreendida a posição de Vitruvius, que após atuar ao longo de sua carreira em diversas áreas (*machinatio*, *aedificatio* e *cura aquarum*), decide escrever, dentro de suas limitações literárias, um tratado que até hoje é a mais antiga teorização

da Arquitetura que se tem conhecimento e o primeiro manual conjunto de Urbanismo, construção, decoração e Engenharia da cultura ocidental (MACIEL, 2007, p.30).

Vitrúvio não possuía elegância poética, nem se aventura por abstratas e elevadas considerações. É antes de tudo um prático, com grande competência descritiva e histórica, valioso por nos ensinar as técnicas tradicionais dos romanos - e, conseqüentemente, dos gregos -, além de estabelecer preciosos vínculos entre o fazer e seus sentidos morais, de acordo com a cultura predominante nos tempos de Augusto. Sua importância reside exatamente nessas características. (BROLEZZI, 2007, p.26)

Assim, a proposta do presente trabalho não busca realizar avanços na compreensão de Vitrúvio de forma biográfica ou sociológica mas tira proveito da própria natureza prática do autor para identificar os preceitos e aspectos relativos à produção de edificações presentes no tratado *De Architectura* para investigar se os princípios e procedimentos do campo da Tecnologia e Gestão da Produção de obra vitruvianos possuem a mesma atemporalidade de valor que os conceitos teóricos propostos pelo «ígnoto arquiteto» têm para os campos da História e Teorias da Arquitetura.

Como, pois, eu estivesse obrigado por esse benefício, sem receio da pobreza no fim da vida, comecei a escrever estas coisas para ti, porque verifiquei que edificaste e edificas no momento presente muitos monumentos e no futuro preocuparás com os edifícios públicos e privados, para que sejam entregues à memória dos vindouros como testemunho dos feitos notáveis. Redigi normas pormenorizadas, de modo que, tendo-as presentes, possas por ti ter conhecimento perante obras já construídas ou futuras, quaisquer que sejam. Com efeito, nestes livros expliquei todos os preceitos da arquitetura.

**Vitrúvio** (I, *Praef.*, 60)



## O TRATADO *DE ARCHITECTURA*

E assim, com M. Aurélio, P. Minúcio e Gn. Cornélio, estive ao serviço na preparação de balistas e de escorpiões, bem como na reparação das restantes máquinas de guerra, e com eles, recebi os salários eu, tendo-me tu inicialmente concedido o cargo, me mantiveste por recomendação de tua irmã. (I, *Praef.*, 2)

Vitrúvio, após cumprir suas atribuições militares durante as guerras civis que geraram o *Imperium*, adquire, por sugestão de Otávia – irmã do imperador *Octavius Caesar Augustus* –, a manutenção de seus salários (*commoda*) por *beneficium* imperial. (MACIEL, 2007, p.32) Desta forma, por estar “sem receio da pobreza no fim da vida”, sente-se compelido a redigir “um guia prático” e dedicá-lo a Augusto:

Tendo reparado, ó Imperador, que muitos deixaram dispersos preceitos e livros de comentários sobre arquitetura, como partículas não ordenadas e apenas principiadas, julguei que seria digno e utilíssimo ordenar antes de mais nada o *corpus* dessa disciplina segundo uma metodologia equilibrada e expor pormenorizadamente em cada um dos livros as características de cada um dos temas. (IV, *Praef.*, 1)

Quanto ao estabelecimento da data de composição da publicação, posto que não se conhece nenhum dado exterior seguro, diversos especialistas<sup>2</sup> sugerem que o mais indicado é se ater às informações contidas no próprio texto:

Em II, 6, 2, Vitrúvio considera o Vesúvio como um vulcão extinto, fato que nos dá o único elemento indiscutível para a datação do tratado: ele é anterior à erupção do ano de 79 d.C. Há, porém, uma série de elementos contidos na obra que, no conjunto, convergem para situar a publicação nos primeiros anos do principado (por volta de 27 a. C.). (VITORINO, 2004, p.38)

---

<sup>2</sup> FLEURY, 2003, p. 12 apud MANENTI, 2014, p.25; VITORINO, 2004, p.36 e MACIEL, 2007, p.32

Contudo, as motivações do autor ou as dificuldades de datação de seu texto não configuram o núcleo motriz das reflexões instauradas por seus volumes. O valor fundamental do tratado reside no ineditismo de sua estrutura e conteúdo:

Um ponto original do projeto de Vitruvius parece ser a tentativa de reunir em uma mesma obra tudo aquilo que concerne à arquitetura na sua época, e realmente não se conhece nenhum modelo, grego ou latino, no qual Vitruvius possa ter se inspirado, assim como nenhuma outra obra sucessiva que se conhece o imitou. (FLEURY, 1990, apud VITORINO, 2004, p.38)

Organizado em dez livros, o *corpus ordinatio* vitruviano acompanha o arranjo indicado em “Partes em que se divide a arquitetura”, no terceiro capítulo do livro I:

As partes da própria arquitetura são três: edificação, gnomônica e mecânica. A edificação, por seu turno, é dividida em duas partes, uma das quais consiste na instauração dos recintos fortificados e das obras comuns nos lugares públicos; a outra diz respeito ao levantamento dos edifícios privados. Por sua vez, as obras comuns públicas dividem-se em três classes, sendo a primeira a defesa, a segunda a religião e a terceira a utilidade pública. É o próprio da defesa a disposição das muralhas, das torres e das portas, tendo em vista repelir continuamente o ataque dos inimigos. Pertence à religião o levantamento dos santuários e dos templos sagrados dos deuses imortais. E à utilidade pública a disposição dos lugares comuns para uso público, como os portos, os foros, os pórticos, os banhos, os teatros, os espaços de circulação e todas as outras coisas que se ordenam nos espaços públicos, de acordo com estas teorias. (I, 3, 1)

Assim, os primeiros livros, I a VIII, são dedicados à edificação enquanto que os dois últimos versam sobre a gnomônica (construção de relógios solares) e à mecânica (construção de máquinas e equipamentos), respectivamente. Nesta estrutura, cabe destacar a importância dos prefácios, proêmios ou preâmbulos que inauguram cada um dos livros, onde “Vitruvius aparece também como um homem de letras, filósofo, historiador da arte e até teórico de uma deontologia, sublinhando direta ou indiretamente as virtudes romanas”. (MACIEL, 2007, p.30)

A cada um dos dez livros, Vitruvius incorporou prefácios, que parecem constituir uma peça única que foi fracionada e encaixada posteriormente em cada livro. Nestes prefácios, que não contêm relação direta com os temas abordados nos livros, Vitruvius discute sua visão de mundo, e, alinhando-se com a proposição anteriormente discutida sobre sua atuação como um intelectual de sua época, vinculado à *ordo apparitores*, apresenta uma série de discussões morais a respeito da sua profissão, do valor da história e do conhecimento. Através deles, Vitruvius demonstra que de fato exerce a sua formação ampla, que o possibilita ter conhecimento sobre outras áreas, as quais lhe permitem formular um posicionamento crítico a respeito de seu tempo. (MANENTI, 2014, p.36-37)

Em ação concisa e sumarizante, *De Architectura* aborda os seguintes conteúdos:

### **Livro I** – Preâmbulo + 7 capítulos

“A ciência do arquiteto”

No primeiro livro, Vitruvius apresenta definições e conceitos relativos à arquitetura e à formação do arquiteto. Segundo o autor, a arquitetura é composta por três grandes campos – arquitetura, gnomônica e mecânica – e possui seis componentes fundamentais: ordenação, disposição, euritmia, comensurabilidade, decoro e distribuição. “Por outro lado, essas coisas deverão ser realizadas de modo a que se tenham presentes os princípios da solidez, da funcionalidade e da beleza”. (I, 3, 2) Isto é, apesar de toda a classificação e subdivisões próprias desta profissão generalista, toda obra de arquitetura deve cumprir, imprescindivelmente, estas três condicionais fundamentais. Desta forma, apesar da sucessão de conceitos, a famosa tríade vitruviana – *firmitas*, *utilitas* e *venustas* – concilia essa gama teórica sob um fio condutor triplo, buscando maior didatismo e sistematicidade. Em seguida, o livro I contempla alguns aspectos ligados às construções destinadas à defesa e ainda expõe noções de urbanismo e planejamento urbano.

### **Livro II** – Preâmbulo + 10 capítulos

“A importância dos materiais e das suas potencialidades”

Julguei que deveria antes de tudo tratar dos recursos de materiais e as potencialidades da sua utilização, bem como referindo que os princípios

naturais presidem à sua preparação. Porém, ainda antes de iniciar a explicação dessas coisas naturais, falarei da economia dos edifícios, onde tiveram a sua origem e como se desenvolveram as suas formas, seguindo a correlação com a natureza e aqueles autores que escreveram sobre os primórdios da humanidade e sobre a constante procura de novas invenções. Farei, portanto, a exposição de acordo com o modo como fui instruído por eles. (II, *Praef.*, 5)

O segundo livro interrompe o encadeamento iniciado no livro I, onde se dá início ao estudo das categorias de *Aedificatio*, a partir dos recintos fortificados. A ruptura da sequência inicialmente proposta e a inclusão da temática dos materiais nesta ordem e lugar, são justificadas por Vitruvius logo no primeiro capítulo (p.117):

Mas se alguém quiser criticar a sequência deste livro, por julgar que ele deveria ter sido posto no início, não julgue que errei, como vou explicar. Ao escrever um tratado de arquitetura, pensei versar no primeiro volume sobre os conhecimentos e disciplinas de que ela deverá ser ornada, definir o âmbito da sua especialidade e dizer de que realidades é originada. Igualmente, também aí proclamei o que convém haver num arquiteto. Portanto, no primeiro livro tratei do ofício dessa arte. Neste dissertarei sobre a essência natural dos materiais, do uso que poderão ter. Pois este livro não tratará de onde provém a arquitetura, mas de onde se encontram as origens dos edifícios e os princípios pelos quais eles forma gradualmente crescendo e progredindo até sua presente perfeição. (II, 1, 8)

O importante conteúdo apresentado neste livro será retomado com maior profundidade no próximo capítulo desta monografia, em tópico específico.

### **Livros III e IV**– Preâmbulo + 5 capítulos e preâmbulo + 9 capítulos

“Os templos são obras eternas”

Optou-se por tratar de forma integrada os terceiro e quarto livros do tratado, uma vez que ambos tratam sobre o mesmo tema: os templos. A arquitetura religiosa, possuidora de ordens próprias, “influenciou e determinou os demais comportamentos construtivos através dos tempos”. (MACIEL, 2007, p.170)

Perante a posição referencial desta tipologia, Vitruvius aborda a origem, proporções, atributos e regras de cada composição e componente de forma pormenorizada, tendo por objetivo registrar a multiplicidade de “disposições dos templos sagrados e da variedade dos seus gêneros e espécies, bem como das metodologias de cada uma dessas variedades”. (II, *Praef.*, 5)

#### **Livro V** – Preâmbulo + 12 capítulos

“A arquitetura pública”

“Neste volume escrevi sobre as coisas que me puderam vir à idéia como necessárias à utilidade dos locais públicos nas cidades, sobre a sua construção e acabamento”. (V, 12, 7) No quinto livro, Vitruvius dedica-se às “obras comuns dos lugares públicos”, apresentando, hierarquicamente, as disposições referentes ao foro, basílicas, erário, cárcere, cúria, teatros, banhos, palestras e aos portos.

#### **Livro VI** – Preâmbulo + 8 capítulos

“A arquitetura privada”

Dedicado aos preceitos dos edifícios privados e das suas proporções – ordenação ou “sistema geométrico de ordenamento” (MANENTI, 2014, p.74) –, o sexto livro contempla as residências urbanas e rurais do mundo romano, além das residências gregas. Assim como nos livros anteriores, Vitruvius repete constantemente a intenção de estabelecer uma obra que reúne conceitos teóricos e recursos práticos, combinando os esquemas proporcionais de cada tipologia a processos construtivos pelos quais “poderão permanecer firmes e como deverão ser construídas essas obras, para evitar que venham a ser eventualmente julgadas como não tendo a robustez necessária”. (VI, 8, 8)

#### **Livro VII** – Preâmbulo + 14 capítulos

“Os acabamentos das obras”

O sétimo livro trata especificamente dos revestimentos. Este volume, de conteúdo altamente prático, aborda múltiplos aspectos relativos a argamassa, pavimentações,

impermeabilizações, estuques, ornatos, tipos de pinturas e processos de obtenção de pigmentos a serem empregados nos acabamentos de edifícios romanos.

Descrevi pormenorizadamente neste livro, à medida que me vinham à memória, os processos e os materiais de acordo com o efeito estético da estabilidade e segundo os quais convém executar as pinturas, bem como as características que todas as cores têm em si. Ao mesmo tempo, concluí em sete volumes todas as referências aos ordenamentos das construções e como se deverá atingir o ideal da racionalidade. (VII, 14, 3)

### **Livro VIII – Preâmbulo + 6 capítulos**

#### “A arquitetura da água”

Como, pois, foi considerado, quer pelos físicos, quer pelos filósofos, quer pelos sacerdotes, que todas as coisas subsistem pela força da água, tendo nos sete livros anteriores exposto as normas dos edifícios, julguei que seria oportuno tratar neste da exploração da água, das suas características segundo as propriedades dos lugares, das formas de a conduzir e da maneira de a tratar previamente. (VIII, *Praef.*, 4)

A hidráulica enquanto conhecimento para captação, tratamento e distribuição da água é o principal assunto abordado no oitavo volume. Apesar da ausência de dados irrefutáveis, muitos estudiosos sustentam que a inclusão deste livro ao *corpus* de arquitetura provém da participação de Vitruvius nos serviços de adução de água, na qualidade de consultor técnico. (VITORINO, 2004, p.37)

### **Livro IX – Preâmbulo + 8 capítulos**

#### “A gnomônica”

No penúltimo livro, Vitruvius aborda os diferentes métodos e técnicas que se aplicam na construção dos relógios – “*Gnomon*: gnômon, ponteiro, agulha, haste vertical que permite a formação de sombra sobre a superfície do relógio solar, sua dimensão e direção”. (MACIEL, 2007, p.436)

**Livro X – Preâmbulo + 16 capítulos**

“Os princípios da mecânica”

Por fim, o último e mais longo livro de Vitruvius trata sobre a participação do arquiteto em todas as etapas da construção, sendo responsável pelo cumprimento dos orçamentos e devendo conhecer os recursos técnicos (máquinas e instrumentos) para a melhor execução dos trabalhos (LABTRI, 2010). São abordados aspectos relativos à construção e operação de aparelhos para transporte e movimentação de cargas, extração de água, medição de distâncias e uso em tempo de guerra.

Grosso modo, este resumo exprime os princípios e procedimentos apresentados por Vitruvius em sua obra. Um texto singular que, segundo Vitorino (2004, p.48), tem o poder inesgotável de jamais satisfazer com a simples leitura; quem o lê, invariavelmente, desejará, de um modo ou de outro, realizar o emprego prático dos seus códigos e colocar à prova os dados apresentados.

Embora muitas vezes criticado por uma certa imperícia gramatical que levou a uma falta de clareza nos conceitos, este livro exerceu tamanha influência que não só suas formulações de índole estéticas como os temas, a organização sistemática do conteúdo e a própria estruturação da obra foram uma referência clara para um sem número de outros tratados e obras menores. Até hoje seus conceitos e recomendações aparecem nas citações de autores contemporâneos e nas arquiteturas onde a racionalidade projetual apoia-se nos princípios clássicos da composição. (OLIVEIRA, 1997, p.7)

Acontece que ninguém procura exercer em sua casa qualquer outra arte, como a de sapateiro, de pisoeiro ou outras, que são mais fáceis. Todavia, exerce-se a da arquitetura, porque os que professam se intitulam arquitetos, não segundo a verdadeira arte mas falsamente. Por esse motivo, julguei que deveria escrever com diligência um *corpus* de arquitetura com explanação dos seus preceitos, pensando que será acolhido com agrado ao serviço de toda a gente.

**Vitrúvio** (VI, *Praef.*, 7)



## OS CANTEIROS NO TEMPO DO IMPÉRIO

Para abordar os métodos relativos à produção de edificações presentes no texto vitruviano, primeiramente, faz-se necessário ao menos vislumbrar quais eram as principais atribuições e responsabilidades dos arquitetos *in opere*<sup>3</sup> durante o período de redação do tratado – final da república romana e início do império.

O termo *Architectus* significa, em uma tradução literal do vocábulo, *carpinteiro principal* (*tekton* significa, em grego, carpinteiro). Este sentido original, circunscrito ao profissional que aparelha componentes de madeira para utilização em construções, pode ser mais bem compreendido no decurso do texto vitruviano (4, 2, 1-6), quando o autor trata sobre a origem das ordens arquitetônicas nos primitivos templos de madeira. (MACIEL, 2007, p.61)

No entanto, no mundo romano, as atividades dos arquitetos já compreendiam atribuições e campos de atuação de outra natureza:

(...) *architectus* era primeira e principalmente aquele que desenhava o edifício; podia ser – e seguidamente era chamado a ser – contratante ou consultor na celebração do contrato, supervisão do contrato, inspetor, verificador dos trabalhos. (FERRI, 2002, apud MANENTI, 2014, p.16)

A este respeito, o latinista Pierre Gros, especialista em arqueologia e arquitetura romanas, responsável pela “mais completa coleção de manuscritos, assistida por traduções e comentários ao encargo de célebres professores, impondo-se, na atualidade, como referência maior da exegese vitruviana” (D’AGOSTINO, 2010, p.15), examina em quais graus dava-se o exercício da profissão de arquiteto no período:

---

<sup>3</sup> “*In opere*: na obra. Expressão vitruviana referente ao próprio local da construção” (MACIEL, 2007, p.133)

Esse papel [do arquiteto] é legítimo buscar em dois níveis: a concepção geral da construção, primeiramente (planta, elevação e proporções), e, em menor medida, talvez, a direção do canteiro (determinação com os transportadores do número e dos módulos dos blocos, supervisão e controle de seu tamanho definitivo e de sua colocação na obra; determinação, em conjunto com o chefe dos *sculptores*, dos modelos de ornamentação, e controle de sua realização – mesmo que, sobre esse tema, ele pudesse dar liberdade ao *locator*, se não fosse ele mesmo o empreendedor; mas de qualquer maneira é o *architectus* que, ao final dos trabalhos, no momento do *probatio*, isto é da recepção, era o único habilitado a verificar que a *lex operis*, diríamos o caderno de encargos, tenha sido respeitada”. (GROS, 1983, p. 440-441, apud MANENTI, 2014, p.19)

No âmbito dos encargos relacionados às atividades no canteiro, o primeiro procedimento *in situ* que seria supervisionado pelo arquiteto designado para gerir a obra consistia na locação da edificação, *locatio operis*. Em seguida, estabelecia-se oficialmente o início da construção propriamente dita, *institutio operis*. (MORTET, 1902-1908, p. 279 apud MANENTI, 2014, p.18)

Durante a obra, competia ao arquiteto a contratação e supervisão das equipes de *officinators*<sup>4</sup> e *fabri*<sup>5</sup>, que fabricavam componentes (cantaria, carpintaria, ornatos, oleiros, *plumbarii*, etc.) *in loco* ou em ateliês próprios, “uma vez que, dependendo do tamanho da obra e da velocidade da entrega, um único atelier de entalhadores não conseguiria cumprir com a encomenda”. (MANENTI, 2014, p.19)

Paralelamente ao processo de execução da obra, que envolvia a construção e a montagem das partes do projeto, o arquiteto chefe devia, ainda, prestar contas regularmente ao curador da obra. Esta atribuição, que exigia uma adequada formação do profissional, era exercida através de diários com anotações sobre o andamento da execução, assim como exposições de motivos de suas decisões, que eram também documentadas. Este conjunto de informações, reunidas ao final da obra, constituía-se no material que era chamado de *comentarii*, ou seja, um conjunto de observações sobre as razões que levaram o arquiteto a determinadas decisões formais, funcionais e

---

<sup>4</sup> *Officinator*: artista, artífice, construtor ou técnico da construção. (MACIEL, 2007, p.328)

<sup>5</sup> *Fabri*: artistas, artífices, operários especializados. Essa palavra deverá ser posta, em determinados contextos, em paralelo com *artifex*. Cf. 1,1,3 e respectiva nota. (Id.)

técnicas. Esse material, inclusive, consistiu em uma das fontes principais de consulta de Vitruvius para a execução do seu tratado, pois era através desses escritos que o conhecimento e a reflexão a respeito da arquitetura circulavam até então. (MANENTI, 2014, p.21)

Logo após a conclusão da obra, o arquiteto e o curador da obra reuniam e organizavam estes *comentarii* para apreciação do poder público, estabelecendo-se, então, a *effectio operis*. Já o documento anexo conhecido por *operis rationes* consistia na prestação de contas, por parte do arquiteto e do *locator*, dos diferentes gastos da obra. O processo de execução era então oficialmente concluído quando as informações fornecidas eram aprovadas pelo poder público, através do ato de *probatio operis*. (MORTET, 1902-1908, p. 279-280, apud MANENTI, 2014, p.21).

A participação efetiva do arquiteto em todas as etapas da construção durante o tempo de Vitruvius fornece a extensa série de incumbências que incidiam sobre esta categoria profissional. Não por acaso, o autor defende veementemente uma formação generalista que demandava longo e enciclopédico aprendizado, abarcando nove disciplinas distintas (letras, desenho, geometria, história, filosofia, música, medicina, direito e astronomia), forjada a partir da *fabrica* e do *ratiocinatio*.

Eu, porém, ó César, não me dediquei ao estudo da arte para ganhar dinheiro, pois descobri que mais vale a pobreza com boa fama do que abundância com infâmia. Daí que eu tenha conseguido pouca celebridade. Todavia, publicados estes livros, espero vir a ser também conhecido da posteridade.

**Vitrúvio** (VI, *Praef.*, 5)

## ESTUDOS SOBRE VITRÚVIO

A primeira tradução da obra de Vitruvius para o português data de 1541, encomenda direta de D. João III ao cosmógrafo real Pedro Nunes. No entanto esta versão perdeu-se no tempo e alguns críticos até questionam se Nunes chegou a concluir a tarefa<sup>6</sup>.

Somente no final do século XX surgem novas traduções completas do tratado para nossa língua vernácula. Em 1998, Helena Rua traduz a versão francesa realizada pelo arquiteto Claude Perrault (século XVII) e um ano depois, Marco. A. Lagonegro realiza outra publicação, porém sem uma clara definição das fontes de referência.

Apenas em 2006 *De Architectura* é traduzido diretamente do latim pelo historiador Manuel Justino Maciel, utilizando-se do manuscrito mais antigo do qual se tem conhecimento, o *Harleianus 2767* (séc. IX). Quando necessário, para debelar dificuldades de interpretação, Maciel recorre aos manuscritos *Vaticanus Reginensis 2079* (séc. XII) e *Vaticanus Reginensis 1328* (séc. XV):

Não é fácil uma tradução deste tratado, um texto que é transmitido com uma linguagem pragmática característica de um engenheiro militar que participou das campanhas de Júlio César e que, estando então reformado, ofereceu ao imperador Augusto uma obra sobre arquitetura. Nela, apesar de uma certa literariedade nos preâmbulos, sobressai a objetividade e o discurso denotativo. O próprio autor sublinha que a terminologia da arquitetura não é da poesia (5, Pr.1). Do mesmo modo, também não se pretende que a tradução seja literária. Procura transferir a mensagem latina com suas características próprias, mantendo o paralelismo discursivo, sempre que possível. Quando a tradução literal origina repetições, redundâncias ou menor clareza, perante a iteração ou a parataxe vitruvianas, a presente versão apresenta-se com uma maior e liberdade discursiva, procurando, todavia, sempre respeitar a linha de

---

<sup>6</sup> CONCEIÇÃO, Margarida Tavares da. *Translating Vitruvius and Measuring the Sky: On Pedro Nunes and Architecture*. Nexus Network Journal – Vol.13, No. 1, 2011, p. 212.

pensamento do autor. O mesmo comportamento se adota perante as proposições participiais e a dialética expressiva dos modos, dos tempos e dos aspectos verbais (MACIEL, 2007, p.29)

A recentidade do contato direto entre Vitruvius e o léxico português explicam porque apenas nas últimas décadas é possível observar uma frequência maior de publicações relacionadas à obra vitruviana, seja em solo lusitano ou em território nacional. Dentre os novos estudos, destacam-se, além dos supracitados, a produção bibliográfica dos professores Júlio César Vitorino, Leandro Manenti e Mário Henrique Simão D'Agostino. Além destes, diversos arquitetos, linguistas, historiadores e arqueólogos desenvolveram, na última década, teses e dissertações que buscaram levantar e discutir as informações presentes no tratado a partir de suas zonas de conhecimento. Destacam-se alguns a seguir:

Belos exercícios neste sentido foram o trabalho e atividades desenvolvidos pelo LABTRI – Laboratório de Modelos Tridimensionais da FAUUSP, de 2008 a 2010, intitulado “Modelos de Vitruvius”, onde, sob orientação do professor Mário Henrique Simão D'Agostino, propôs-se a interpretação gráfica dos escritos, ou seja, a transformação das passagens descritivas do tratado em um caderno de desenhos e modelos tridimensionais que ilustram as dimensões e modulações registradas por Vitruvius. Uma iniciativa muito interessante, na medida em que todas as ilustrações originais – encontra-se no texto alusões a esquemas anexos para auxiliar sua compreensão – não acompanharam a transmissão do tratado e perderam-se no tempo.

Enquanto alguns trabalhos fazem uma abordagem mais instrumental do texto, outros procuram investigar as lacunas e divergências nas interpretações dos conceitos descritos por Vitruvius. A tese de doutorado, “Repensando Vitruvius: reflexão acerca de princípios e procedimentos de projeto”, defendida por Leandro Manenti é um dos claros exemplos que indagam possíveis leituras dos termos que, segundo Vitruvius, determinam a arquitetura (I, 2, 74): ordenação (*ordinatio*); disposição (*dispositio*); euritmia (*eurythmia*); comensurabilidade (*symmetria*); decoro (*decor*) e distribuição (*distributio*). O autor, buscando “organizar a teoria vitruviana a partir de princípios e procedimentos de projeto” (MANENTI, 2014, p.11-12), interpretou os conceitos pela

acepção da teoria do projeto arquitetônico para verificar a validade do tratado enquanto orientador da prática de projeto e definidor de critérios para sua elaboração.

O presente trabalho aproxima-se da proposta de Manenti ao passo que limita a extensão do significado dos conceitos elaborados pela teoria vitruviana, mas desta vez procura observar o seu sentido prático, ou seja seu sentido relacionado ao ato de construir. Analisando os diversos estudos sobre Vitruvius, verificou-se que há uma predileção pela interpretação e discussão do tratado no âmbito da História e Teorias da Arquitetura, o que, somado ao prolífico campo da Tecnologia e Gestão da produção, indicaram a linha de pesquisa que este trabalho deveria seguir.

Entretanto, a definição pela linha de pesquisa foi verdadeiramente determinada quando se verificou que, enquanto há bibliografia em número e qualidade excelente para dar subsídio à leitura do *De Architectura*, o mesmo não ocorre quando busca-se material, desenvolvidos por arquitetos, relacionados diretamente ao ato de construir.

A constatação desta escassez de publicações fomentou o exame das razões que possam esclarecer porque poucos se aventuram a escrever sobre a prática construtiva. Estes motivos serão abordados no próximo capítulo, que além de buscar entender esta inófia acadêmica, mencionará os arquitetos que se preocuparam com a execução de edificações e desenvolveram importantes textos neste campo teórico.

Nessa questão parece que Pítio errou, porque não se apercebeu de que cada uma das artes é composta de duas coisas: a obra e a sua teoria; todavia, dessas duas coisas, uma é própria daqueles que se exercitaram nas suas especialidades, ou seja, a execução da obra; a outra é comum a todos os letrados, ou seja, a teoria.

**Vitrúvio** (I, 1, 15)



## ARQUITETOS E A TEORIA DA CONSTRUÇÃO

Nesta epígrafe, Vitruvius contesta a declaração feita pelo arquiteto e teórico grego Pítio (séc. IV a.C.) em seu tratado, em que diz “ser conveniente que o arquiteto possa, em todas as artes e doutrinas, fazer mais do que aqueles que, através dos seus esforços e das suas reflexões, elevaram cada um dos ramos do conhecimento à mais alta ilustração” (I, 1, 12). Enquanto Pítio defendia que o conhecimento enciclopédico e a natureza holística da ciência do arquiteto descortinavam possibilidades que os artífices especializados de cada disciplina não seriam capazes de alcançar, Vitruvius refuta esta imagem ao afirmar que “em tão grande variedade de coisas, ninguém poderá conseguir perfeccionismos em cada uma delas, uma vez que tal depende, em suma, da capacidade de conhecer e perceber as suas teorias” (I, 1,13).

Desta forma, o pensamento vitruviano possui maior complexidade na medida em que apreende a composição binária (teoria e prática) que consta em toda atividade humana e ainda indica que a existência de um desses elementos de forma autônoma não é suficiente para que resultados adequados sejam obtidos (I, 1, 3).

Por isso, parece ter atuado bastante bem aquele que, em cada um dos ramos do saber, possui um conhecimento médio das partes e teorias necessárias à arquitetura, a fim de que não falte se tiver de julgar e aprovar uma obra sobre estas coisas e estas artes. (I, 1 16)

Os bons arquitetos, segundo Vitruvius, eram homens que aliavam constantemente projeto e produção – *ratiocinatio* e *fabrica* – em sua atuação profissional:

Por isso, os arquitetos que exerceram sem uma formação teórica mas apenas com base na experiência das suas mãos não puderam realizar-se ao ponto de lhes reconhecerem autoridade pelos seus trabalhos; também aqueles que se basearam somente nas teorias e nas letras foram considerados como perseguindo a sombra e não a realidade. Todavia, os que se aplicaram numa

e noutra coisa, como que protegidos por todas as armas, atingiram mais depressa, com prestígio, aquilo a que se propuseram. (I, 1, 2)

Mais de dois milênios depois, em censo realizado em 2011 pelo CAU – Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, os arquitetos foram questionados sobre as áreas de atuação em que trabalharam nos últimos dois anos. O levantamento mostrou que, dos mais de 80 mil profissionais que responderam ao recenseamento, apenas 18,65% declararam atuar regularmente na fase de execução de obras<sup>7</sup>. A isso, soma-se outro dado inquietante do censo: apenas 3,79% dos arquitetos afirmaram ter trabalhado em algum campo de pesquisa – científica; acadêmica; histórica; arqueológica; materiais; bioarquitetura; sustentabilidade; conforto ambiental; metodologia de projeto<sup>8</sup>.

Conforme os dados acima apontam, os profissionais da arquitetura, nos dias de hoje, exercem seu trabalho de forma muito mais restrita e fragmentada do que nos tempos da *Pax Romana*. É sob este panorama inerte que a interface entre Arquitetura e Teoria da Construção, embora fundamental, apresenta-se precariamente examinada.

Poucos são os nomes que fogem ao *status quo* e dedicam-se a analisar criticamente, enquanto arquitetos, o ato de construir. Sérgio Ferro brilhantemente expôs os entraves e contradições da profissão em diversos escritos, reunidos em 2006 na coletânea “Arquitetura e trabalho livre” organizada por Pedro Fiori Arantes; Paulo Júlio Valentino Bruna dedica-se de modo sinérgico, desde o início de sua carreira profissional e acadêmica, ao estudo da Racionalização e Industrialização da Construção, destacando-se o livro “Arquitetura, industrialização e desenvolvimento” publicado pela primeira vez em 1976; Achilina di Enrico Bo Bardi, conhecida como Lina Bo Bardi (1994~1992), soube associar em suas obras, de forma extraordinária, questões construtivas com circunstâncias socioculturais e Paulo Mendes da Rocha, cuja arquitetura e docência são expressões da íntima relação entre Poética e Engenharia.

A propósito, seria imprudente e ilusório admitir apenas a produção destes indivíduos como oportuna ao tema e não reconhecer o esforço diligente de diversos pesquisadores e laboratórios de pesquisa por todo o País, que promovem

---

<sup>7</sup> Disponível em <<http://www.caubr.gov.br/censo/>>. Acesso em 21 de maio de 2017.

<sup>8</sup> *Ibidem*.

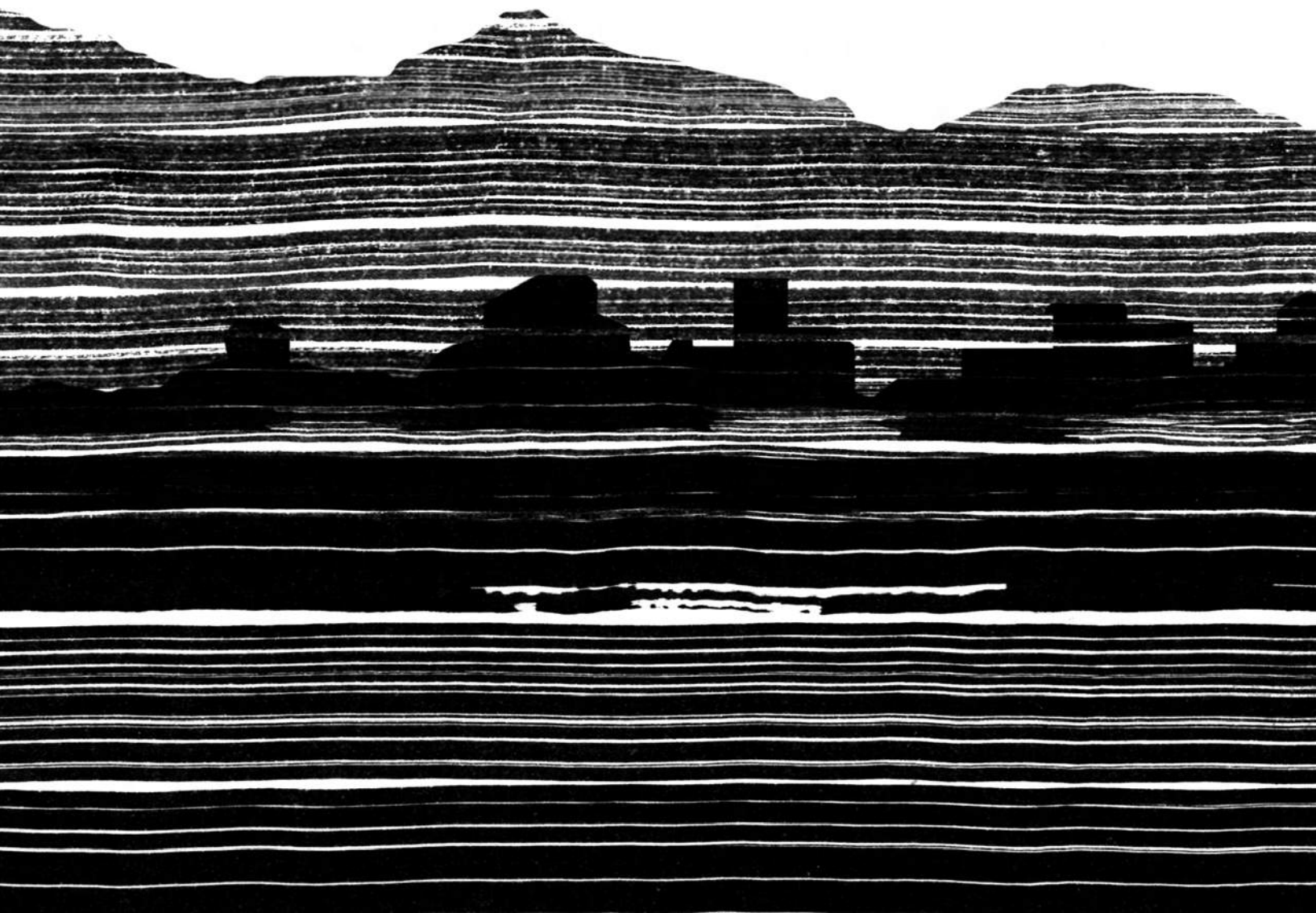
sistematicamente novas investigações e contribuem de modo contínuo para a discussão dos problemas e desafios inerentes ao edificar. Contudo, a limitação destes trabalhos envolve o escopo em que os assuntos são abordados:

Ocorre que a discussão em geral se processa em um nível essencialmente técnico, com um enfoque restrito, limitado aos materiais e processos, problemas e sistemas existentes, sem uma preocupação maior em definir os parâmetros, extensão e profundidade do problema. (BRUNA, 2002, p.17)

Neste sentido, a opção pelo tratado *De Architectura* como objeto de estudo promove a oportunidade de discutir a Teoria da Construção em consonância com a abrangência e atemporalidade dos preceitos vitruvianos, procurando contribuir de forma ampla para o debate das questões relacionadas ao ato de construir.

*INVESTIGATIO*





De fato, nenhum tipo de material, de corpo, ou de qualquer outra coisa poderá ser originado ou percebido pela inteligência fora desse encontro dos elementos originais, nem de outra maneira a natureza poderá descobrir explicações verdadeiras nas lições dos físicos, a não ser que as causas inerentes a essas coisas sofram demonstrações, seguindo uma lógica rigorosa, explicando a sua razão de ser.

**Vitrúvio** (II, 1, 9)

## MÉTODO DE PESQUISA

A hipótese na qual se baseia este trabalho é se há conhecimento comprometido com os problemas e desafios da atividade construtiva em *De Architectura*. Para tanto, desenvolve-se o mapeamento e análise dos escritos, com o objetivo de identificar os conceitos e processos construtivos pertinentes ao tema, examinando suas definições e seus empregos operacionais nos canteiros de obras. (MANENTI, 2014, p.46-47)

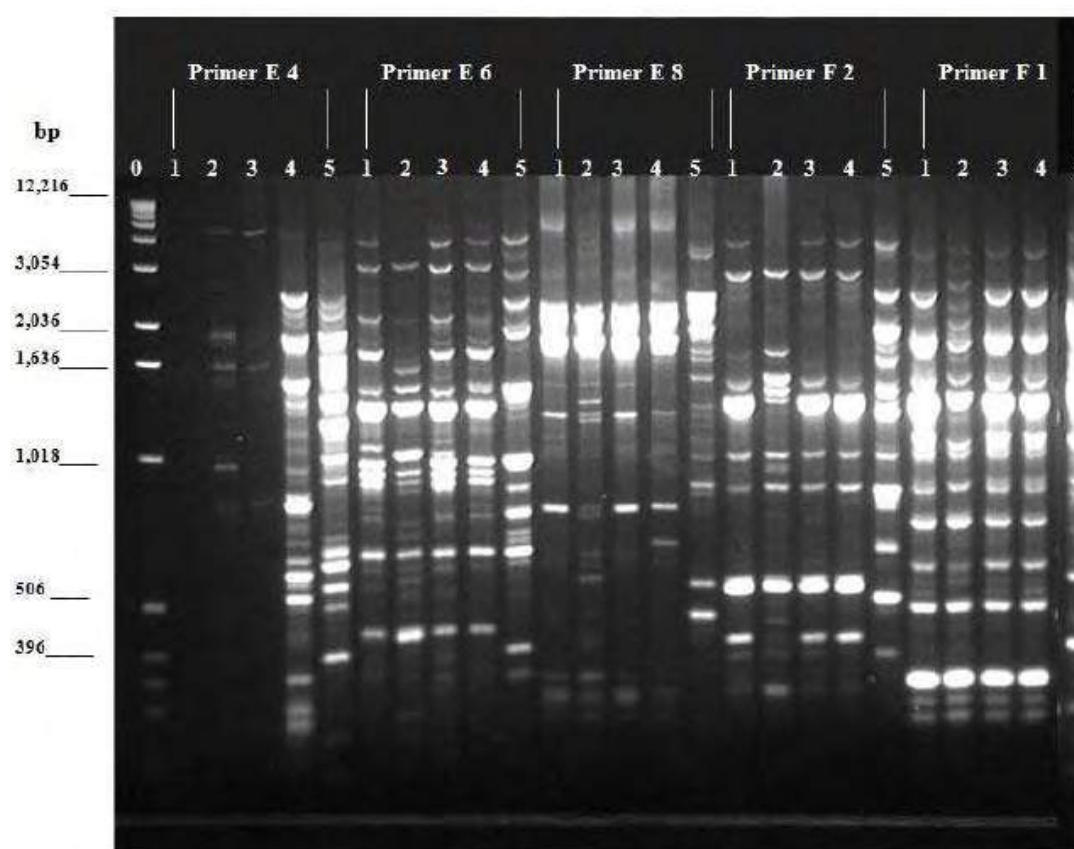
O primeiro procedimento realizado consistiu na leitura linear integral do texto, privilegiando a compreensão da estrutura e linguagem vitruvianas. Em seguida, o tratado foi novamente lido, acrescentando-se à segunda leitura sequencial o mapeamento dos conceitos e processos a serem explorados nesta pesquisa. Após a identificação dos parágrafos que continham informações relevantes ao tema, estas passagens foram classificadas segundo seu conteúdo sob o ponto de vista da produção de edificações ou de suas partes, compendiando o conteúdo destacado.

(...) nos tratados de arquitetura, porque os vocábulos, concebidos pela própria especificidade da arte, trazem obscuridade à linguagem, por não serem de uso comum. Como eles, de per si, não são claros nem transparecem na língua corrente, se os escritos que longamente divagam sobre os preceitos não forem resumidos e explicados em pequenas e claras definições, tornam-se confusos para as mentes, devido à repetição e à prolixidade da terminologia. Nessas circunstâncias, exporei brevemente os difíceis termos técnicos e as proporções das partes dos edifícios, para que sejam entregues à memória. E, assim, as mentes poderão recebê-los de modo mais diligente. (V, *Praef.*, 2).

Em consonância com Vitruvius, Tachizawa e Mendes (2006) sugerem que “É preferível escrever de forma detalhada e consistente sobre poucas coisas do que falar genericamente sobre muitas coisas”. Nesta perspectiva, o estudo emprega a classificação utilizada no mapeamento para estruturar os capítulos de análise, uma vez que intentar o exame holístico destas questões seria operacionalmente complexo e árduo e a obtenção de resultados difusa.

Para dar subsídio ao trabalho, formulou-se uma representação gráfica do mapeamento dos conceitos (ver Apêndice A), similar à imagem obtida pelo uso de marcadores moleculares de RAPD no campo da análise genética<sup>9</sup> (ver figura 01 abaixo), para sinalizar em quais livros e capítulos do tratado os temas são abordados. Assim, pode-se demonstrar com facilidade a disposição e a intensidade da presença destes assuntos no tratado, sintetizando as informações colhidas durante a segunda leitura linear.

**Figura 01:** técnica de RAPD



**Figure 2** – RAPD-PCR comparison between brazilians and chineses *Ganoderma lucidum* strains. Lanes: 0, 1kbp DNA ladder; 1, CC-22; 2, CC-63; 3, CC-144; 4, CC-157; 5, *Ganoderma applanatum* (included to ensure the consistency of the bands). Primers used: OPE-4, OPE-6, OPE-8, OPF-1 e OPF-2.

**Fonte** Scielo, 2011.

<sup>9</sup> “A técnica de RAPD permite a realização de análises genéticas diretamente ao nível de DNA sem a necessidade de nenhum conhecimento prévio sobre a genética da espécie a ser estudada e faz uma amostragem mais abrangente do genoma, com determinação da diversidade e da estrutura genética em populações naturais”. (LACERDA et al., 2002)



De tal modo, amplia-se as modalidades de leitura e interpretação da teoria vitruviana mesmo ao submetê-la ao restrigente escopo desta pesquisa. Além disso, buscou-se apoio bibliográfico para asseverar que cada tema fosse estudado e questionado de forma a construir um entendimento abrangedor a respeito de cada conceito mapeado do texto – “A revisão da literatura não tem um caráter de ‘somar algo a’, mas de possibilitar o desenvolvimento do tema escolhido”<sup>10</sup>.

“E assim, ó César, redigi estes livros apoiado nesses autores e fazendo uso das suas experiências e conselhos” (IX, *Praef.*, 18). Ou seja, neste trabalho procura-se complementar e ampliar a compreensão do tratado de Vitruvius, contribuindo ao debate de sua obra e de sua relação com a Tecnologia e Gestão da produção de edifícios.

Portanto, a metodologia de análise empregada em *De Architectura* teve por finalidade a identificação dos conceitos e dos processos construtivos através da citação expressa no texto ou por meio das interpretações possíveis de sua teoria, buscando avaliar a legitimidade e relevância de seu *corpus ordinatio* para os canteiros de obras.

---

<sup>10</sup> Aula 02 da disciplina TG-215: Metodologia da Pesquisa Tecnológica, Escola Politécnica, em 26 de abril de 2016.

O princípio da solidez estará presente quando for feita a escavação dos fundamentos até o chão firme e se escolherem diligentemente e sem avareza as necessárias quantidades de materiais.

**Vitrúvio** (I, 3, 2)

## **FIRMITAS**

Todo e qualquer trabalho a respeito da obra *De Architectura* trata, em algum momento, do célebre trinômio vitruviano<sup>11</sup>. Esta monografia não foge à regra, no entanto, com o propósito de analisar o valor e relevância contidos no sentido literal dos termos, optou-se por examinar somente aquele que guarda sentido imediatamente vinculado à prática construtiva. Este princípio foi interpretado pelo historiador Justino M. Maciel como “solidez, firmeza, consistência, robustez”<sup>12</sup>. Após a leitura dos escritos, foi possível verificar a coerência de Maciel ao atribuir vários termos para designar *Firmitas*, uma vez que este princípio possui diversas acepções ao longo do texto.

A primeira delas relaciona-se essencialmente com as estruturas de fundação e seus processos de execução<sup>13</sup>. Apesar disso, a seguir, Vitruvius associa este princípio ao ato de “escolherem diligentemente e sem avareza as necessárias quantidades de materiais”. Esta passagem confere novo e amplo sentido ao vocábulo, relacionado a diferentes campos de atuação – projeto, planejamento e gestão de suprimentos –, posto que o trecho sugere as atividades técnicas de especificação, quantificação e aquisição de materiais para as obras.

Aprender a estabilidade e resistência das edificações à utilização das corretas quantidades e qualidades de materiais durante o canteiro mostra a atitude lógica e prudente do autor, que “embora não fosse um sábio, era um intelectual, que refletia sobre a sua prática e sobre o seu contexto social” (MANENTI, 2014, p.44), em conformidade com as normas e exigências do seu tempo.

Outro ponto relevante é a censura à avareza nos processos de compra dos materiais. Pode-se extrair desta repreensão que Vitruvius, possivelmente, tinha conhecimento de outro importante trinômio no gerenciamento de obras: prazo, custo e qualidade. Ao

---

<sup>11</sup> *Firmitas, Utilitas e Venustas*

<sup>12</sup> MACIEL, 2007, p.82

<sup>13</sup> Ver (I, 3,2)

afirmar prejuízo à solidez quando havia economia excessiva, o autor expressa que privilegiar somente custos afeta a qualidade da edificação ou de seus componentes.

Portanto, porque já se tratou acima da beleza (*Venustas*) e da conveniência (*Decor*), agora falaremos da solidez (*Firmitas*), de modo que esses edifícios sejam construídos permanecendo sem vícios por muito tempo. (VI, 7, 7)

Perante o exposto, verifica-se que Vitruvius, no segmento final do livro sexto, adiciona novo valor ao termo, desta vez relacionado aos requisitos de durabilidade da edificação e de suas partes. A formulação deste referencial teórico que articula a “capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo do tempo” (CBIC, 2013, p.34) há mais de dois mil anos atrás é clara evidência da importância desta obra literária para a prática profissional, haja visto que, no Brasil, somente em julho de 2013, com a entrada em vigor da norma ABNT NBR 15575 “Edificações Habitacionais – Desempenho”, houve o estabelecimento oficial de parâmetros técnicos e jurídicos acerca dos prazos de vida útil que devem ser cumpridos por determinado sistema ou componente predial. (CBIC, 2013, p.13)

Evidentemente, a definição de prazos em *De Architectura* não ocorre com a mesma precisão verificada atualmente. Contudo, ao longo do tratado, é possível verificar a existência de casos onde há a adoção de limites temporais mais exatos:

Se alguém quiser aprender algo com estes comentários e escolher uma tipologia construtiva, poderá assim encontrar a razão da sua durabilidade. Com efeito, nenhuma parede feita da maleável argamassa de pedra miúda e com agradável aspecto de beleza poderá, com o decorrer do tempo, fugir à ruína. Por isso, quando se nomeiam juizes de paredes meeiras, eles não lhes atribuem o preço que custaram no momento da sua execução, mas, consultando os documentos do seu contrato de construção, deduzem a octagésima parte do preço por cada ano passado e dão como veredicto apenas o quantitativo que sobra da totalidade: ou seja, para eles, as paredes não podem durar mais do que oitenta anos. (II, 8, 8)

No que diz respeito às paredes de tijolo, contanto que permaneçam a prumo, nada é deduzido, pois o preço por que outrora foram feitas é o mesmo que continuam sempre a valer. (II, 8, 9)

A ABNT NBR 15575:2013 - “Edificações Habitacionais – Desempenho”, define o valor da Vida Útil de Projeto (VUP) previsto para cada um dos sistemas que compõem uma edificação. Categorizados em três níveis – Mínimo (obrigatório), Intermediário e Superior –, conforme observado na tabela 01.

**Tabela 01:** Prazos de Vida Útil de Projeto (VUP)

Sistema	VUP anos		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

\* Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.

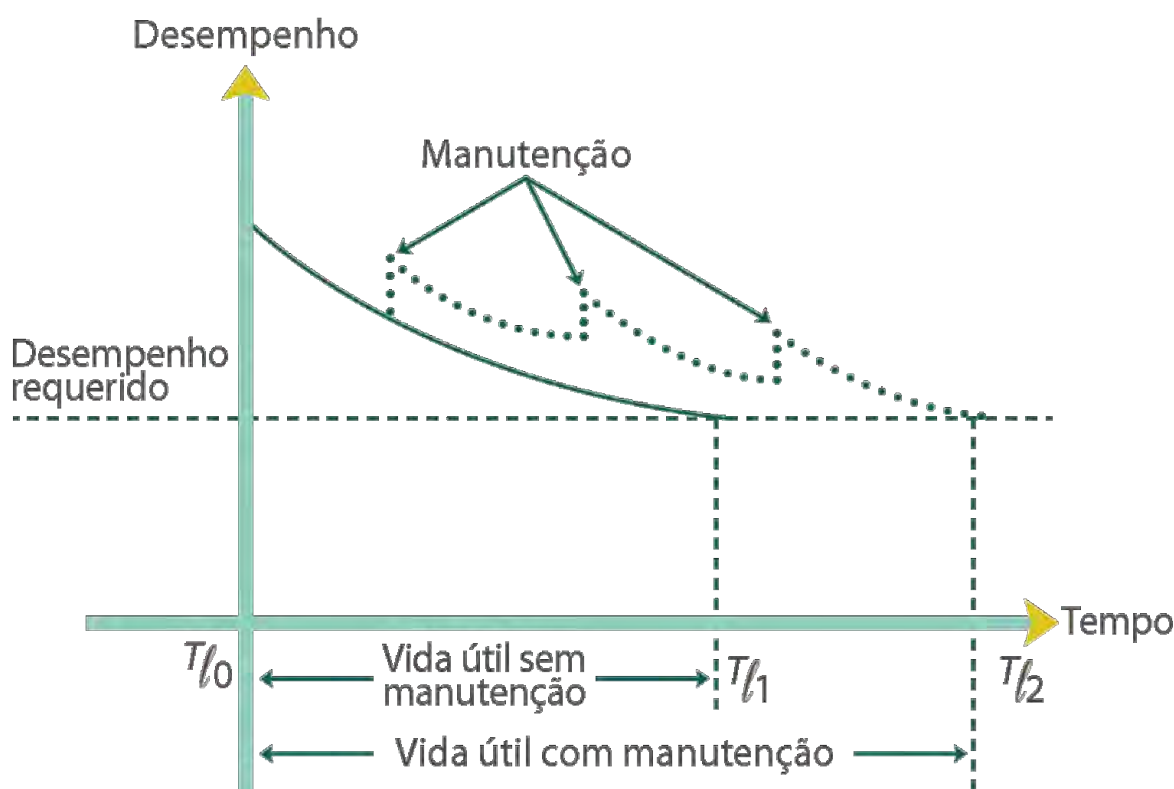
**Fonte:** Anexo C, Tabela C.5, p. 54 da ABNT NBR 15575-1 apud CBIC, 2013, p.197

A comparação dos prazos praticados em 27 a.C. com os valores atuais desperta interesse como instrumento para reflexão sobre a prática construtiva. Ao verificar que, na Antiguidade, a durabilidade exigida para os vedos era mais longa do que os parâmetros nacionais contemporâneos, apesar dos níveis mais avançados de conhecimento e de desenvolvimento hoje disponíveis, pode-se constatar que os motivos para essa redução de desempenho não estão assentados em critérios de caráter propriamente técnico, ou seja, em problemas ou desafios circunscritos à atividade construtiva de erguer paredes, mas em interesses e circunstâncias mais abrangentes e complexas, cuja análise foge ao escopo deste trabalho.

Assumindo-se que:

O termo “durabilidade” expressa o período esperado de tempo em que um produto tem potencial de cumprir as funções a que foi destinado, num patamar de desempenho igual ou superior àquele predefinido. Para tanto, há necessidade de correta utilização, bem como de realização de manutenções periódicas em estrita obediência às recomendações do fornecedor do produto, sendo que as manutenções devem recuperar parcialmente a perda de desempenho resultante da degradação, conforme ilustrado na Figura 2. (CBIC, 2013, p.33)

**Figura 02:** Recuperação do desempenho por ações de manutenção



**Fonte** ABNT NBR 15575-1 apud CBIC, 2013, p.33

Nota-se que hoje os conceitos de desempenho e durabilidade estão profundamente ligados às ações de manutenção. Com base nisso, buscou-se identificar, nos escritos, elementos relacionados a serviços de intervenção de natureza preventiva ou corretiva. Em diversos momentos, Vitruvius declara que expõe “o modo como se devem construir sem defeitos os edifícios e as precauções a tomar logo de início” (VI, 8, 8) ou ainda

que “mostrei por que processos poderão permanecer firmes e como deverão ser construídas essas obras, para evitar que venham a ser eventualmente julgadas como não tendo a robustez necessária” (VI, 8, 8), sendo que são poucas as ocasiões em que descreve recomendações mais específicas, como por exemplo:

Estabelecida a camada do leito de pedras, lança-se o cascalho argamassado, não devendo este conglomerado, uma vez consolidado, ter menos de um pé de espessura. Então, aplicado o núcleo como acima se escreveu, dispõe-se um pavimento de grandes tesselas com um talhe de cerca de dois dedos, com uma inclinação também de dois dedos por cada dez pés; se for executado convenientemente e polido corretamente, o pavimento final ficará protegido de todas as deteriorações. A fim de que, entre as juntas, a argamassa não sofra com as geadas, deverá ser untada todos os anos, antes do inverno, com borras de azeite; desse modo, não consentirá que o frio da geada penetre. (VII, 1, 6)

Dos 731 parágrafos do tratado, 73 (aprox.10%) abordam questões conexas à *Firmitas* (ver Apêndice A). Apenas no oitavo e nono livros, dedicados à hidráulica e à gnomônica, não se observam trechos que contenham temas análogos ao conceito deste princípio. A partir dos dados reunidos, pode-se averiguar tanto o espaço ocupado quanto o peso conferido à “solidez” em *De Architectura*, evidenciando o lado prático deste tratado que coordena, de forma difusa, teoria e técnica.

Tratei, tanto quanto pude saber, dos materiais que são necessários para as obras dos edifícios, e de qual a dosagem que parecem ter em termos de constituição de elementos naturais, assim como das vantagens e dos defeitos que há em cada uma das tipologias referidas, a fim de que tal não seja desconhecido dos que constroem edificações. Desse modo, os que puderem seguir as suas regras ficarão mais experientes e poderão eleger cada tipo de material apropriado às suas obras. (II, 10, 3)

Tendo sido, pois, essas coisas observadas de modo natural e vendo que devo escrever sobre temas inusitados e difíceis para muitos, a fim de que mais facilmente possam chegar ao entendimento dos leitores, resolvi produzir textos breves, porque assim serão de mais fácil percepção. Estabeleci a sua metodologia de modo que os interessados não fizessem uma recolha separadamente, mas que, a partir do todo da obra e em cada um dos livros, encontrassem explicações para os vários assuntos.

**Vitrúvio** (V, *Praef.*, 5)



## TEMAS

Embora *De Architectura* tenha sido escrito com o desígnio de apresentar a pluralidade e abrangência da Arquitetura, ao longo da pesquisa, chegou-se à constatação de que seria necessário estruturar o trabalho de forma compartimentada para que os diversos preceitos e normas vitruvianos pudessem ser discutidos de forma adequada.

A partir deste cenário, optou-se pela análise de sete temas – coordenação modular, materiais, mão de obra, equipamentos, gestão, legislação e produção –. A eleição destes tópicos foi estabelecida com base na grade de disciplinas do curso e em seus respectivos conteúdos programáticos. Desta forma, este trabalho não só completa este ciclo de formação acadêmica como também aproveita os conhecimentos abordados previamente para constituir a espinha dorsal do trabalho de investigação.

O primeiro (coordenação modular), como será exposto a seguir, diz respeito ao conceito de *symmetria*<sup>14</sup> – comensurabilidade na tradução de Justino M. Maciel:

A comensurabilidade consiste no conveniente equilíbrio dos membros da própria obra e na correspondência de uma determinada parte, dentre as partes separadas, com a harmonia do conjunto da figura. (I, 2, 4)

Em seguida, os temas estudados compreendem “as características dos materiais e as potencialidades de sua utilização, bem como referindo que princípios naturais presidem à sua preparação” (II, *Praef.*, 5); os registros dos cargos e de equipes de trabalho que participavam das atividades construtivas; os equipamentos, máquinas e instrumentos utilizados nos canteiros de obra da época; os conceitos e normas que visam “transparecer que o edifício foi planejado devidamente, e nada foi deixado ao acaso, no que concerne ao resultado final” (6, 2, 1); aspectos jurídicos correlatos e, por fim, o mapeamento e análise de trechos que descrevem os métodos relativos à produção de edificações ou de seus sistemas.

---

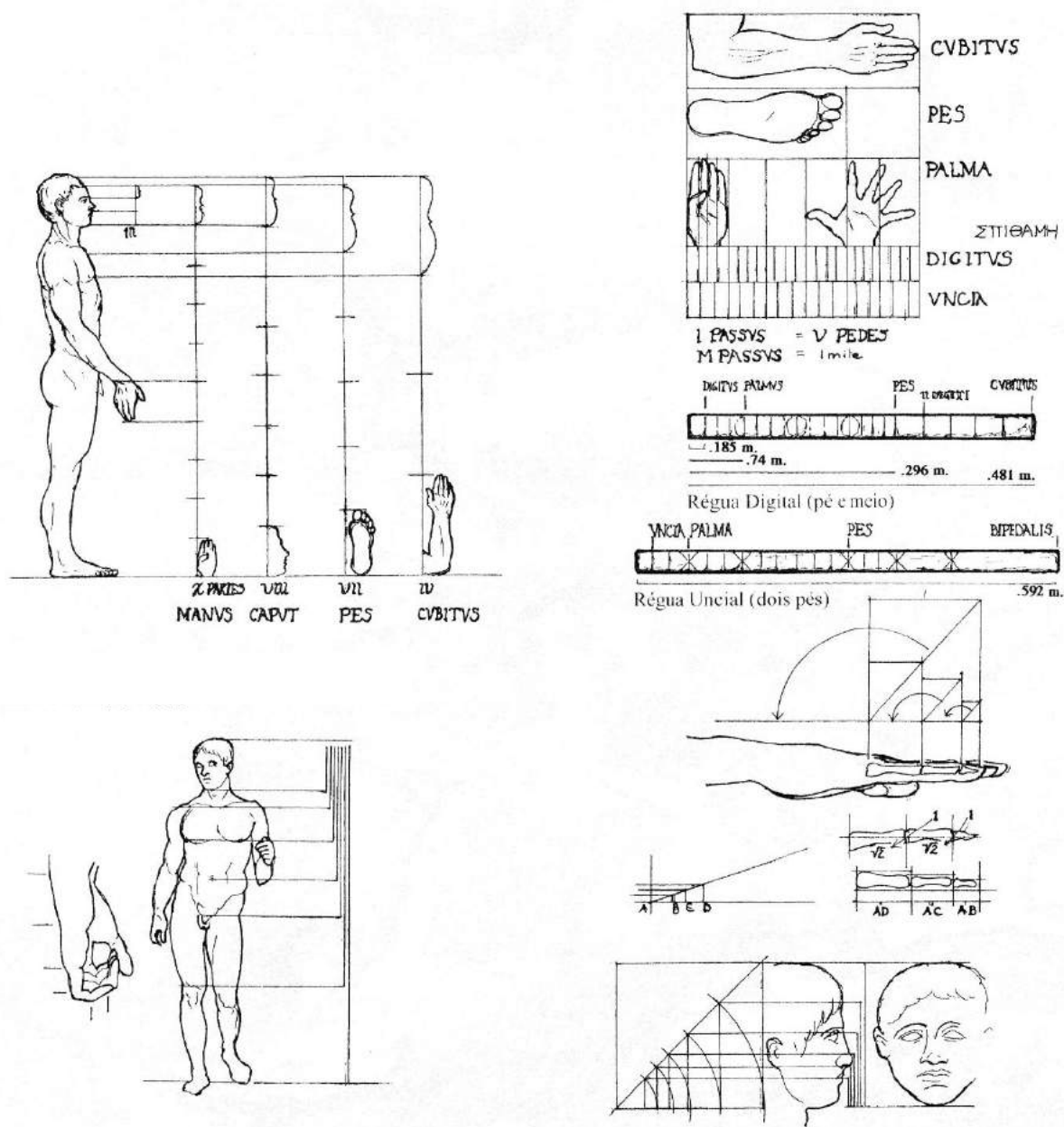
<sup>14</sup> *Symmetria*: comensurabilidade, configuração, correlação, sistema de medidas. (MACIEL, 2007, p.74)

A composição dos templos assenta na comensurabilidade, a cujo princípio os arquitetos deverão submeter-se com diligência. A comensurabilidade nasce da proporção, que em grego se diz *analogia*. A proporção consiste na relação modular de uma determinada parte dos membros tomados em cada seção ou na totalidade da obra, a partir da qual se define o sistema das comensurabilidades. Pois nenhum templo poderá ter esse sistema sem conveniente equilíbrio e proporção e se não tiver uma rigorosa disposição como os membros de um homem bem configurado.

**Vitrúvio** (III, 1, 1)

## COORDENAÇÃO MODULAR

Figura 03: Unidades comuns de medida (III, 1, 1-9)



Fonte: HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.126

Segundo a ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), a Coordenação Modular é um instrumento de compatibilização de medidas na construção civil que promove a conjugabilidade dimensional entre elementos construtivos (definidos nos projetos das edificações) e componentes construtivos (definidos nos projetos de produtos dos respectivos fabricantes), para além de arranjos produtivos particulares ou de alcance restrito<sup>15</sup>. A implementação efetiva deste recurso possibilita mudanças significativas nos processos construtivos como a redução da variedade de medidas utilizadas na fabricação de componentes; redução da necessidade de cortes e ajustes de componentes ou de elementos construtivos durante a obra; aumento da intercambiabilidade de componentes tanto na construção inicial quanto em reformas e melhorias ao longo da vida útil da edificação; etc.

Não deverá haver maior cuidado por parte do arquiteto que não seja o terem os edifícios corretos planejamentos de acordo com proporções reportadas a uma determinada parte. Uma vez constituído o sistema de medidas e explanadas por cálculos as modulações, haverá então lugar para que a sua boa realização leve em conta a natureza do lugar, seja no que diz respeito ao uso, seja no que diz respeito ao aspecto exterior, procedendo a ajustamentos através de alterações, diminuindo ou acrescentando proporcionalmente, de modo a transparecer que o edifício foi planejado devidamente, e nada foi deixado ao acaso, no que concerne ao resultado final. (VI, 2, 1)

A prioridade que Vitruvius concede ao emprego da Coordenação Modular para a construção das edificações demonstra que o autor já reconhecia a importância vital desta ferramenta para o correto planejamento e produção das obras. Consequentemente, o conceito de comensurabilidade (*symmetria*) encontra-se de alguma forma presente em 131 dos 731 parágrafos do tratado (ver Apêndice A).

Logo, este estudo pode verificar que aproximadamente 18% dos escritos possui alguma relação com os princípios da Coordenação Modular. Em *De Architectura*, o sistema de relações modulares (*commodulatio*) tem estreita relação com as proporções do corpo humano. Visto que a natureza compôs o homem de forma que

---

<sup>15</sup> Extraído do “Relatório de Avaliação dos Esforços para Implantação da Coordenação Modular no Brasil”, Brasília, de 26 de novembro de 2012.

seus membros correspondam em somas ou múltiplos de outras partes (ver figura 03), “de modo semelhante, sem dúvida, os membros dos edifícios sagrados devem ter cada umas das partes uma correspondência de medida muito conformemente, na globalidade, ao conjunto da magnitude total”. (III, 1, 3)

Por sua vez, o corpo humano não foi apenas uma referência para a adoção da Coordenação Modular nas edificações, como o próprio sistema de medidas para as obras romanas baseou-se em suas proporções:

E também retiraram dos membros do corpo humano o sistema de medidas que parece necessário em todas as obras, como o dedo, o palmo, o pé, o côvado, que dividiram com relação a um número perfeito, que os gregos dizem *teleon*. Os antigos instituíram esse número perfeito, que se diz dez; depois, a partir das mãos, encontraram o número de dedos, e a partir do palmo instituíram o pé. Se todavia, nas articulações de qualquer das palmas da mão o número dez surge perfeito, por natureza, também agradou a Platão considerar esse número perfeito porque se obtém a dezena a partir das coisas singulares que entre os gregos se dizem *monades*<sup>16</sup>. Passando a ser contadas como onze ou doze, por sobejarem, não poderão ser consideradas perfeitas até que atinjam outra dezena; as coisas singulares, com efeito, são as partículas desse número. (III, 1, 5)

Segundo a teoria vitruviana, a própria noção de número surgiu a partir da percepção do corpo humano e de suas relações de proporcionalidade.

Portanto, se parece verdade que o número foi criado a partir das articulações do corpo humano, havendo uma relação de medida, com base num determinado módulo, entre os membros tomados singularmente e o aspecto geral do corpo, é lógico que devemos admirar aqueles que não só planejaram os templos dos deuses imortais como ordenaram os membros das obras, de tal modo que, através de proporções e de comensurabilidades, as suas distribuições resultassem convenientemente, fosse em separado, fosse em conjunto. (III, 1, 9)

---

<sup>16</sup> *Monades*: mônadas ou unidades. São os quatro primeiros números, cuja soma é igual a dez:  $1+2+3+4=10$ . (MACIEL, 2007, p.170)

Partindo destes entendimentos, as dimensões de componentes romanos foram estabelecidas como somas e múltiplos de várias unidades padrão de medidas, sendo que nenhuma unidade padrão constituía um módulo-base, um submódulo, ou um multimódulo conforme as definições atualmente empregadas nas normas de Coordenação Modular, pois a relação de cada componente variava de acordo com o gênero de cada empreendimento, onde “uma dessas partes constitui-se como módulo, a cuja dinâmica se subordinará todo o desenvolvimento da obra” (V, 9, 3). (CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO BOUWCENTRUM, 1972 apud GREVEN; BALDAUF, 2007, p.19).

Em primeiro lugar, nos templos sagrados, seja pelas espessuras das colunas, seja pelo tríglifo ou mesmo pelo *embater*<sup>17</sup>; na balista, pela abertura a que os gregos chamam *peritreton*; nas embarcações, pelo espaço entre dois toletes, que se diz *dipechyaia*; igualmente a partir das partes de outras obras se descobre uma lógica de simetrias. (I, 2, 4)

Além disso, o preceito da comensurabilidade estabelecido por Vitruvius guarda profundo vínculo com outros três componentes fundamentais da atividade arquitetônica na Antiguidade Clássica: ordenação (*ordinatio*<sup>18</sup>), disposição (*dispositio*<sup>19</sup>) e euritmia (*eurytmia*<sup>20</sup>):

A ordenação define-se como a justa proporção na medida das partes da obra consideradas separadamente e, numa visão de totalidade, a comparação proporcional tendo em vista a comensurabilidade. É harmonizada pela quantidade, que em grego se diz *posotes*. Esta, por sua vez, consiste em tomar módulos de porções da própria obra e na execução da totalidade desta, com base em cada uma das partes dos seus membros. (I, 2, 2)

A disposição, por sua vez, define-se como a colocação adequada das coisas e o efeito estético da obra com a qualidade que lhe vem dessas adequações. (...)

<sup>17</sup> *Embater*: palavra de difícil interpretação. Em termos gerais, segundo as próprias palavras de Vitruvius (IV, 3, 3), era o nome dado ao módulo do templo dórico. (MACIEL, 2007, p.76)

<sup>18</sup> *Ordinatio*: ordenação, ação de pôr em ordem. (Ibid., p.74)

<sup>19</sup> *Dispositio*: disposição, apresentação, representação. (Ibid., p.74)

<sup>20</sup> *Eurytmia*: proporção, harmonia, euritmia. (Ibid., p.74)

nascem da reflexão e da invenção. A reflexão caracteriza-se pela dedicação plena ao estudo e ao trabalho, sendo também o resultado de uma atenção constante, com satisfação pessoal, em relação ao objetivo proposto. Por sua vez, a invenção define-se como a explicação das questões obscuras e o conhecimento de uma nova realidade, descoberta com dinâmico vigor. São essas as definições da disposição (I, 2, 2)

A euritmia é a forma exterior elegante e o aspecto agradável na adequação das diferentes porções. Tal verifica-se quando as partes da obra são proporcionais na altura em relação à largura, nesta em relação à largura, nesta em relação ao comprimento, em suma, quando todas as partes correspondem às respectivas comensurabilidades. (I, 2, 3)

O valor da comensurabilidade para Vitruvius era tal que o mesmo também relaciona diretamente seu emprego para a obtenção da beleza nas construções:

Finalmente, o princípio da beleza<sup>21</sup> será atingido quando o aspecto da obra for agradável e elegante e as medidas das partes corresponderem a uma equilibrada lógica de comensurabilidade. (I, 3, 2)

Contudo, tendo em vista que diversos e consagrados autores já se dedicaram ao estudo destas definições e de suas acepções enquanto atributos da Arquitetura Clássica, este trabalho propõe o exame destes conceitos *stricto sensu*, ou seja, uma abordagem direcionada ao entendimento do significado prático destes preceitos. Nesta perspectiva, de modo bastante genérico, verifica-se que a ordenação, disposição, euritmia e a comensurabilidade, assim como a Coordenação Modular, tinham por objetivo a racionalização da construção. (GREVEN; BALDAUF, 2007, p.34)

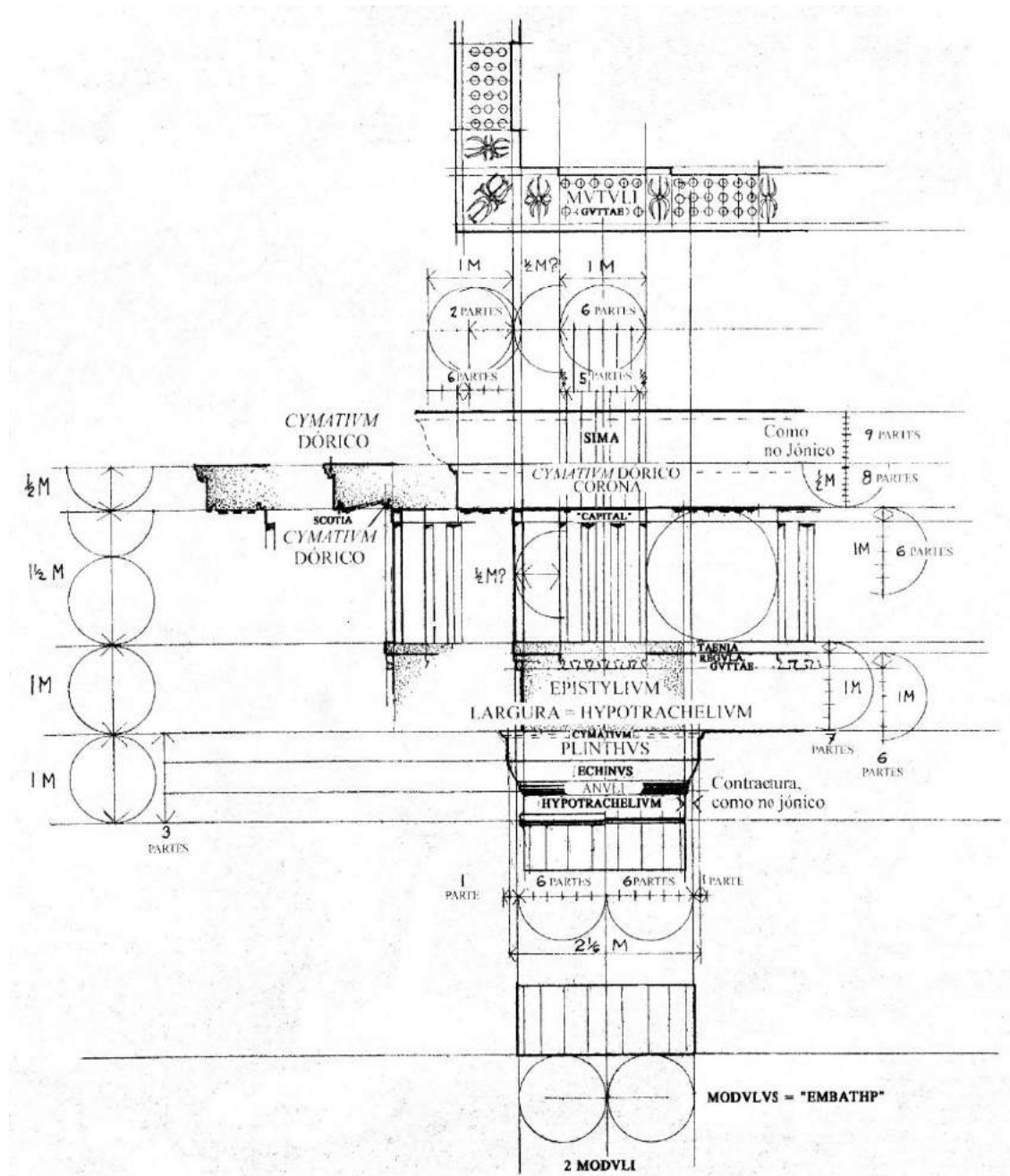
Neste contexto, sabe-se que diversos componentes para as obras eram pré-fabricados em ateliês especializados, a adoção de medidas padronizadas era essencial para garantir a compatibilização construtiva dos diversos elementos no canteiro. A presença de diversos fornecedores para uma mesma obra tornou-se uma realidade ainda mais complexa e diversificada nas obras contemporâneas, que

---

<sup>21</sup> *Venustas*: beleza, elegância, estética. (MACIEL, 2007, p.82)

somada à constante necessidade de redução de custos e de aumento da produtividade faz com que a Coordenação Modular volte a ser considerada no caminho crítico dos empreendimentos, uma vez que traz redução de custos em várias etapas do processo construtivo devido à otimização do uso da matéria-prima, à agilidade que confere no processo de projeto ou compra dos componentes, ao aumento da produtividade e à diminuição dos desperdícios e das perdas. (GREVEN; BALDAUF, 2007, p.9)

**Figura 04:** Comensurabilidades dóricas (IV, 2, 4-6)



**Fonte:** HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.165



Apesar de o Brasil ter sido um dos primeiros países do mundo a aprovar uma norma de Coordenação Modular decimétrica (módulo de 10 cm), a NB-25R – Modulação das Construções, em 1950, e do importante papel desempenhado pelo Banco Nacional da Habitação (BNH) em parceria com o Centro Brasileiro da Construção Bouwcentrum (CBC) nas décadas de 60 e 70, as ações para o desenvolvimento de uma estratégia de implantação da Coordenação Modular no Brasil não tiveram sistematicidade e recursos suficientes para uma difusão ampla, sendo interrompidas em 1972. (BALDAUF, 2004 apud ABDI, 2012, p.11)

“Se fosse haver um selo [de sustentabilidade] que se preocupasse com produção, Coordenação Modular já devia valer 50% [dos créditos]”.<sup>22</sup> A afirmação do docente e gerente de qualidade da Cyrela, Alexandre A. Britez, manifesta um importante entrave à implementação efetiva da Coordenação Modular, uma vez que a falta de reconhecimento deste instrumento por órgãos certificadores de construções sustentáveis é um fator dificultador para a sua difusão e implementação pelos agentes do setor (fabricantes, construtoras, projetistas, poder público).

Também configuram obstáculos relevantes as práticas e rotinas historicamente sedimentadas no setor da construção, tais como a pouca observância de juntas de dilatação não estruturais, a confecção sob medida de elementos e componentes da construção, o ajuste *in loco*, a quase ausência da indicação de tolerâncias nos projetos de edificações etc. (ABDI, 2012, p.12)

Entretanto, recentes esforços de cooperação técnica entre a União, o setor industrial e instituições de pesquisa para formulação de medidas e estratégias para a implementação sistemática da Coordenação Modular no país buscam contribuir para a modernização e industrialização do setor de Construção Civil, com a finalidade de viabilizar a interoperabilidade técnica que possibilitará, dentre outras melhorias, a diminuição dos desperdícios e redução dos prazos de execução das obras, devido à maior facilidade para realização de ajustes e montagens. (ABDI, 2012, p.10)

---

<sup>22</sup> Informação verbal fornecida pelo prof. Alexandre A. Britez em aula da disciplina TG214 - Inovação Tecnológica na Produção de Edifícios, Escola Politécnica, em 01 de março de 2016.

Somente a elaboração e publicação da norma ABNT NBR 15873: Coordenação Modular para Edificações, em 1º de outubro de 2010, foi ação responsável pelo cancelamento de outras 25 normas técnicas relativas ao tema, antes específicas e autônomas para cada segmento da cadeia produtiva da construção civil. Com isso, a terminologia técnica foi padronizada e os parâmetros para os diferentes componentes compatibilizados sob um único sistema modular de medidas.

**Tabela 02:** Normas canceladas pela publicação da NBR 15873:2010

<b>Norma</b>	<b>Código NBR</b>	<b>Publicação</b>	<b>Norma de origem</b>
Ajustes modulares e tolerâncias	5725	2/1982	NB 417
Altura modular de piso/teto (entre pavimentos consecutivos)	5713	2/1982	NB 331
Alturas modulares de piso a piso, de compartimento e estrutural	5710	2/1982	NB 305
Alvenaria modular	5718	2/1982	NB 340
Coberturas	5720	2/1982	NB 344
Componentes de cerâmica, de concreto ou de outro material utilizado em lajes mistas na construção coordenada modularmente	5716	2/1982	NB 338
Coordenação modular da construção - Terminologia	5731	2/1982	TB 202
Coordenação modular da construção - Procedimento	5706	12/1977	NB 25
Detalhes modulares de esquadrias	5728	2/1982	NB 423
Divisória modular vertical interna	5721	2/1982	NB 345
Equipamento para complemento da habitação na construção coordenada modularmente	5727	2/1982	NB 422
Espaço modular para escadas	5717	2/1982	NB 339
Esquadrias modulares	5722	2/1982	NB 346
Forro modular horizontal de acabamentos (placas, chapas ou similares)	5723	2/1982	NB 372
Local e instalação sanitária modular	5715	2/1982	NB 337
Multimódulos	5709	2/1982	NB 304
Painel modular vertical	5714	2/1982	NB 332
Posição dos componentes da construção em relação à quadrícula modular de referência	5707	2/1982	NB 302
Princípios fundamentais para a elaboração de projetos coordenados modularmente	5729	2/1982	NB 424
Revestimentos	5719	2/1982	NB 343
Série modular de medidas	5726	2/1982	NB 420

Símbolos gráficos empregados na coordenação modular da construção	5730	2/1982	SB 62
Tacos modulares de madeira para soalhos na construção coordenada modularmente	5724	2/1982	NB 373
Tijolo modular de barro cozido	5711	2/1982	NB 306
Vãos modulares e seus fechamentos	5708	2/1982	NB 303

**Fonte:** adaptado de GREVEN; BALDAUF, 2007, p.61

Outra iniciativa importante foi o estudo realizado pela ABDI em 2012, sintetizado no “Relatório de Avaliação dos Esforços para Implantação da Coordenação Modular no Brasil”, onde examinou-se as características dos componentes construtivos disponíveis no mercado nacional para analisar os condicionantes específicos de cada segmento para a implantação da coordenação modular, com enfoque nos impactos sobre o desenho de produtos, sobre as necessidades de ajustes nas linhas de produção daí decorrentes e, eventualmente, sobre a logística (embalagem, armazenamento, transporte) e a qualificação da mão de obra (projetistas, vendedores, instaladores etc.). (ABDI, 2012, p.14).

Como se vê, ações significativas nos processos produtivos na construção civil nacional estão atualmente em curso para que a Coordenação Modular venha a ser tão indispensável e inata para o setor quanto os princípios da comensurabilidade, ordenação, disposição e eurtmia eram para os arquitetos na Antiguidade Clássica.

Como, pois, todas as coisas parecem formar uma totalidade e ser originadas a partir desses elementos concordantes, coisa essas divididas pela natureza numa imensidade de gêneros, julguei ser oportuno tratar acerca das variedades e diferenças do seu uso e das qualidades que cada uma delas poderá ter nos edifícios, de modo que, sendo conhecidas, os que projetam construir não caiam em erro, mas preparem para as construções os materiais convenientes a utilizar.

**Vitrúvio** (II, 2, 2)

## MATERIAIS

Não está na mão do arquiteto definir quais os gêneros de materiais que convém utilizar, porque não se produzem todos os tipos de materiais em todos os lugares, como se expôs no primeiro volume<sup>23</sup>. Além do mais, está na mão do proprietário se quer construir em laterício, em formigão ou em cantaria. E, assim, os julgamentos sobre todos os edifícios obedecem a uma tríplice consideração, a saber, a sutileza construtiva, a magnificiência e a disposição. Quando se considera que a obra foi realizada com magnificiência, serão louvadas as despesas feitas pela capacidade econômica do proprietário; quando se olha para a sutileza, a perfeição do artista será apreciada; mas, quando se apresentar esteticamente como modelo nas suas proporções e sistemas de medidas, então a glória será do arquiteto. (VI, 8, 9)

Ante o exposto, apesar de Vitruvius não incumbir aos arquitetos a tarefa pela especificação dos materiais, segundo o autor esta seria uma prerrogativa do proprietário, seu tratado aborda com grande interesse a questão dos materiais de construção, inclusive dedicando o segundo livro ao estudo “das disponibilidades de materiais que deverão ser preparados para os edifícios, quais as suas potencialidades e utilidades” (I, 7, 2) e o sétimo volume aos “acabamentos, de tal modo que a sua realização possa ter beleza e solidez” (VII, *Praef.*, 18).

Desta forma, não há surpresas em verificar que no mapeamento identificou-se 200 ocorrências relacionadas ao tema, além dos 21 trechos que têm por assunto o concreto/formigão/pozolana (ver Apêndice A), ou seja, mais de 30% do tratado referem-se à questão “dos recursos proporcionados pela natureza e da abundância dos materiais por ela disponibilizados para as edificações” (II, 1, 7).

---

<sup>23</sup>Provavelmente uma referência a I, 5, 8: “Ainda a propósito da fortificação, não se deverá definir de antemão em que material será construída ou aperfeiçoada, porque não podemos dispor dos recursos que desejamos. Mas, onde houver cantaria, alvenaria, pedra miúda, tijolo cozido ou cru, será isso que se utilizará”.

O principal argumento sustentado por Vitruvius para expor as características, desafios e problemas relacionados aos materiais de construção refere-se ao fato de que se faz necessário ao arquiteto conhecer as propriedades dos diferentes insumos para a adequada distribuição (*distributio/oeconomia*<sup>24</sup>) na produção das edificações.

A distribuição é a repartição apropriada dos meios e do solo, assim como um equilíbrio econômico nas contas de despesa das obras. Isso será observado se o arquiteto não procurar primeiro aquelas coisas que não se podem encontrar ou preparar, a não ser com grande despesa. Pois não é em todos os lugares que há abundância de areia fóssil, de calhaus, de abeto, de tábuas dessa árvore ou de mármore, antes de cada coisa nasce no seu lugar, sendo o seu transporte difícil e dispendioso. Deverá ser usada areia fluvial ou marinha lavada onde não existe areia fóssil. As faltas de abeto ou de tábuas dessa árvore serão colmatadas utilizando o cipreste, o choupo, o olmo, o pinheiro; e as carências restantes serão solucionadas de modo semelhante. (I, 2,8)

Vitruvius tem consciência dos impactos – financeiros, práticos e logísticos – decorrentes da escolha de determinado material e, deste modo, intenta prover aos seus leitores as informações e diretrizes que julga pertinentes para que a administração do canteiro seja executada adequadamente. Mesmo que, num primeiro momento, não esteja nas mãos dos arquitetos qual gênero de material utilizar, cabe aos mesmos possuir a autoridade para analisar criticamente a definição do proprietário e as características do local para tomar decisões estratégicas que garantam a viabilidade de cada empreendimento.

Para tanto, no segundo livro apresenta os seguintes temas: os primeiros dois capítulos tratam “da economia dos edifícios, onde tiveram a sua origem e como se desenvolveram as suas formas, seguindo a correlação com a natureza e aqueles autores que escreveram sobre os primórdios da humanidade e sobre a constante

---

<sup>24</sup> *Distributio*: distribuição, repartição, divisão.

Oeconomia: distribuição, administração, organização, economia. (MACIEL, 2007, p.74)

procura de novas invenções” (II, *Praef.*, 5); o terceiro capítulo inicia a exposição das questões relativas aos materiais de construção com os tijolos<sup>25</sup>:

Logo em primeiro lugar tratarei dos tijolos, dizendo de que qualidade de terra convém fazê-los. Pois não deverão ser elaborados a partir de barro arenoso, que tenha pedras ou areia grossa, porque, se forem produzidos a partir dessas variedades, resultarão, logo de início, pesados, e depois, quando nas paredes forem regados pelas chuvas, serão desfeitos e dissolvidos, além de que a palha não encontrará neles adesão, por causa da sua aspereza. Deverão, em contrapartida, ser confeccionados a partir de terra esbranquiçada abundante em argila, de terra vermelha ou ainda de vigoroso saibro. Com efeito, essas variedades apresentam consistência devido à sua textura leve, não são pesadas na obra e argamassam-se facilmente. (II, 3, 1)

No capítulo subsequente, Vitruvius aborda as diferentes espécies de areias fósseis – negra, branca, vermelha e carbúnculo –; em seguida, no quinto capítulo, que tem a cal como objeto de estudo, recomenda que “deverá também recorrer-se, com diligência, à cal, que deve ser queimada a partir de pedra branca ou tufo calcário; será útil nas estruturas a que for de pedra sólida e mais dura, e, nos revestimentos, a de pedra porosa” (II, 5, 1); já o sexto capítulo trata da pozolana, “uma espécie de pó que produz naturalmente soluções admiráveis” (II, 6, 1); o sétimo discute a cantaria – trabalho com pedras para a construção –; o oitavo capítulo dedica-se às técnicas de produção de alvenarias – *opus reticulatum*<sup>26</sup> e *opus incertum*<sup>27</sup> (ver figura 05) – e por fim, os dois últimos capítulos do segundo livro tratam da utilização das madeiras:

As árvores, com efeito, têm características diferentes e dessemelhantes umas das outras, nomeadamente o roble, o olmo, o choupo, o cipreste, o abeto e outras que são úteis em alto grau nas edificações. Não se pode fazer com o

<sup>25</sup> *Lateres*: tijolos, ladrilhos. Vitruvius aplica aqui o termo *later* seja ao tijolo cru (*opus latericium*), a que chama *crudus later*, seja ao cozido (*opus testaceum*), aqui também referido como *coctus later*, o que confirma a aplicação do termo ao processo mais antigo ao mais recente. (MACIEL, 2007, p.94)

<sup>26</sup> *Reticulatum* (*opus*): técnica de revestimento que consiste na disposição em rede (*rete* ou *retis*) de pedras ou tijolos de forma piramidal, penetrando a parte aguçada na argamassa e deixando visível apenas a base quadrangular. (Ibid., p.136)

<sup>27</sup> *Incertum* (*opus*): técnica de revestimento caracterizada pela disposição irregular ou incerta de pedras de diferentes feições e tamanhos e que supõe um interior das paredes coeso estruturalmente com a técnica do *opus caementicium*. (Ibid., p.136)

roble o que se faz com o abeto, com o cipreste ou com o olmo, nem as demais árvores possuem entre si naturalmente as mesmas semelhanças, mas, conforme as características dos elementos constitutivos de cada um dos gêneros, elas se apresentam preparadas para soluções de ordem variada. (II, 9, 5)

O segundo volume do tratado dedicado aos materiais (Livro VII) contém catorze capítulos, sendo que os três primeiros abordam os procedimentos utilizados na aplicação de materiais de proteção e de acabamento em planos horizontais e verticais enquanto que o quarto capítulo trata especificamente do revestimento empregado em “lugares úmidos” (VII, 4, 1). Os capítulos restantes, quinto ao décimo quarto, apresentam conceitos, diretrizes e procedimentos relacionados à obtenção ou fabricação de materiais de pintura e ao seu uso cromático nas construções:

Descrevi pormenorizadamente neste livro, à medida que me vinham à memória, os processos e os materiais de acordo com o efeito estético da estabilidade e segundo os quais convém executar as pinturas, bem como as características que todas as cores têm em si. (VII, 14, 3)

Cabe também destacar passagem do oitavo Livro, dedicado ao tema da água, onde Vitruvius compara o uso de tubos cerâmicos com os fabricados com chumbo:

Os condutos através de tubos cerâmicos têm as suas vantagens. Primeiramente, porque, se algum acidente vier a ocorrer na obra, qualquer pessoa os poderá consertar. Depois, porque é muito mais saudável ser a água distribuída por tubos cerâmicos do que por canos de chumbo, pois parece que o chumbo é nocivo por dar origem à cerussa: diz-se, com efeito, que está é prejudicial ao organismo humano. Pois, se ela tem origem no chumbo, e é nociva, não há dúvida de que também este será insalubre. (VIII, 6, 10)

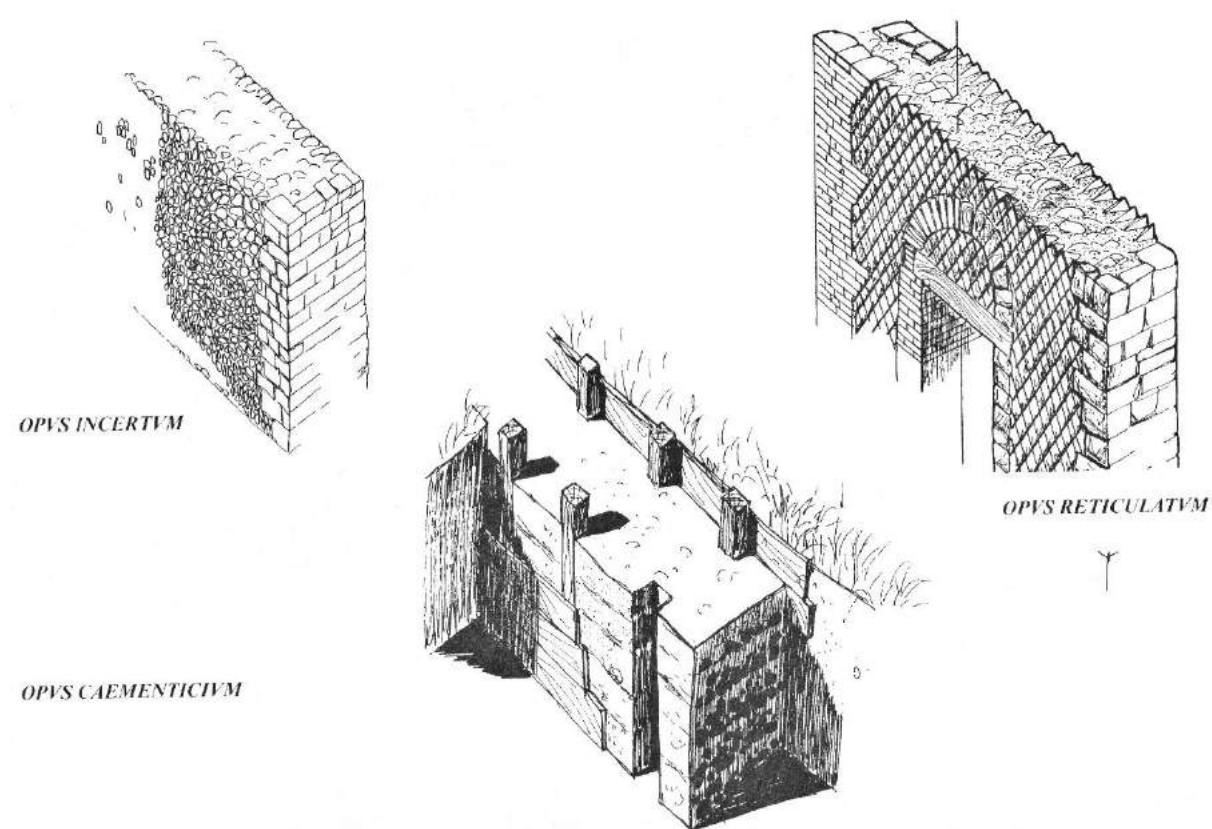
O claro empenho de Vitruvius em evidenciar e explanar minuciosamente a temática dos materiais de construção corrobora seu intento em estabelecer uma obra literária referencial para a atividade arquitetônica. Deste modo é possível verificar que a escolha da narrativa da descoberta do fogo e do desenvolvimento da vida em sociedade para abertura do Livro II não foi casual, uma vez que o autor utiliza esta



parábola para ilustrar como engenho humano, através da observação da natureza (*imitatio*) e de *inventio*, desenvolveram e aperfeiçoaram as técnicas construtivas “passando, dos juízos vagos e incertos, à certa racionalidade das comensurabilidades<sup>28</sup>, através das observações das obras”. (II, 1, 7)

Portanto, segundo o antigo tratadista, para que o ideal de racionalidade das edificações pudesse ser obtido, isto quer dizer, construir com pleno atendimento aos princípios da disposição (*dispositivo*) e da distribuição (*distributio*), era imprescindível conhecer as especificidades dos materiais com os quais se constrói. Como se vê, mais uma vez o autor reafirma que o bom arquiteto é aquele capaz de reunir coerentemente os recursos práticos e as fundamentações teóricas em sua prática profissional.

**Figura 05:** Processos construtivos romanos (II, 8, 1-4)



**Fonte:** HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.101

<sup>28</sup> *Symmetriae*: comensurabilidades, sistema de proporções. (MACIEL, 2007, p.116)

O cascalho argamassado será, pois, lançado e, com trancas de madeira, manejadas por grupos de dez homens, será compactado através de batimentos contínuos, de modo que todo o pavimento, bem calcado, fique com uma espessura não menor do que três quartos de um pé.

**Vitrúvio** (VII, 1, 3)

## MÃO DE OBRA

Vitrúvio menciona, ao longo do texto, 19 diferentes profissões ou conjunto de trabalhadores relacionados à construção. Evidentemente, o termo “arquiteto” é o mais citado pelo autor, com 36 ocorrências no total (ver tabela abaixo).

**Tabela 03:** Ocupações profissionais mencionadas em *De Architectura*

Ocupações profissionais	Ocorrências
arquiteto	36
homens	7
escavadores	4
estucador	3
artistas	3
pintores	3
escravos	2
artífices marmorários	2
transportadores	2
construtores	1
decúria de trabalhadores	1
adjudicatário (empreiteiro)	1
oleiros	1
artífices plumbários	1
piloto	1
peritos	1
manuseador	1
carpinteiros	1
encomendador	1

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O prevaecimento de arquiteto em detrimento dos demais envolvidos no canteiro de obras (50% das ocorrências) era um dado esperado na medida em que Vitruvius propõe explicar “todos os preceitos da arquitetura” (I, *Praef.*, 60) e “instruir completamente um *corpus* perfeito de arquitetura” (IX, 8, 15), ou seja, há um claro empenho do autor em seu tratado de determinar e estabelecer as atribuições e atividades arquitetônicas e quais os campos de atuação a que estas se aplicam.

Conforme abordado anteriormente no capítulo “Os canteiros no tempo do Império”, o trabalho do arquiteto durante a obra era particularmente voltado ao planejamento, gestão e fiscalização dos serviços – *la direction du chantier* (GROS, 1983, p. 440).

No Brasil, desde julho de 2013, com a publicação da Resolução nº 51 pelo CAU/BR – “dispõe sobre as áreas de atuação privativas dos arquitetos e urbanistas e as áreas de atuação compartilhadas com outras profissões regulamentadas, e dá outras providências” –, são 6 as atividades que constituem escopo semelhante ao que era exercido pelos arquitetos nos tempos de Augusto: condução; direção de obra ou serviço; fiscalização de obra ou serviço técnico; gerenciamento de obra ou serviço técnico; monitoramento e supervisão de obra ou serviço técnico<sup>29</sup>.

Sobre os demais profissionais mencionados por Vitruvius, pode-se verificar que há tanto a presença de trabalhos especializados quanto de tarefas mais genéricas, sendo que nesta última o autor adota geralmente os termos “homem” ou “trabalhador” para caracterizar o responsável pelo serviço. Além disso, em dois momentos – (VII, 7, 1) e (X, 3, 7) –, Vitruvius indica a utilização de mão de obra escrava.

Em apenas 05 casos, ainda que de forma pouco precisa, há referência numérica para equipes de produção ou conjunto de operários nas obras:

O cascalho argamassado será, pois, lançado e, com trancas de madeira, manejadas por grupos de dez homens, será compactado através de batimentos contínuos, de modo que todo o pavimento, bem calcado, fique com uma espessura não menor do que três quartos de um pé. (VII, 1, 3)

---

<sup>29</sup> Ver definições no Anexo A deste trabalho.

Na verdade, entre os gregos, os estucadores não apenas constroem obras sólidas, de acordo com essas normas, mas também, feita a argamassa e aí misturadas a cal e a areia com uma decúria de trabalhadores, pisam-na com trancas de madeira e só depois de terminado este trabalho a aplicam. Além disso, alguns usam como ortóstatos pintados placas retiradas de velhas paredes, e os próprios revestimentos apresentam em volta, na separação dos painéis e respectivos polimentos, cercaduras de baixo-relevo. (VII, 3, 10)

Aqui, com efeito, é colocado um terceiro cadernal; os gregos chamam-lhe *epagon*; os nossos, artemon. Esse cadernal é ligado à base da máquina, apresentando três roldanas pelas quais se passam as cordas para serem puxadas por homens. Desse modo, puxando três linhas de homens, rapidamente elevam a carga até o alto, sem cabrestante. (X, 2, 9)

Também as cargas muito pesadas, quando transportadas em varões levados por seis ou quatro transportadores<sup>30</sup>, encontram o ponto de equilíbrio axial precisamente na sua parte média, de modo a cada um dos carregadores transportar aos ombros uma parte igual do peso, de acordo com uma determinada razão distributiva, levando em conta a divisão proporcional da totalidade da carga. (X, 3, 7)

Pois, assim como uma alavanca, tendo cinco pés de comprimento, necessita de quatro homens para elevar a carga que é na mesma movimentada por dois, se tiver dez pés, assim os braços serão manobrados tanto mais suavemente quanto mais compridos forem, e tanto mais dificilmente quanto mais curto forem. (X, 10, 6)

Contudo, não é possível afirmar se no período era praxe determinar o número de integrantes das equipes de trabalho ou se isto sequer se constituía como uma questão na qual os arquitetos e/ou o *redemptor*<sup>31</sup> estariam diretamente envolvidos. O tratado, por si só, não fornece dados suficientes sobre produtividade da mão de obra ou

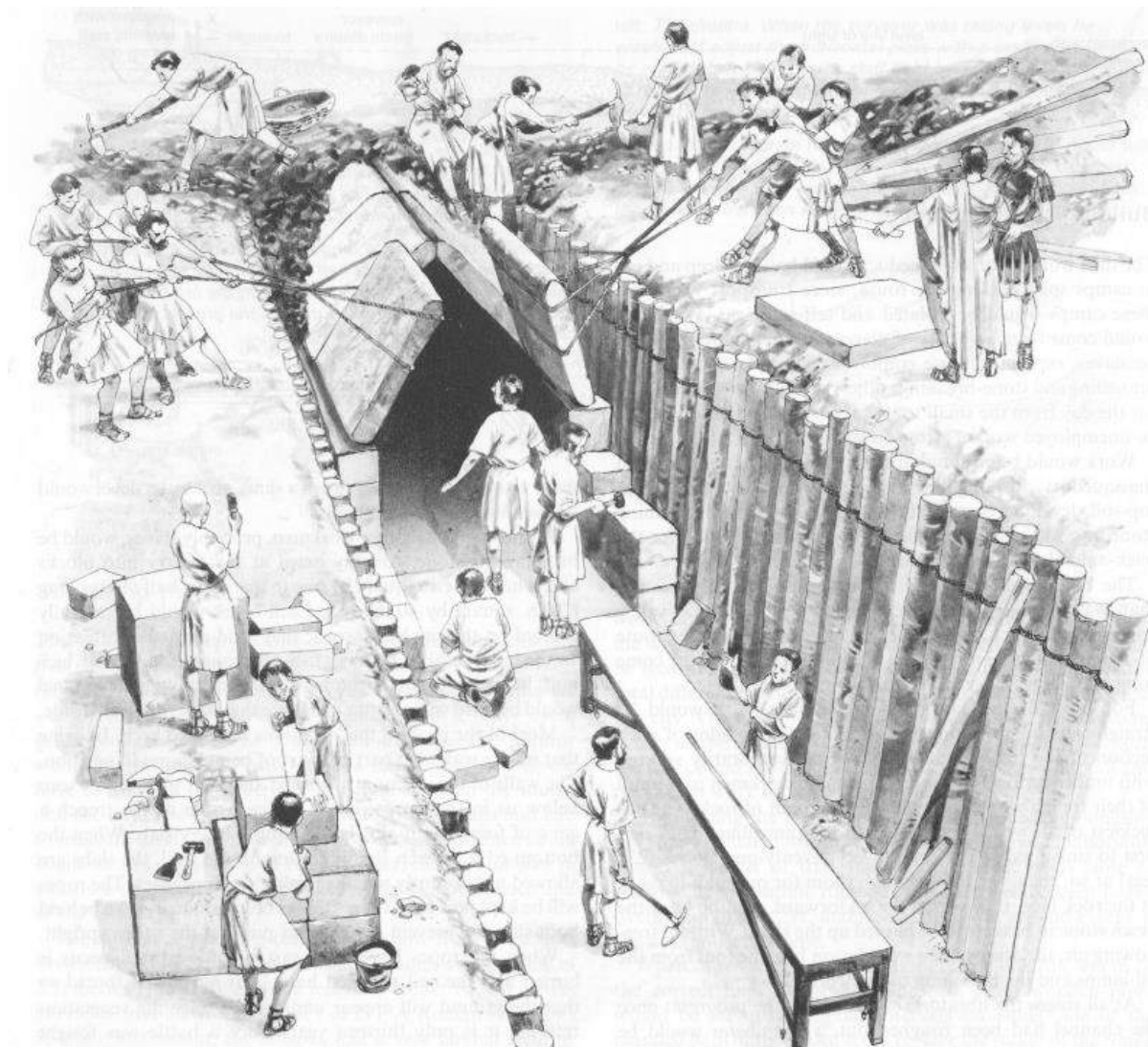
---

<sup>30</sup> *Phalangarii*: escravos transportadores de cargas suspensas de varões. (MACIEL, 2007, p.494)

<sup>31</sup> *Redemptor*: adjudicatário, empreiteiro. (Ibid., p.363)

organização da produção para subsidiar conjecturas a respeito da existência de indicadores ou de uma metodologia de dimensionamento das equipes de trabalho.

**Figura 06:** Construção de canal subterrâneo



**Fonte:** AQUACLOPEDIA

Visto que *De Architectura* é o único texto remanescente sobre arquitetura da Antiguidade, não há outros tratados ou obras análogas que permitam a realização de estudos comparativos e, ainda, seu conteúdo possui diversas passagens onde as informações expostas são imprecisas ou pouco claras<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> MANENTI, 2014, p.45

“Se, por outro lado, o objetivo for o de se buscar princípios e procedimentos de projeto, as descrições, mesmo que imprecisas, são úteis”. (MANENTI, 2014, p.46)

Nesta perspectiva, este trabalho procura apontar que, em relação aos métodos de planejamento e gestão da mão de obra, Vitruvius nomeia diversos profissionais e define orientações através de procedimentos operacionais, porém não efetua grandes explorações acerca da produtividade ou quantidade de mão de obra empregada.

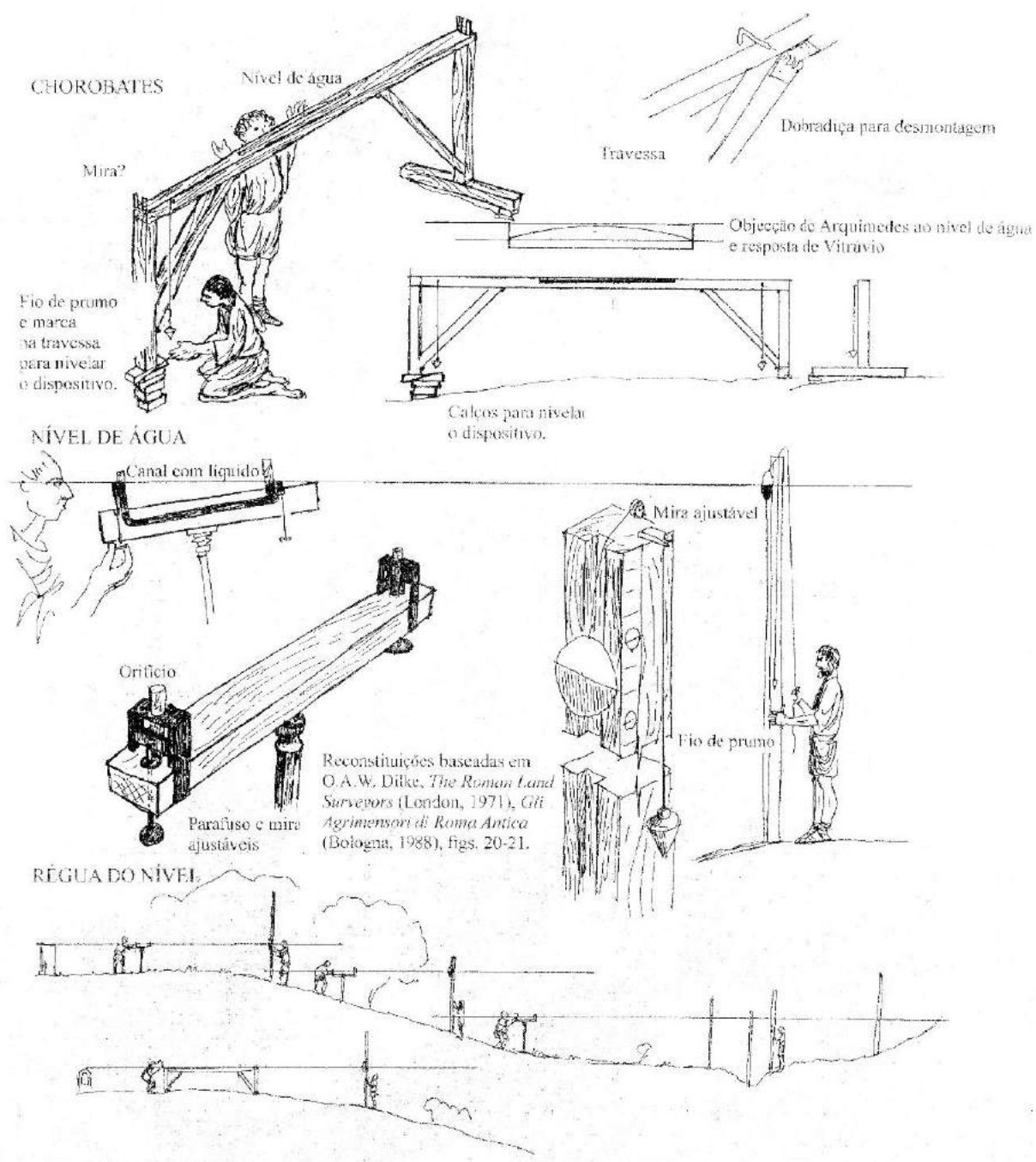
Tratarei agora do modo como convém fazer as condutas para as habitações e para os recintos das cidades. A primeira tarefa consiste na determinação do nível. Determina-se com dioptras, com níveis de água ou com um coróbata, mas obtém-se mais rigorosamente com este último, pois tanto as dioptras como os níveis falham; com efeito, o coróbata é uma régua com cerca de vinte pés de comprimento. Nas extremidades, dispõe de suportes totalmente iguais e que formam ângulo reto com as pontas da régua; entre estas e esses apoios há umas travessas que, travadas por cavilhas, apresentam linhas traçadas retilineamente na perpendicular, pendendo de cada um dos lados da régua fios de prumo que, montado o coróbata, coincidirão perfeitamente com as linhas anteriormente mencionadas, indicando que o instrumento se encontra colocado na horizontal.

**Vitrúvio** (VIII, 5,1)



## EQUIPAMENTOS

Figura 07: Nivelamento com a ajuda do coróbata (VIII, 5, 1-3)



Fonte: HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.319

Em agosto de 2014, durante aula inaugural do curso “Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios”, ministrada pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mércia M. S. B. Barros, também coordenadora do curso de pós-graduação, após questionar os novos alunos – “Será que avançamos em produtos para habitação, comércio e indústria?; Será que avançamos/ inovamos em sistemas de produção para edifícios?”<sup>33</sup> – as seguintes imagens (ver figuras 08 e 09) foram projetadas para que todos refletissem sobre as características da Indústria da Construção de Edifícios:

**Figura 08:** Época dos Faraós vs. Terceiro Milênio - 01



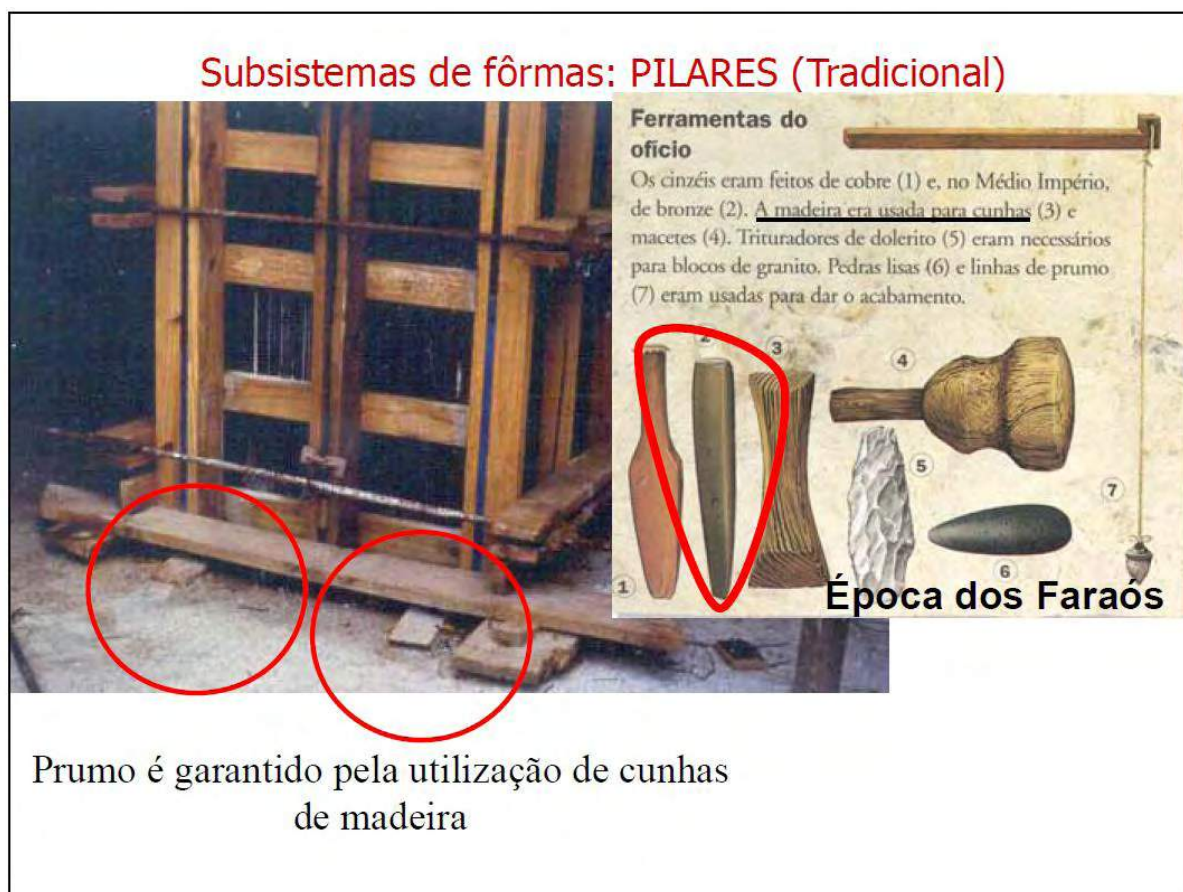
**Fonte:** TG-201: Importância estratégica da tecnologia e da gestão da produção.

Segundo Mércia (2014), o fato de utilizarmos os mesmos instrumentos desde o Antigo Egito era um sintoma explícito de que se faz necessário alterar a postura e a cultura construtivas atuais para permitir a obtenção de novo patamar tecnológico e

<sup>33</sup> Aula 01 da disciplina TG-201: Importância estratégica da tecnologia e da gestão da produção, Escola Politécnica, em 5 de agosto de 2014.

organizacional do setor, visto que os velhos modelos não são capazes de atender a demanda e exigências contemporâneas - produzir mais; melhor; com menores custo e prazo; respeitando ao meio ambiente e ao trabalhador<sup>34</sup>.

**Figura 09:** Época dos Faraós vs. Terceiro Milênio - 02



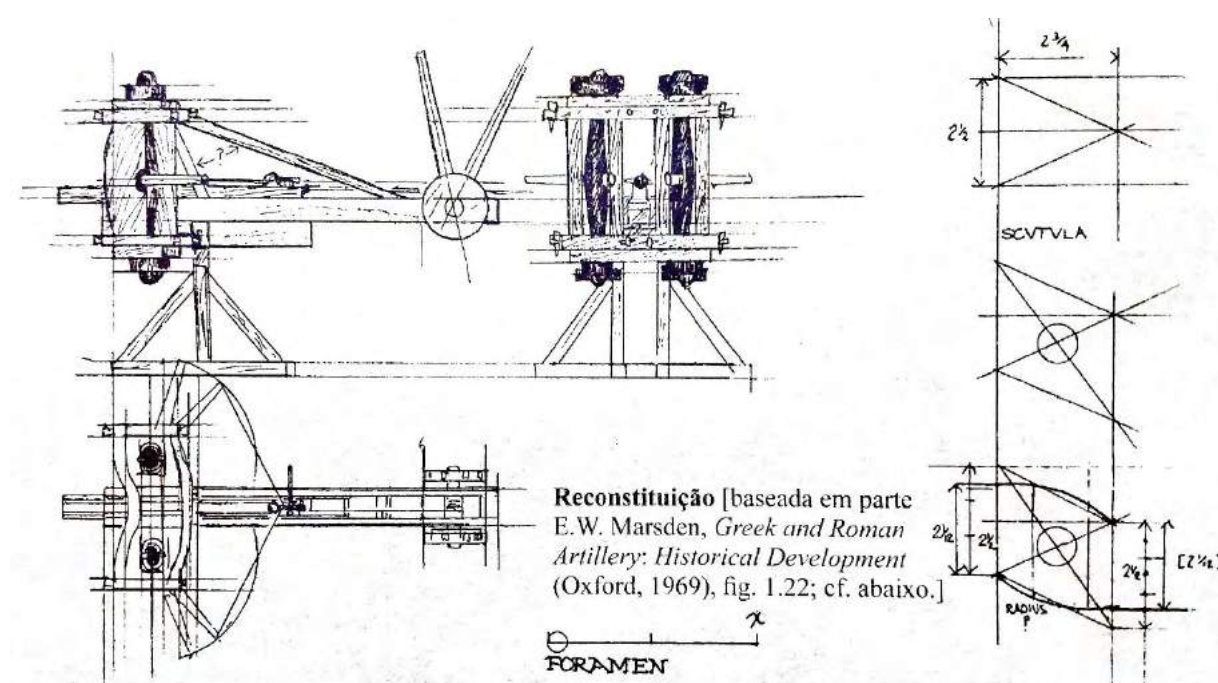
**Fonte:** TG-201: Importância estratégica da tecnologia e da gestão da produção.

Após a leitura dos escritos de Vitruvius, pôde-se verificar que o fio de prumo e as cunhas de madeira não são as únicas ferramentas do mundo antigo que ainda podem ser encontradas nos canteiros de obras atuais. Além destes, em *De Architectura*, são mencionados: compasso, régua, esquadro, colher de pedreiro (*ascia*), andaimes (*machinae*), bate-estacas ou maços (*fistucae*), pincel de cerda (*saeta*), panos de linho, níveis de água (*librae aquariae*), guindastes (*polypastos*), gruas (*carchesia*), etc.

<sup>34</sup> Aula 01 da disciplina TG-201: Importância estratégica da tecnologia e da gestão da produção, Escola Politécnica, em 5 de agosto de 2014.

Ao todo, 109 das 731 passagens do texto (aprox. 15%) tratam, em algum nível, sobre os equipamentos utilizados nas construções ou nos combates (ver Apêndice A). As ocorrências, como era de se esperar, estão predominantemente localizadas no décimo e último livro do tratado (71/109 – aprox. 65% do total), ao passo que este volume foi dedicado ao conhecimento dos recursos técnicos (máquinas e instrumentos) necessários para a adequada execução dos trabalhos arquitetônicos.

**Figura 10:** A balista (X, 11, 1-9)



**Fonte:** HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.412

E assim, como M. Aurélio, P. Minídio e Gn. Cornélio, estive ao serviço na preparação de balistas e de escorpiões, bem como na reparação das restantes máquinas de guerra, e com eles recebi os salários que, tendo-me tu inicialmente concedido o cargo, me mantiveste por recomendação de tua irmã. (I, Praef.,2)

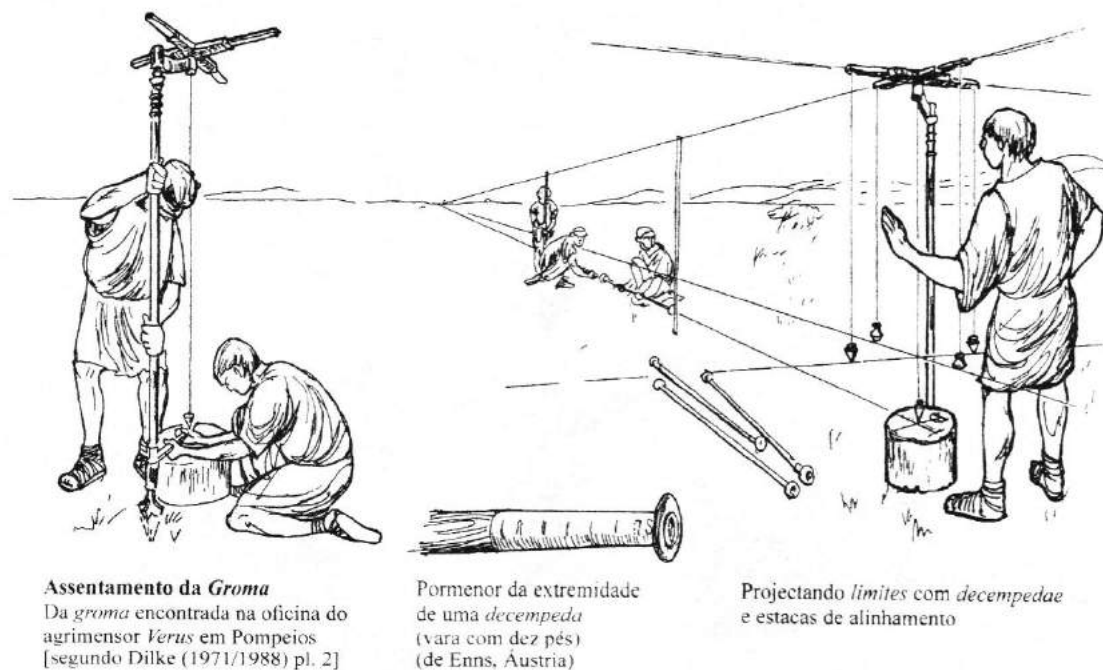
A experiência profissional de Vitruvius no âmbito da mecânica (*machinatio*) é relevante para compreender a presença deste tema no tratado. “Uma confirmação das competências do autor se encontra no trecho dedicado à artilharia no livro X (Cap. 10-

12), onde Vitrúvio apresenta o assunto de um ponto de vista original e com o domínio de um verdadeiro especialista”. (CALLEBAT, 1986 apud VITORINO, 2004, p.36-37)

Igualmente essencial conhecer a distinção entre os termos máquinas e instrumentos (*machinas et organa*<sup>35</sup>) exposta pelo autor no primeiro capítulo de seu último livro:

A diferenciação entre máquinas e instrumentos parece estar no fato de aquelas funcionarem a partir de várias interferências no seu movimento, pois são obrigadas por uma força maior, como acontece nas balistas e nas varas dos lagares; os instrumentos, por sua vez, funcionam de acordo com a sua finalidade e mediante o controle experiente de um só manuseador, como é o caso das manobras dos escorpiões ou das rodas de engrenagem. Portanto, os instrumentos e as soluções trazidas pelas máquinas revelam-se necessários no uso quotidiano e sem eles nada poderá ser facilitado. (X, 1, 3)

**Figura 11:** Medição e *limitatio* (centurição)



**Fonte:** HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.63

<sup>35</sup> VITRUVII. *De Architectura: Libri decem*. Valentinus Rose (org.). EUA: Project Gutenberg, 2016.

Vitrúvio ainda decompõe as máquinas em três subgêneros – acrobático, pneumático e tratório –, de acordo com seu sistema de funcionamento:

Consiste a máquina numa coesa aparelhagem de madeira que proporciona as maiores vantagens para a movimentação de cargas. Trabalha rotativamente seguindo a solução técnica dos círculos, a que os gregos chamam *kyklike kinesis*. Há, efetivamente, um primeiro gênero de máquinas chamado de acrobático, que em grego se diz *akrobatikon*; um outro, dito pneumático, que entre eles se chama *pneumaticon*; e um terceiro, tratório, também dito pelos gregos *baroullkon*. O gênero classifica-se de acrobático quando as máquinas forem dispostas de tal maneira que se possa subir sem perigo, por traves dispostas em altura ligadas por travessas, para observar as manobras; classifica-se como pneumático quando o sopro do ar é impulsionado e vibra sob pressão, sendo os sons produzidos como que instrumentalmente. (X, 1, 1)

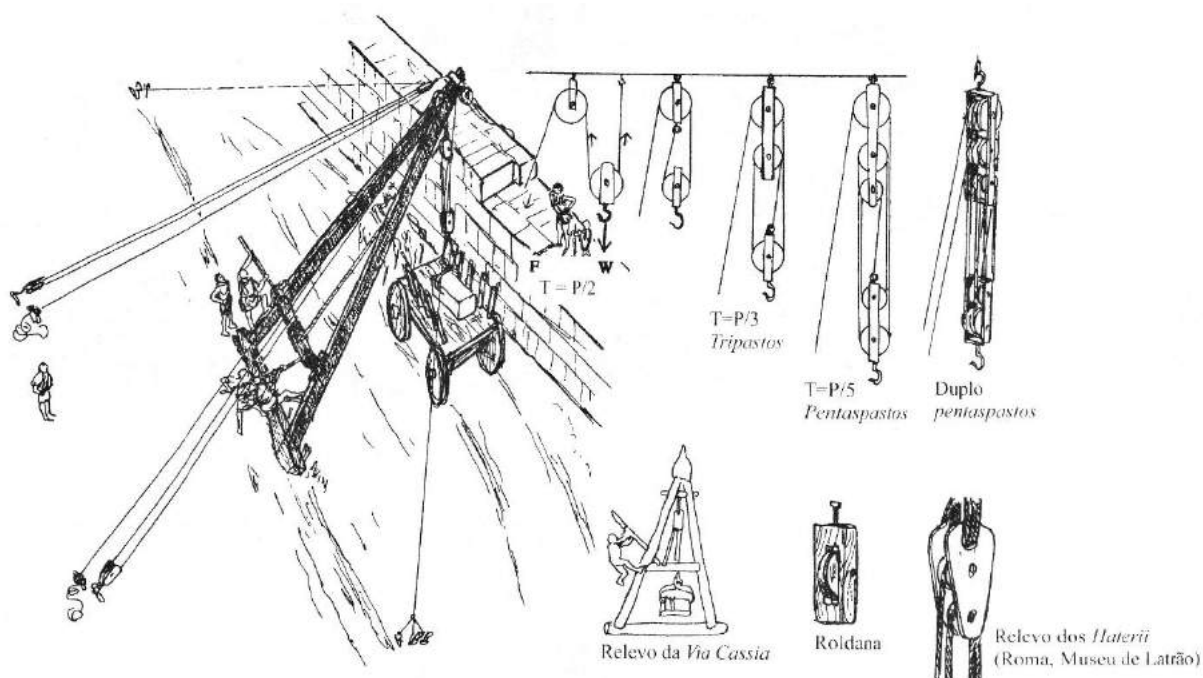
E como tratório quando os pesos são transportados por máquinas a fim de serem colocados a uma altura elevada. O gênero acrobático não é vantajoso pela técnica mas pela audácia; a sua estrutura é mantida coesa através de juntas, travessas, alças entrelaçadas e escoras de apoio. Por sua vez, o gênero que usa a força do sopro do ar obterá os melhores efeitos em virtude do engenho da técnica. O tratório, porém, apresenta na prática vantagens maiores e de grande aparato, além de proporcionar o melhor proveito, desde que seja utilizado com sagacidade. (X, 1, 2)

A visão apresentada por Vitrúvio em seu tratado sobre os instrumentos e máquinas, elementos que “se aprestam pela necessidade de levar a bom termo a construção” (X, 2, 1), demonstra como as práticas construtivas do império romano detinham elevado grau de mecanização de seus processos e ao mesmo tempo, possibilita verificar que os agentes envolvidos na construção reconheciam o papel estratégico dessas tecnologias nos canteiros para “melhor desempenho e celeridade” (X, 2, 10).

Diferentes soluções são apresentadas no decorrer do texto para proporcionar aperfeiçoamento dos processos de movimentação e transporte de cargas, agrimensura, extração de água e de defesa e combate. Todas as aparelhagens são pormenorizadamente descritas, especificando os materiais e as relações

dimensionais de seus componentes - “Com essas proporções, aumentando ou diminuindo, se executam esses instrumentos” (X, 10, 6).

**Figura 12:** Cabrestantes: *Trispastos* e *Pentaspastos*



**Fonte:** HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.402

No que tange ao nível estratégico das decisões relacionadas ao emprego de equipamentos, duas passagens oferecem informações que refletem diretamente no processo de implantação destas tecnologias *in opere*. A primeira, ao se referir aos guindastes, o autor determina que “Preparam-se duas traves, de acordo com o cálculo de dimensão da carga a suportar” (X, 2, 1) e em seguida, “Existe ainda um outro gênero de máquina muito artificioso e expedito, pela rapidez de funcionamento, mas só os peritos a poderão utilizar” (X, 2, 8). Estes trechos demonstram como o emprego de maquinário era considerado tendo em vista seus desdobramentos projetuais (memória de cálculo) e de recursos humanos (contratação de peritos), ou seja, a metodologia para implantação destas tecnologias já era enfrentada como uma ação integrante do processo de gestão da produção de edificações.

Portanto, uma vez que as coisas assim foram constituídas e transmitidas, não pode ser esquecido que, antes de se empreenderem as obras, se façam os cálculos cuidadosamente e com suma diligência.

**Vitrúvio** (*X, Praef.*, 4)



## GESTÃO

Conforme definição estabelecida pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR), entende-se por gerenciamento de obra o conjunto de atividades de controle dos aspectos técnicos e econômicos do desenvolvimento da construção, envolvendo a administração dos contratos e incluindo rigoroso controle do cronograma físico-financeiro estabelecido<sup>36</sup>. Neste sentido, pode-se verificar a existência de passagens análogas ao escopo desta atribuição ao longo de todo tratado (ver Apêndice A), identificando-se um total de 67 ocorrências (aprox. 9%).

Dentre os preceitos vitruvianos que compõem a arquitetura<sup>37</sup>, dois possuem significados relacionados com a gestão da produção: decoro (*decor*) e distribuição (*distributio*). O primeiro foi definido da seguinte maneira por Vitruvius:

O decoro é o aspecto irrepreensível das obras, dispostas com autoridade através de coisas provadas. Consegue-se pelo cumprimento de um princípio, que em grego se diz *thematismos*, segundo costume ou naturalmente. (I, 2, 5)

Segundo o professor Herman Geertman, há realmente uma relação entre *decor* e *distributio*, sendo o primeiro um conceito passivo e o segundo, ativo, ou seja, o decoro seria um atributo do edifício concluído e distribuição uma ação, que juntos constituiriam um terceiro nível da teoria vitruviana. Este terceiro nível, que compreende os dois últimos conceitos, estaria relacionado à dimensão social do trabalho do arquiteto, expressa pela *auctoritas*<sup>38</sup>. A ação descrita como distribuição, que consistiria no uso eficiente dos meios técnicos e financeiros de acordo com a função do edifício, com a disponibilidade dos materiais e com a posição social do contratante, seria a responsável pela obtenção das condições para que o edifício alcançasse o decoro. (GEERTMAN, 1994, p.21-23 apud MANENTI, 2014, p.148)

---

<sup>36</sup> Resolução nº 51, de 12 de julho de 2013, CAU/BR

<sup>37</sup> Ordenação, disposição; eurtmia; comensurabilidade; decoro e distribuição. (I, 2, 1)

<sup>38</sup> Competência ou autoridade. (MANENTI, 2014, p.142)

“Tal como a graça e a beleza do corpo não podem estar separadas da boa saúde, assim o decoro está estreitamente unido à virtude, e só pode dela se separar na mente e pelo raciocínio.” (CICERONE, 1998 apud D’AGOSTINO, 2010, p. 38) Assim, o correto cálculo, ajuste e controle físico-financeiro dos empreendimentos, realizado desde a encomenda do projeto até o registro dos serviços da obra nos *comentarii*, era encargo fundamental e inerente dentro das atribuições administrativas dos arquitetos. Entre as ações de gestão e monitoramento que deveriam ser realizadas *in opere*, Vitruvius relata três métodos de ensaio para diferentes materiais de construção, conforme passagens destacadas abaixo:

Quanto às estruturas de formigão<sup>39</sup>, deve-se em primeiro lugar procurar areia que seja apropriada à mistura dos materiais e que não tenha terra misturada. As espécies de areias fósseis são estas: negra, branca, vermelha e carbúnculo<sup>40</sup>. Entre elas, será melhor a que fizer um estridor ao ser friccionada na mão; a que for terrosa, porém, não terá aspereza. Também, se for posta num pano branco e depois de sacudida e lançada fora não o manchar nem ali deixar terra, será boa. (II, 4, 1)

Quanto ao tijolo que é mesmo cozido, se ele é ótimo ou defeituoso para a construção, ninguém de imediato poderá sabê-lo, pois somente ao ser colocado numa cobertura à prova de tempestades ou do verão poderá ser testado, para ver se é sólido; pois aquele que não for de uma boa argila ou tiver sido pouco cozido aí mostrará, tocado pelas geadas e pela neve, que é defeituoso. Em consequência, aquele que não pode se aguentar nas coberturas não poderá ser vigoroso para sustentar cargas na construção. Razão pela qual poderão apresentar solidez essencialmente as paredes construídas com tijolos cozidos a partir de telhas velhas. (II, 8, 19)

O cinábrio<sup>41</sup> pode ser adulterado pela mistura de cal. Quem quiser fazer a prova de que não é falsificado, procederá da seguinte maneira: toma-se uma lâmina de ferro, coloca-se nela cinábrio e leva-se ao fogo, até que a lâmina

---

<sup>39</sup> *Caementiciae structurae*: estruturas de concreto, compostas fundamentalmente por calhaus ou cascalho (*caementa*), areia e água. O mesmo que *opus caementicium* (obra cimentícia). (MACIEL, 2007, p.124)

<sup>40</sup> *Carbunculus*: areia vulcânica avermelhada, do tipo pozolana. (Ibid. p.124)

<sup>41</sup> *Minium*: cinábrio, pigmento vermelho, sulfureto de mercúrio. Hoje chamamos minio ao óxido salino de chumbo. (Ibid. p.365)

incandesça. Quando, devido ao calor, a cor do cinábrio mudar e se tornar escura, retira-se do fogo. Se, uma vez refrigerado, voltar à cor antiga, é prova de estar sem adulteração; se, todavia, permanecer de cor negra, significará que é falsificado. (VII, 9, 5)

Apesar da baixa sistematização e do emprego de parâmetros empíricos, a identificação de que havia o empenho em estabelecer métodos e técnicas de análise da qualidade de materiais e componentes da construção civil é relevante na medida em que demonstra que os arquitetos já reconheciam que a gestão deveria ser realizada de forma estratégica, ou seja, que compreendesse integralmente os processos de planejamento e produção da obra, associando os diversos serviços técnicos sob sua responsabilidade dentro de um único modelo de gestão.

Outras ações gerenciais mencionadas por Vitruvius são de âmbito econômico, ou seja, tomadas de decisões estratégicas com a finalidade de reduzir os custos da obra sem prejudicar a qualidade final da edificação. Por exemplo, nos oitavo e nonos parágrafos do terceiro capítulo do Livro III, o autor menciona as novas soluções na disposição dos templos realizadas pelo arquiteto Hermógenes, “quem primeiro descobriu o templo exostilo<sup>42</sup>, de tipologia pseudodíptera:”

Com efeito, retirou do sistema de medidas do templo díptero as filas interiores de trinta e quatro colunas, e com essa metodologia poupou nas despesas e nos trabalhos. No espaço intermédio, ele criou brilhantemente, em volta da cela, uma zona de circulação, em nada desfavorecendo o aspecto; antes pelo contrário, sem desejo das coisas supérfluas, salvaguardou a dignidade na economia<sup>43</sup> de toda a obra.

Com efeito, o sistema de pteroma<sup>44</sup>, disposição das colunas em volta do templo, foi estabelecido, a fim de que o aspecto do edifício, devido ao realce dos intercolúnios, se revestisse de dignidade e também, se a violência da água com

---

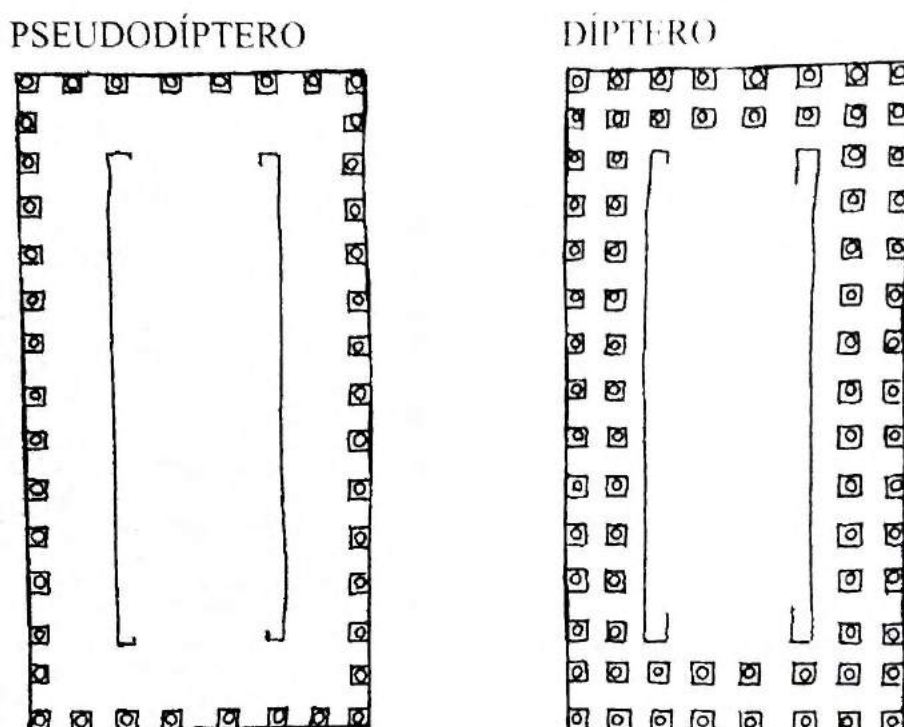
<sup>42</sup> *Exostylum*: exostilo, templo que repete o dinamismo da forma díptera, mas apresenta apenas a ala exterior das colunas, criando mais espaço de circulação em volta da cela. (MACIEL, 2007, p.180)

<sup>43</sup> *distributio*

<sup>44</sup> *Pteroma*: como diz aqui Vitruvius, é a disposição das colunas em volta do templo, ala peristilar ou pórtico envolvente dos templos perípteros. Pode também, por metonímia, significar *ambulatio* ou zona de circulação em torno das colunas do templo. (Ibid., p.181)

aguaceiros ali surpreendesse e ali encerasse uma multidão de homens, que estes encontrassem no templo e em volta da cela, à vontade e sem dificuldade, um abrigo livre. Como estas coisas se patenteiam nas disposições dos templos pseudodípteros! Por isso, parece que Hermógenes produziu obras com aguda e elevada inteligência e deixou fontes onde os vindouros pudessem haurir as riquezas do conhecimento. (III, 3, 9)

**Figura 13:** A descoberta de Hermógenes



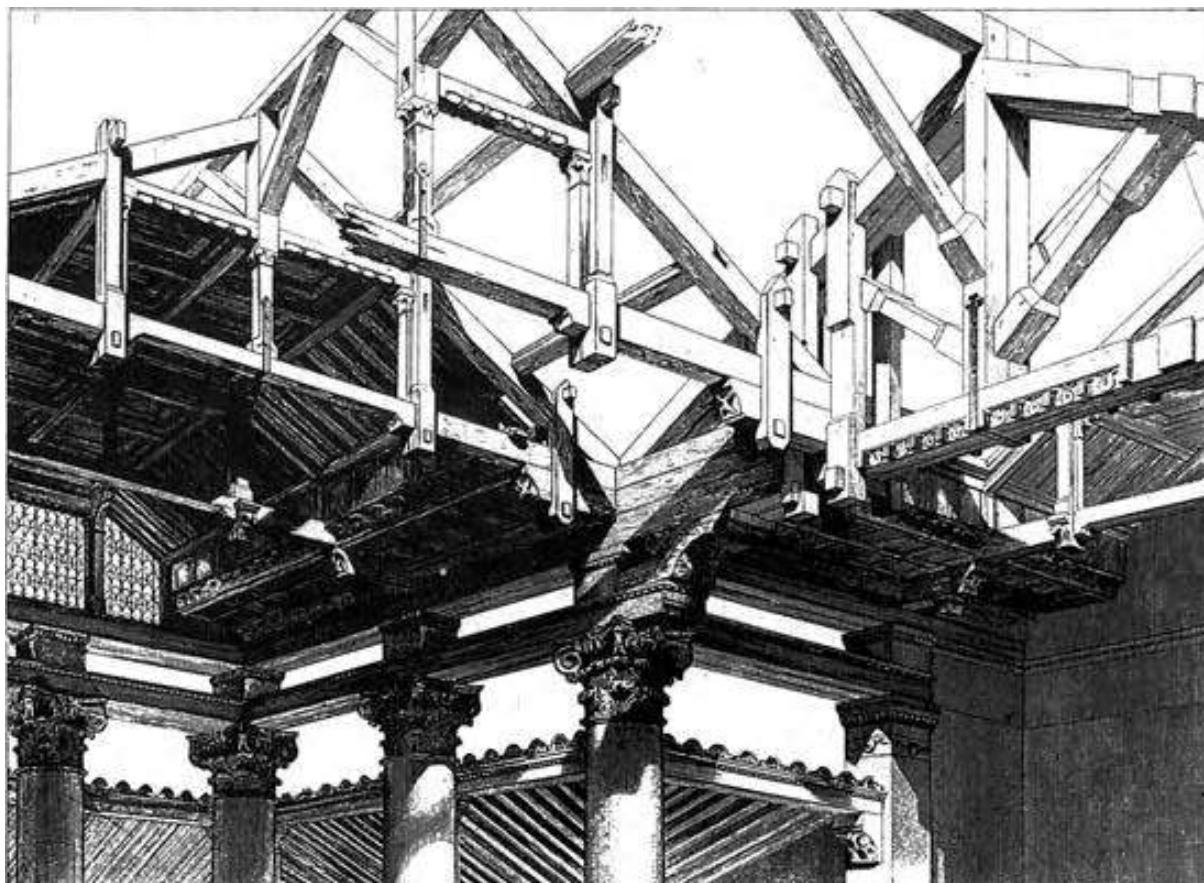
**Fonte:** HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.128

Outro caso neste sentido ocorre no Livro V, quando descreve um projeto “que eu [Vitruvius] próprio planejei e tratei de construir na colônia Júlia de Fano” (V, 1, 6). A chamada “basílica de Fano” (até hoje não localizada) é a única menção à sua atuação no campo da construção de edificações em *De Architectura*.

Um agradável efeito resulta, assim, quer da dupla disposição exterior dos telhados, quer do aspecto da alta nave interior. Desse modo, suprimidos os ornamentos dos epistílios e dos parapeitos e não se fazendo a montagem das colunas superiores, evita-se um trabalho moroso e baixa-se o montante de grande parte da despesa final. Além de que as próprias colunas, subindo

uniformemente em altura até o travejamento da nave central, parecem acrescentar suntuosidade e grandeza à obra. (V, 1, 10)

**Figura 14:** Detalhe da basílica de Fano



**Fonte:** VIOLLET-LE-DUC, 1863 apud CERVERA, 2014

A estrutura do argumento vitruviano nesta temática fica ainda mais clara quando este apresenta e justifica a necessidade de realizar “exceções às regras” de comensurabilidades e proporções constituídas para cada um dos gêneros arquitetônicos, quando trata dos projetos de teatro no quinto Livro:

É evidente que nem todos os teatros poderão corresponder a todas essas regras e efeitos, mas convém que o arquiteto considere quais as proporções que é necessário seguir para atingir a comensurabilidade e como as adaptar à natureza do local ou às dimensões da obra. Com efeito, há coisas que é necessário executar com as mesmas dimensões quer no pequeno quer no

grande teatro, por causa do uso, como sejam os degraus, as zonas horizontais de circulação, os pódios, os acessos, as escadas, os estrados de representação, os balcões e outras que poderão surgir onde a necessidade obriga a afastar da comensurabilidade, a fim de não se impedir o uso. Do mesmo modo, se a exiguidade de materiais originar a falta de mármore, madeira e outras coisas que se preparam para a obra, não será descabido diminuir ou acrescentar, desde que tal se faça não em demasia mas com bom senso. O que se conseguirá se o arquiteto for experiente e não destituído de expedito engenho e de inteligência. (V, 6, 7)

Com base nestes trechos podemos constatar que, para Vitruvius, a experiência profissional e a capacidade de raciocínio do arquiteto influem diretamente na competência deste em realizar a gestão do empreendimento, que, quando bem realizada, tem o potencial de trazer vantagens ao cronograma de execução da obra e reduzir gastos e custos de produção. Segundo o antigo tratadista, o diferencial que concede aos arquitetos maior aptidão para administrar os projetos reside no fato de que estes possuem a faculdade de antever as tarefas, os desafios e as consequências de cada serviço em relação ao resultado final da obra e de suas partes.

Com efeito, todos os homens, e não só os arquitetos, podem ajuizar acerca do que está bem, havendo a seguinte diferença entre leigos e os outros: o leigo não pode saber o que vai ser realizado, a não ser quando o vir concluído, ao passo que o arquiteto já tem definido na sua mente, antes de iniciar a obra, como será construída está em termos de beleza, funcionalidade e conveniência. (VI, 8, 10)

Para ter competência na arte (*ars*), segundo Vitruvius, era imprescindível zelar pela boa fama e dignidade individual<sup>45</sup>. Nesse asserto, o valor do conhecimento, a importância da educação e uma conduta ética profissional são ideais enaltecidos pelo autor no decorrer de todo tratado. Por exemplo, Maciel (2007) afirma que no preâmbulo do Livro sexto, “narrando a história de um discípulo de Sócrates que naufragou na costa

---

<sup>45</sup> “Para que não seja arrogante [o arquiteto], mas sobretudo prestável, equitativo, digno de confiança e sem avareza, o que é fundamental; com efeito, nenhuma obra pode ser levada a bom termo, verdadeiramente, sem fidelidade à palavra dada e sem integridade; também para que não se deixe levar pela cobiça nem tenha o espírito ocupado nos honorários que deverá receber, antes gravemente proteja a sua dignidade, tendo boa fama” (I, 1, 7).

de Rodes, sublinha que o saber e a competência aliados à honestidade são a verdadeira riqueza do arquiteto, pois são bens imperecíveis<sup>46</sup>, ou ainda, no prefácio do último Livro, quando “formula o voto de que também em Roma, como sucedia em Éfeso, os arquitetos fossem responsabilizados pelos orçamentos que apresentavam, a fim de se evitar o exercício da profissão por pessoas não devidamente aptas, sabedoras e experientes<sup>47</sup>”. Portanto, o princípio de decoro, a noção de gestão e a probidade encontram-se completamente interconectos na teoria vitruviana e tal condição, o fomenta, em vários momentos, em tom de denúncia, alertar contra as práticas desleais, o clientelismo, a corrupção de valores e gastos exorbitantes nas obras arquitetônicas durante o governo de Augusto. Aqui, não deixa de ser um exercício mental interessante imaginar como Vitruvius avaliaria a interface entre o poder público e o setor da construção civil no Brasil...

---

<sup>46</sup> “Assim, como todos os dons são oferecidos pela Fortuna, do mesmo modo e facilmente são arrebatados por ela. Todavia, a educação, conjugada com a força do ânimo, jamais se extingue, antes permanece estavelmente até o fim da vida”(VI, *Praef.*, 5) e “E, desse modo, Dinócrates, recomendado apenas pelo aspecto e pela beleza do seu corpo, conseguiu essa glória. A mim, porém, ó Imperador, não ofereceu a natureza boa aparência, a idade desfeou-me o rosto e a doença me subtraiu as forças. E, porque estou provado desses apoios, espero conseguir a tua recomendação através dos méritos da ciência e através destes escritos” (II, *Praef.*, 4).

<sup>47</sup> Este assunto será melhor abordado no próximo capítulo – Legislação.

Igualmente, é preciso que conheça aquelas regras do direito que são necessárias aos edifícios com paredes comuns, no que diz respeito às águas dos telhados, dos esgotos e às janelas. Do mesmo modo, no que diz respeito às condutas de água e outras coisas que também devem ser conhecidas dos arquitetos, a fim de que, antes de construir os edifícios, evitem deixar controvérsias entre proprietários, uma vez terminadas as obras, e se possam acautelar com inteligência, nos registros legais, quer o proprietário, quer o comprador. Na verdade, se o contrato legal for elaborado habilmente, um e outro ficarão defendidos sem engano.

**Vitrúvio** (I, 1, 10)



## LEGISLAÇÃO

No início do primeiro livro, Vitrúvio propõe que a formação dos arquitetos seja enciclopédica em diversas áreas do conhecimento, sendo que o direito seria uma dessas disciplinas fundamentais (I, 1, 10). Para o autor, entender o conjunto de normas e princípios legais era necessário aos arquitetos uma vez que sua atuação profissional é regulada por uma série de regras, leis e contratos que deveriam ser habilmente empregados para que seu trabalho não fosse alvo de qualquer tipo de contestação ou disputa, além de garantir segurança jurídica a todos os envolvidos.

Das 09 ocorrências relacionadas ao tema (ver Apêndice A) em *De Architectura*, dois casos se destacam. O primeiro, em (II, 8, 17) – “As leis públicas não permitem que se pratiquem em local de domínio comum espessuras de paredes maiores do que pé e meio” – é importante por demonstrar a existência de regras específicas a serem obedecidas no projeto, execução e manutenção de obras e edificações. O autor inclusive demonstra no decorrer do texto como a autoridade deste regulamento influenciou as soluções arquitetônicas do período:

Ora, os muros laterícios com a grossura de pé e meio não podem sustentar mais do que a carga de um andar, a não ser que se disponham com a espessura de dois ou três tijolos. É, pois, necessário desenvolver a inumerável quantidade de habitações, dada a grandeza da Cidade e a incontável multidão de cidadãos. Assim, como não pudessem as casas de um só piso receber tão grande quantidade de habitantes na urbe, a própria realidade obrigou a chegar à solução de crescimento em altura dos edifícios. E desse modo se formam, para serem utilizadas com as maiores vantagens, as divisões dos cenáculos, compartimentos superiores travados sobre cerrados vigamentos, construídos com pilares de pedra, estruturas de tijolo cozido e paredes de pedra e cal. Com esses diversificados pisos, dispostos em altura por todo o recinto da cidade, o povo romano dispõe, sem qualquer problema, de estáveis habitações. (II, 8, 17)

O segundo caso que desperta interesse localiza-se no preâmbulo do último livro, quando Vitruvius faz referência ao mundo helênico:

Diz-se que na nobre e grande cidade grega de Éfeso há uma velha lei instituída pelos antepassados, talvez de grande dureza, mas não juridicamente injusta. Quando um arquiteto recebe o encargo de uma obra pública, responsabiliza-se pelo seu preço final. Entregue a estimativa ao magistrado, ficam hipotecados os seus bens, até que a obra esteja concluída. No fim, correspondendo as despesas ao orçamento, o arquiteto é cumulado de louvores públicos e de honras. Se não ultrapassou em mais de um quarto o cálculo inicial da obra, serão os custos suportados pelo erário público e não lhe será aplicada qualquer sanção. Todavia, se gastar mais do que a quarta parte, será obrigado a pagar do seu próprio bolso até perfazer o débito. (X, *Praef.*, 1)

Oxalá fizessem os deuses imortais com que essa lei também fosse promulgada pelo povo romano, não só nos edifícios públicos como nos privados! Não grassariam os néscios; antes exerceriam a arquitetura sem qualquer reparo aqueles que fossem versados na suma inteligência das artes. O pais de família não seriam levados a inoportáveis despesas de dinheiro, a ponto de serem desaposados do seu patrimônio. E os próprios arquitetos, levados pelo receio das sanções, mais diligentemente apresentariam os seus cálculos orçamentais, de modo que os proprietários pudessem concluir as suas obras segundo o que calcularam previamente ou acrescentando apenas um pouco mais. Pois os que podem dispor de quatrocentos para a obra, se acrescentarem mais cem, ficarão satisfeitos com a expectativa de finalizá-la, mas os que forem onerados com a acréscimo de metade ou com uma despesa maior, perdida a esperança e feitos os gastos, serão obrigados a desistir, arruinados nos bens e nos ânimos. (X, *Praef.*, 2)

O desejo manifesto do autor pela adesão à severa lei de Éfeso evidencia o posicionamento crítico de Vitruvius em relação à prática profissional de seu tempo:

Como, porém, vejo a grandeza de tão importante disciplina é posta em causa por ignorantes e ineptos, bem como por aqueles que não têm qualquer conhecimento, não apenas de arquitetura como até da simples construção, não posso condenar os pais de família que, apoiados na segurança do seu próprio

conhecimento, edificam eles próprios as suas casas, com a justificação de que, a ser o trabalho entregue a inexperientes, mais vale que eles próprios gastem dinheiro segundo a sua própria vontade do que segundo a dos outros. (VI, *Praef.*, 6)

A instauração da *Pax Romana* forjou uma nova relação entre arquitetura e poder que fomentou intensamente o ramo da construção enquanto meio de propaganda do império e das novas relações sociais criadas a partir do crescimento do aparato estatal. Neste contexto de crescente demanda por arquitetos, Vitrúvio verifica uma oportunidade para refletir sobre os preceitos morais da sociedade em que vive. (MANENTI, 2014, p.27)

O horizonte que assim se abre, e contra o qual Vitrúvio recorta a sua silhueta de «ignoto arquiteto», desassistido pela fama, porém íntegro na infatigável perquirição e salvaguarda dos princípios da arquitetura, delata um quadro de crise, tingido por acirradas disputas profissionais. Os vultosos investimentos em edificações feitos pelos *nobiles* e, em proporção menor, pelos *homines novi*, alvos frequentes da tónica contra o luxo na Roma tardo-republicana, e a monumental política edificatória empreendida por Augusto propiciam ao autor ricos materiais para seu exame dos vícios entre patronato e magistratura. (D'AGOSTINO, 2010, p. 31).

Como, entretanto, operando no dia-a-dia, fossem aperfeiçoando as suas mãos no ato de edificar e, exercitando com sagacidade os seus talentos, alcançassem a prática das artes, então também a indústria, acrescentada aos seus ânimos, se aperfeiçoou, de tal modo que aqueles que foram mais aplicados nessas matérias vieram consagrar-se eles próprios como artífices. Sendo, portanto, essas coisas assim instituídas e tendo a natureza dotado de sentidos não só os homens como também o restante dos seres vivos, provendo todavia a mente humana com pensamentos e conselhos e submetendo ao seu domínio os outros viventes, então, caminhando gradualmente a partir das construções de edifícios até as outras artes e disciplinas, os homens, passaram de uma vida selvagem e inculta à civilizada humanidade.

**Vitrúvio** (II, 1, 6)

## PRODUÇÃO

Finalizando o capítulo *Investigatio*, o último tema a ser estudado constitui o cerne do estudo, na medida em que se admite como produção o conjunto dos *modus operandi* das diversas atividades técnicas executadas *in opere* para construir uma edificação. A partir do mapeamento das ocorrências no texto (ver Apêndice A), pôde-se identificar a existência de 143 trechos que apresentam procedimentos de execução ou de controle técnico da obra, isto quer dizer que, de modo estatístico, este assunto corresponde a, aproximadamente, 19,5% de todo o conteúdo do tratado.

Uma vez que muitos componentes eram fabricados no próprio canteiro, ou sua produção era resultado de encomenda específica aos ateliês e oficinas especializados, as passagens textuais que descrevem os processos para fabricação de insumos foram considerados como parte integrante deste tópico. Por exemplo, no segundo Livro, ao tratar dos tijolos, Vitruvius faz as seguintes ponderações:

Deverão ser confeccionados no tempo primaveril ou outonal, para secarem com uniformidade. Pois os que são argamassados no solstício ficam defeituosos, devido ao fato de o interior não ficar enxuto quando o sol queima violentamente a superfície exterior, fazendo-o parecer seco. E, quando posteriormente se contrair secando, destroça a que já estava seco. Assim, ficam rachados, tornam-se inconsistentes. Serão, por outro lado, muitíssimos mais vantajosos se confeccionados com dois anos de antecedência: com efeito, não podem secar completamente antes desse prazo. Por essa razão, quando são aplicados na feitura recente e não secos, permanecendo o revestimento aplicado rigidamente consolidado, os tijolos abatem-se, não podendo manter a mesma altura que apresenta o revestimento, e não aderem a ele, deslocados pela contração, separando-se de sua ligação. Portanto, os revestimentos não podem subsistir por si mesmos, separados da estrutura, devido à sua tenuidade, mas se partem, e até fortuitamente as próprias paredes, cedendo, se danificam. Por isso, os cidadãos de Útica só usam nas estruturas das paredes o tijolo que esteja seco e confeccionado cinco anos antes, assim comprovado pela vistoria do magistrado. (II, 3, 2)

O estudo pontual deste parágrafo revela que, neste trecho, Vitruvius informa-nos sobre planejamento e cronograma ao recomendar a fabricação do material durante as estações mais amenas e ao recomendar tempo de cura de dois anos; sobre conformidade, qualidade e desempenho ao apresentar os problemas decorrentes de condições inadequadas de cura dos tijolos; sobre recomendações de produção e surgimentos de problemas patológicos ao associar a retração por secagem, em decorrência do excesso de água nos tijolos de “feitura recente”, à falta de aderência, aparecimento de fissuras e pontos de descolamento nas camadas de revestimento e por fim, sobre legislação e processos de avaliação e controle ao citar as regras da cidade de Útica, que impedem o uso de tijolos produzidos a menos de cinco anos e que não tenham sido verificados pelo seu magistrado.

Conforme exposto acima, quando Vitruvius escreve sobre a confecção de determinado material há, frequentemente, a introdução de aspectos de âmbito mais geral que trazem informações relevantes à produção da edificação ou de seus sistemas. Na maioria dos casos, são dados que relacionam a escolha de certo material com o aparecimento de diversos tipos de manifestações patológicas construtivas, em *De Architectura* é possível notar que estas adversidades já eram fonte de grande preocupação ao antigo tratadista – as manifestações patológicas são abordadas em 38 parágrafos do texto, principalmente nos Livros II, VI e VII (ver Apêndice A) –, por certo, estes problemas não interferem apenas na estética da obra, mas podem causar grandes prejuízos e comprometerem a segurança e usabilidade da construção como um todo. Em seguida, a título de amostragem, destaca-se algumas destas passagens:

Se, todavia, não houver areais onde se possa explorar, então deverá ser recolhida dos rios ou de cascalho, e mesmo até do litoral marítimo. Mas essa areia revela nas estruturas [de concreto] os seguintes defeitos: seca com dificuldade e a parede não aguenta ser sobrecarregada de modo constante nem pode suportar abóbadas, a não ser que se apóie em estruturas descontínuas. Com a areia marinha, a situação agrava-se, porque as paredes, quando revestimentos são nelas aplicados, ao repelirem a salsugem, sofrem a dissolução do seu reboco. (II, 4, 2)

Se, por causa da proximidade, a necessidade obrigar a que se utilizem os materiais das pedreiras de Pedras Rubras e do Pália e daquelas que se encontram próximo de Roma, devemos preparar esses materiais segundo o processo que apresentaremos em seguida, se pretendermos obter uma obra sem falhas. Quando se quiser edificar uma obra, as pedras deverão ser extraídas com dois anos de antecedência, não no inverno, mas no verão, devendo permanecer expostas em lugares abertos. Aquelas que durante esse biênio ficarem alteradas pelo contato com as intempéries serão lançadas nas fundações<sup>48</sup>. As que, provadas pela natureza, não ficarem danificadas, poderão resistir dispostas acima da terra. Esses cuidados não devem ser observados apenas nas pedras de cantaria, mas também nas estruturas de formigão. (II, 7, 5)

Igualmente deve ter-se em consideração não se misturarem as tábuas de carvalho-ésculo com as de carvalho-querco, porque as deste, ao mesmo tempo que recebem umidade, empenam e originam fissuras nos pavimentos. Todavia, se não houver ésculo e, devido à sua rareza, a necessidade obrigar, então parecerá ser de recorrer a tábuas de querco, cortando-as mais finas; quanto menos tiverem de espessura, mais facilmente serão mantidas pelos pregos. Seguidamente, em cada uma das vigas serão fixadas, com dois cravos, as extremidades das tábuas, de modo a que em nenhuma parte os seus ângulos se possam levantar empenando. Na verdade, nenhuma tábua de carvalho-cerro, de faia ou de freixo pode atingir a vetustez. Uma vez postos os tabulados, serão cobertos com feto<sup>49</sup> e, se não houver, com palha, a fim de que a madeira fique protegida da ação negativa da cal<sup>50</sup>. (VII, 1, 2)

Dos livros dedicados à edificação (I a VIII), o sétimo trata sobre a execução dos revestimentos<sup>51</sup>. Nele, há a descrição de uma série de técnicas e procedimentos de produção deste sistema que, no tempo de Vitruvius, era composto por pelo menos três camadas espessas – o *nucleus* por exemplo (ver figura 15 abaixo), faixa análoga a atual camada de assentamento de revestimento horizontais, era executada “com uma

<sup>48</sup> *Fundamenta*: fundamentos, alicerces, fundações. (MACIEL, 2006, p.135)

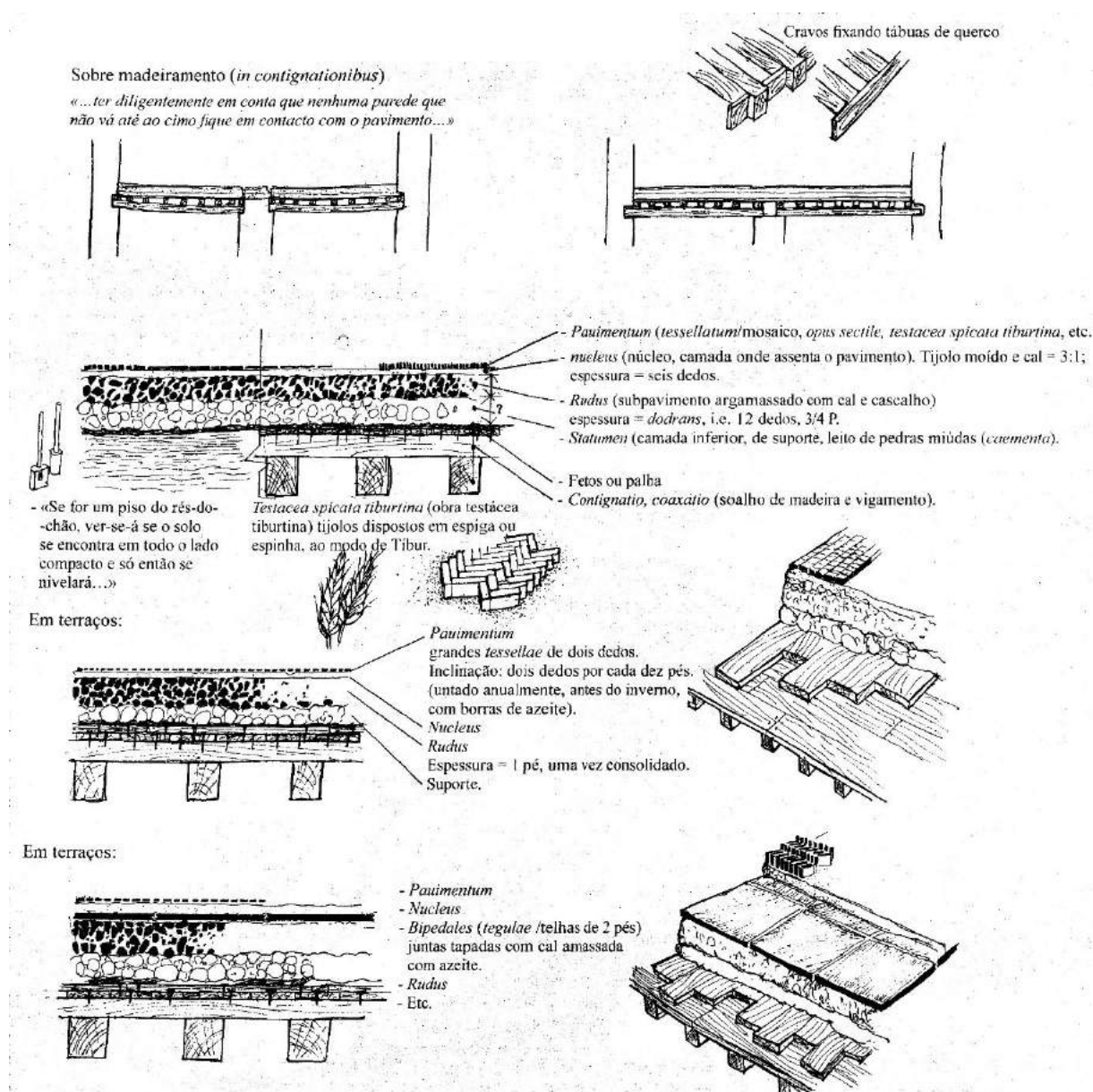
<sup>49</sup> *Filix*: feto – espécie de planta pertencente ao grupo das Pteridófitas. (Ibid., p.341)

<sup>50</sup> Sobre o tabulado “será espalhado um leito de pedras, sendo estas de tamanho suficiente para encher a palma da mão; se o cascalho argamassado a lançar sobre esses leitos de pedras for novo, a sua mistura será de uma parte de cal para três partes; se for reutilizado, a correspondência será de cinco para duas partes de cal” (VII, 1, 3) – processo de execução dos pavimentos (*runderatio*).

<sup>51</sup> *Expolitiones*: revestimentos, acabamentos, polimentos. (Ibid. p.340)

espessura não menor do que seis dedos” (VII, 1, 3), ou seja, aproximadamente, 11,1 centímetros<sup>52</sup>. Com efeito, a arquitetura romana, para garantir desempenho e durabilidade adequados, recorria, em muitos casos, ao uso de maiores quantidades de material e espessuras mais robustas, apesar dos acréscimos de custo e de tempo de execução provenientes desta decisão.

**Figura 15:** Camadas dos revestimentos horizontais (VII, 1, 1-7)



Fonte: HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.286

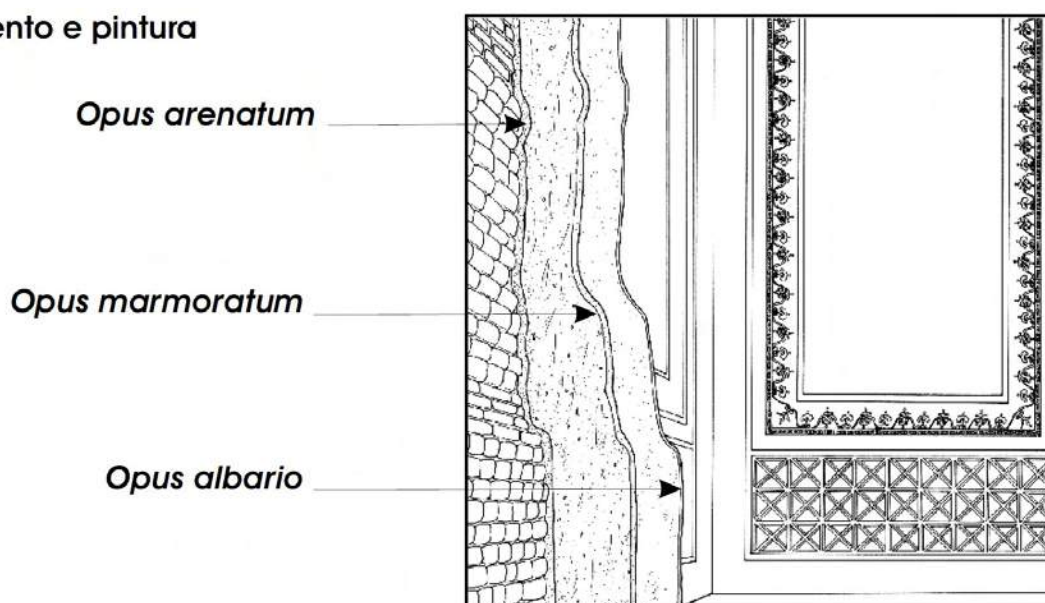
<sup>52</sup> Um *digitus* (dedo) equivalia a aproximadamente 1,85 centímetros (HOWE, 1985 apud MACIEL, 2006, p.126)



E, assim, os revestimentos que são feitos corretamente, nem se tornam rugosos com o tempo, nem, quando são limpos, perdem as cores, a não ser que tenham sido pintados pouco diligentemente e em seco. Sempre que, com efeito, esses revestimentos forem executados nas paredes, do modo como acima foi escrito, poderão apresentar as qualidades de solidez, esplendor e duração no tempo. Se forem aplicadas uma única camada de massa de areia e uma única de pó de mármore, sendo a sua pouca espessura menos forte, facilmente gretarão e não obterão esplendor duradouro nos seus acabamentos, por causa da tenuidade da sua grossura. (VII, 3, 8)

**Figura 16:** Camadas dos revestimentos verticais (VII, 3, 5-11)

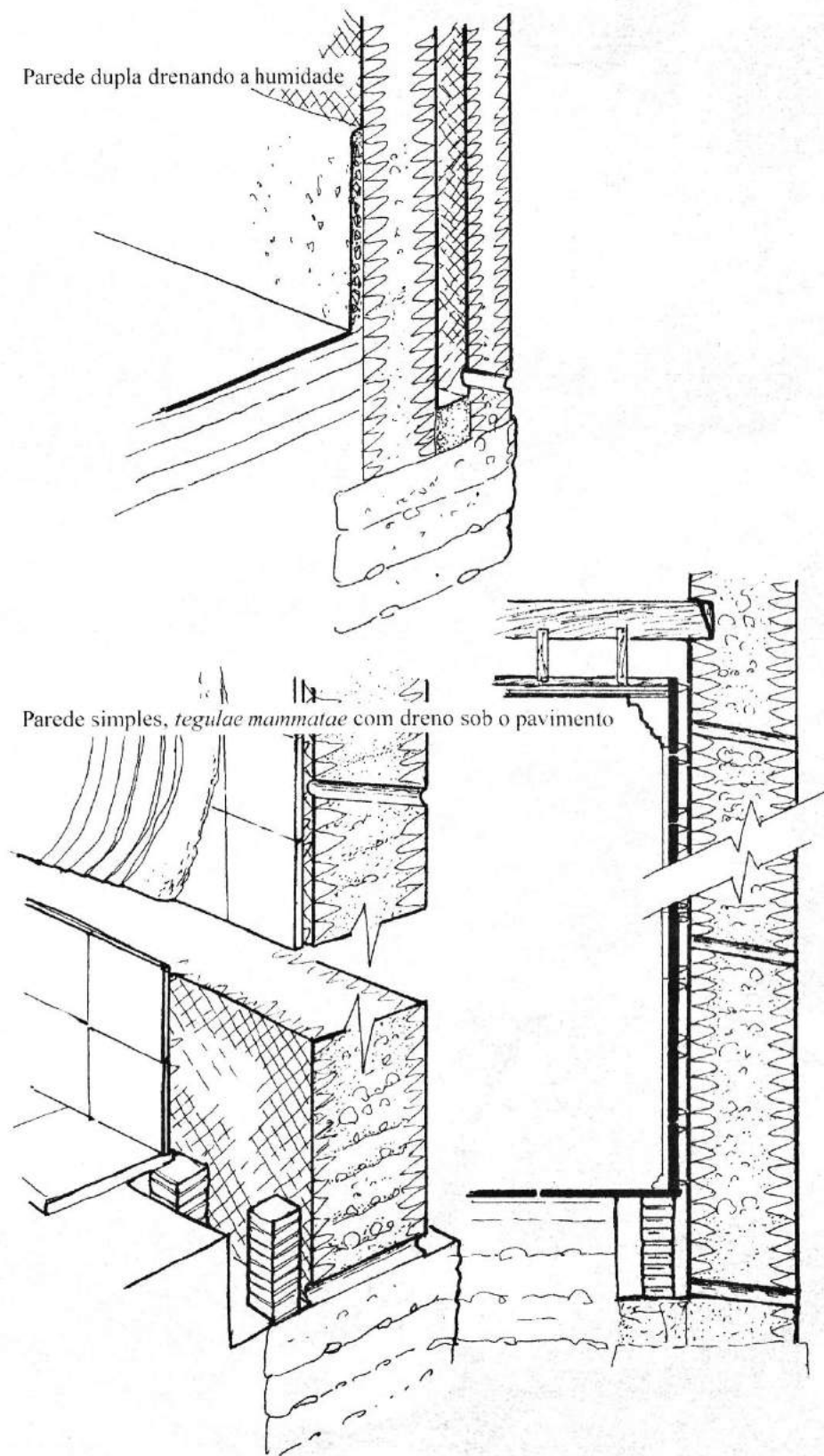
#### Revestimento e pintura



**Fonte:** Museu D. Diogo de Sousa, 2013

Cabe destacar que o quarto capítulo do Livro VII trata especificamente de “como deverão ser conseguidos os acabamentos em lugares úmidos, a fim de que possam permanecer sem estragos” (VII, 4,1). Para impedir a deterioração dos revestimentos pela umidade, Vitruvius descreve dois métodos, o primeiro consiste na execução de uma parede dupla com respiradouros (*nares*) e o segundo em uma parede simples com tégulas com ganchos (*tegulae mammatae*), “cujos lados interiores serão emboçados cuidadosamente com betume, a fim de afastarem de si a umidade, terão igualmente, na base e no topo, por cima do teto abobadado, respiradouros” (VII, 4, 2).

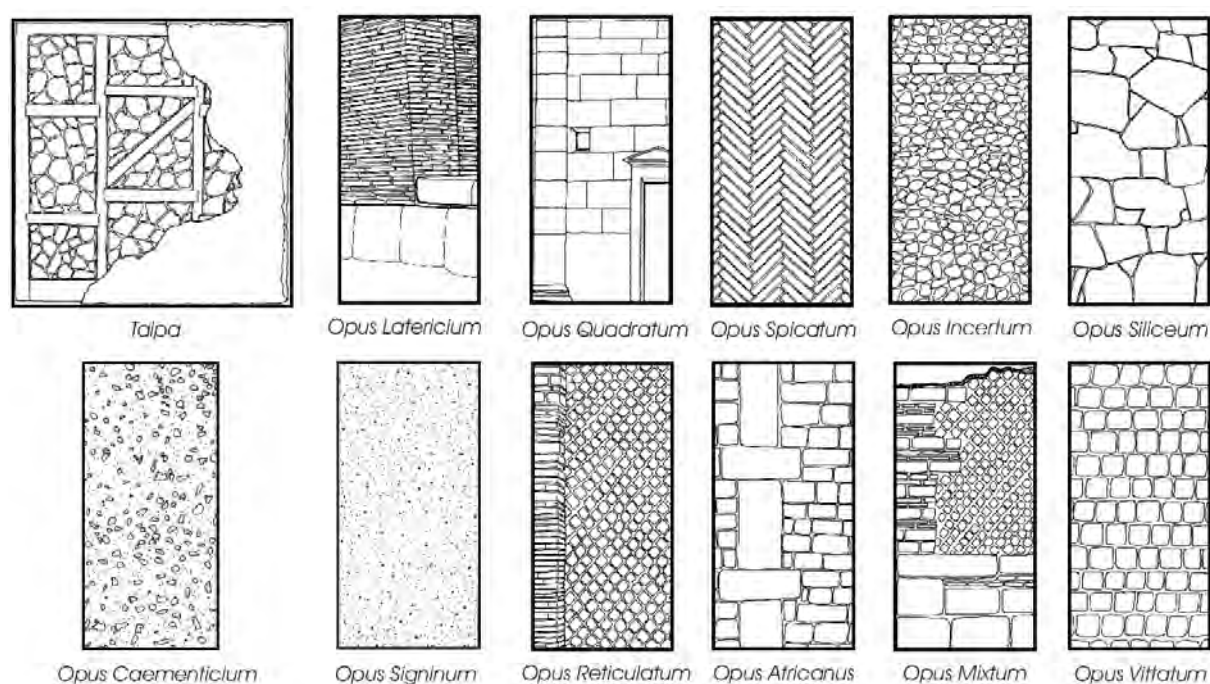
Figura 17: Revestimentos em lugares úmidos (VII, 4, 1-3)



A gênese destas soluções ainda hoje é empregada na construção civil, salvo modificações e aprimoramentos decorrentes do desenvolvimento de materiais de impermeabilização, de equipamentos de ventilação forçada e de contraparedes composta por placas leves (ex. chapas de gesso acartonado).

No que se refere às técnicas construtivas, Vitruvius, ao longo do texto, relata o emprego de diferentes métodos para erigir as edificações, sendo que dos 12 gêneros utilizados pelos romanos – rol elaborado pelo Museu de Arqueologia D. Diogo de Sousa<sup>53</sup> (ver figura 18 abaixo) –, em *De Architectura*, ocorre menção à sete destes processos – *opus incertum*, *opus reticulatum*, *opus quadratum*, *opus caementicium*, *opus signinum*, *opus craticium*<sup>54</sup> e *opus latericium*.

**Figura 18:** Técnicas construtivas das obras romanas



**Fonte:** Museu D. Diogo de Souza, 2013

<sup>53</sup> “O Serviço Educativo do Museu D. Diogo de Souza criou um conjunto de Fichas Informativas que podem ser utilizadas pelo público geral e pelo público escolar. Estas fichas encontram-se divididas em seis grandes temas, sobre técnicas de produção e sobre o trabalho arqueológico, que percorrem todas as épocas retratadas na Exposição Permanente deste museu”. (Museu D. Diogo de Souza, 2013)

<sup>54</sup> *Craticii (parietes)*: paredes feitas de terra argamassada, tendo como esqueleto ou cofragem encanastrados ou grades (*crates*) de caniços ou de ramos de árvores entrelaçados (*opus craticium*) com reboco final de argila, cal ou mesmo estuque. (MACIEL, 2007, p.148)

Contudo, o antigo tratadista não escreve sobre estas técnicas de forma ordenada ou sob um encadeamento inteligível, mas as apresenta de forma esporádica à medida que explica e descreve o conteúdo dos Livros. A primeira referência direta a algum destes métodos de produção ocorre na fração final do segundo Livro, após concluir a apresentação dos materiais de construção (ver trecho destacado abaixo). Sabendo-se que Vitrúvio sempre busca apresentar seu ponto de vista sobre as características, qualidades e defeitos de cada elemento, destaca-se também o parágrafo no qual o autor expressa sua opinião acerca do *opus craticium* (taipa):

Os tipos construtivos são os seguintes: o reticulado<sup>55</sup>, que agora todos usam, e o antigo, chamado incerto<sup>56</sup>. Deles, o mais elegante é o reticulado, mas potencializa a abertura de fendas, porque apresenta assentamentos e juntas que se desagregam para todos os lados. Por sua vez, as pequenas pedras de disposição irregular, assentes umas sobre as outras e imbricando-se entre si, proporcionam uma estrutura deselegante, porém, mais segura que a reticulada. (II, 8, 1)

No que diz respeito às paredes de grades de caniços, por sua vez, gostaria sinceramente que elas não tivessem sido inventadas. Porém, assim como oferecem vantagem pela rapidez de execução e para aumentar o espaço, também ficam sujeitas a maiores e não raras calamidades, porque estão prontas para os incêndios, como se fossem tochas. E, assim, parece ser melhor desembolsar na compra de tijolo cozido do que cair no perigo da economia dos caniços, além de que nessas paredes se originam fendas nos trabalhos de revestimento devido ao alinhamento dos caniços verticais e transversais. Ao serem revestidos, recebendo umidade, incham e, secando posteriormente, contraem-se, desse modo, enfraquecidos, quebram a solidez dos revestimentos. Eis o que se deverá fazer quando formos obrigados pela urgência, pela falta de recursos ou pela construção do tabique em plano superior: assente-se o muro de base até uma altura que não permita contato direto com a camada de assentamento e com o pavimento, pois, ao serem

---

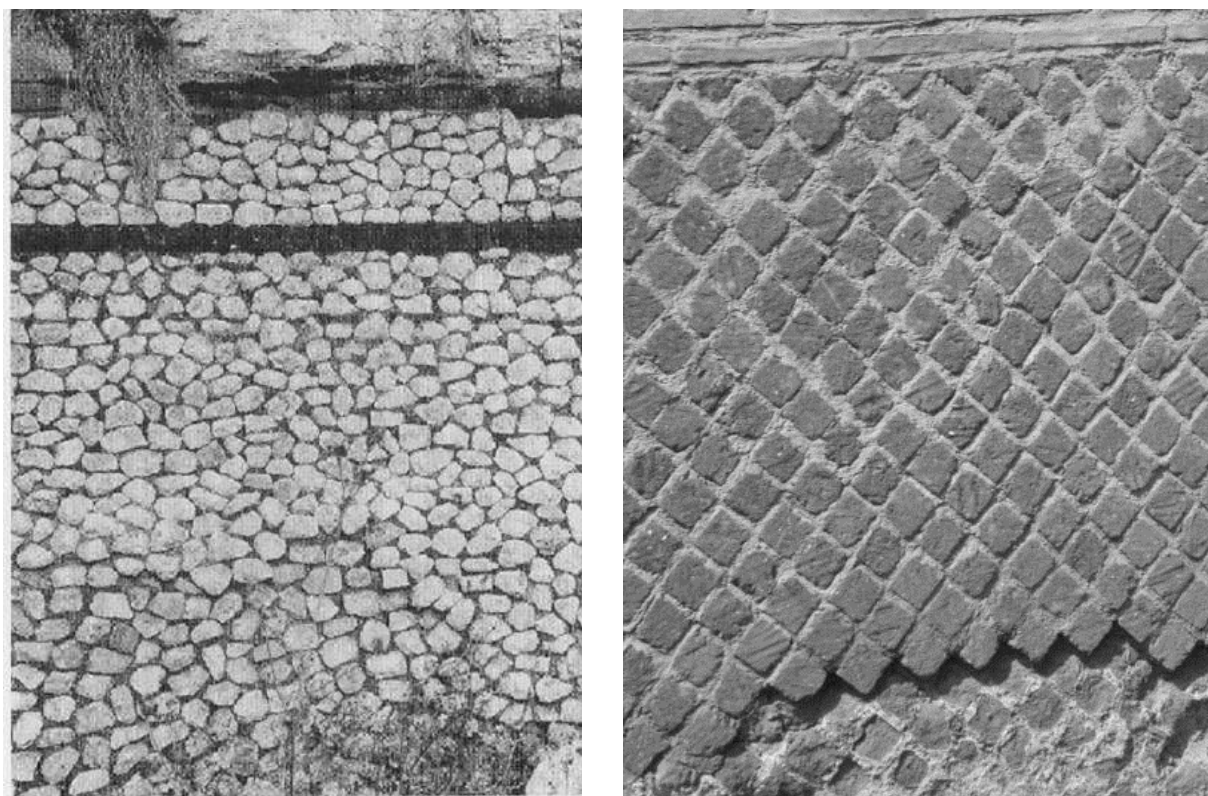
<sup>55</sup> *Opus reticulatum*: técnica que consiste na disposição em rede (*rete* ou *retis*) de pedras ou tijolos com forma piramidal, penetrando parte aguçada na argamassa e deixando visível apenas a base quadrangular. (Ibid. p.136)

<sup>56</sup> *Opus incertum*: técnica caracterizada pela disposição irregular ou incerta de pedras de diferentes feições e tamanhos e que supõe um interior das paredes coeso estruturalmente com a técnica do *opus caementicium*. (Ibid. p.136)

enterrados nestes últimos, os caniços acabam por apodrecer com o tempo e depois inclinam-se, cedem, e fazem quebras a superfície exterior dos revestimentos. (II, 8, 20)

É significativo constatar, em ambas as passagens, a forma no qual o raciocínio de Vitrúvio está organizado. Esta estrutura intelectual, manifesta com maior evidência em seus apontamentos e comentários, ambiciona guarnecer seus leitores com informações, conceitos e normas para que estes compreendam que a produção deva ser executada de modo a se evitar “cair nos perigos”, ou seja, deve-se priorizar a segurança, a durabilidade e o desempenho ao definir como construir. À vista disso, ao estabelecer a ínclita tríade arquitetônica, a ordem em que os princípios são por ele citados – solidez, funcionalidade e beleza<sup>57</sup> – deva ser relevante na medida em que podem estabelecer uma ordem hierárquica para assessorar a tomada de decisões.

**Figura 19:** *Opus incertum e opus reticulatum*



**Fonte:** ADAM, 2011 apud ALMEIDA, 2015, p.71

<sup>57</sup> *Haec autem ita fieri debent ut habeatur ratio firmitatis utilitatis venustatis.* (I, 3, 2)

Quando se considerarem essas coisas, tendo nelas atenção, não menos também se deverá considerar que todas as estruturas deverão responder à perpendicularidade, não apresentando em nenhuma parte inclinações. Deverá haver o máximo cuidado com as substrações, porque a acumulação de terra costuma originar nelas enormes danos. Com efeito, ela não pode apresentar sempre o peso que costuma ter pelo verão, uma vez que ele aumenta nos tempos de inverno ao receber das chuvas um grande volume de água, rebentando pela pressão e pela força, empurrando com violência os muros da construção. (VI, 8, 5)

A respeito das fundações, diversas soluções construtivas são abordadas no conteúdo dos Livros I, III, V e VI do tratado, sendo que “se efetivamente, assim se fizer, então o volume da carga de terra, distribuída em pequenas partes, de nenhuma forma poderá, pressionando com todo o seu peso, fazer ceder as substrações” (I, 5, 7). Ao tratar sobre a construção dos portos, molhes e dos serviços de concretagem e terraplenos necessários para conformar estes espaços, Vitruvius faz a única referência ao período de cura para estruturas de concreto, “sobre essa areia nivelada será construído um pilar de grandes dimensões. Uma vez concluído, deve-se deixar consolidar pelo menos dois meses, a fim de secar” (V, 12, 4). Já os parágrafos destacados abaixo demonstram o emprego de fundações diretas (sapatas) e de cavas de contenção (parede diafragma) para sustentação de estruturas:

Os fundamentos dessas construções [templos] serão escavados a partir do chão firme e até o terreno sólido, se for possível encontrá-lo, onde pareça necessário de acordo com a amplitude da obra, enchendo-se todo o fundamento com um concreto o mais consistente possível. Acima da superfície do solo, devem ser construídas paredes com a mesma largura mais metade da espessura das colunas que hão de ser erguidas em cima, de modo que as estruturas inferiores sejam mais firmes do que as superiores; esses muros são chamados estereóbatas<sup>58</sup>, pois suportam as cargas. As projeturas das espiras não devem ultrapassar o embasamento; atenta-se para que as paredes deste mantenham a mesma espessura. Os interstícios, por sua vez, deverão ser

---

<sup>58</sup> *Stereobates*: estereóbatas, embasamentos dos templos numa base sólida e maciça. (MACIEL, 2007, p. 184)

abobadados ou consolidados em terra bem batida, para que os muros fiquem travados. (III, 4, 1)

Se, todavia, não se encontrar chão firme e o lugar for de aluvião profundo ou paludoso, então escava-se e drena-se esse local, consolida-se cravando-se com estacas de salgueiro e oliveira ou carvalho endurecidas ao fogo, bate-se com máquinas<sup>59</sup> a estacaria envolvente o mais junta possível, preenchem-se totalmente de carvão os interstícios e, finalmente, enchem-se os fundamentos com concreto o mais consistente possível. Lançadas assim as fundações, deverão ser dispostos os estilóbatas, devidamente nivelados. (III, 4, 2)

Por fim, preponderantemente, Vitruvius apenas lista quais materiais são combinados para obter determinada mistura, por exemplo:

Existe também uma espécie de pó que produz naturalmente soluções admiráveis. Surge nas regiões de Baias e nos territórios dos municípios que estão em volta do monte Vesúvio. Quando misturado com cal e pedregulho, não só garante consistência aos vários tipos de edificações, como também torna sólidos os molhes construídos no mar, sob a água. (II, 6, 1)

No entanto, em cinco momentos, o autor especificada a proporção de cada elemento ou a relação entre as quantidades dos materiais constituintes da amálgama (ver tabela 04 abaixo). Este dado demonstra que já havia um esforço, ainda que incipiente, de sistematização e controle de dosagem para obter materiais com trabalhabilidade e resistência previamente estabelecidas, apropriadas para cada caso.

As orientações e métodos práticos presentes em *De Architectura* ainda hoje são motivo de amplo e intenso debate pelos pesquisadores, uma vez que não há consenso se o principal propósito do tratado seria o de constituir um manual prático a respeito da construção (MANENTI, 2014, p.37-43). Entretanto, condição mor ou não, as informações contidas nos escritos são pertinentes porque apontam os critérios, tecnologias e recursos que os construtores de seu tempo tinham a disposição.

---

<sup>59</sup> *Machinae*: máquinas em geral, pilões mecânicos com maços ferrados movimentados por cordas e roldanas cf. Livro X. (Ibid. p.185)

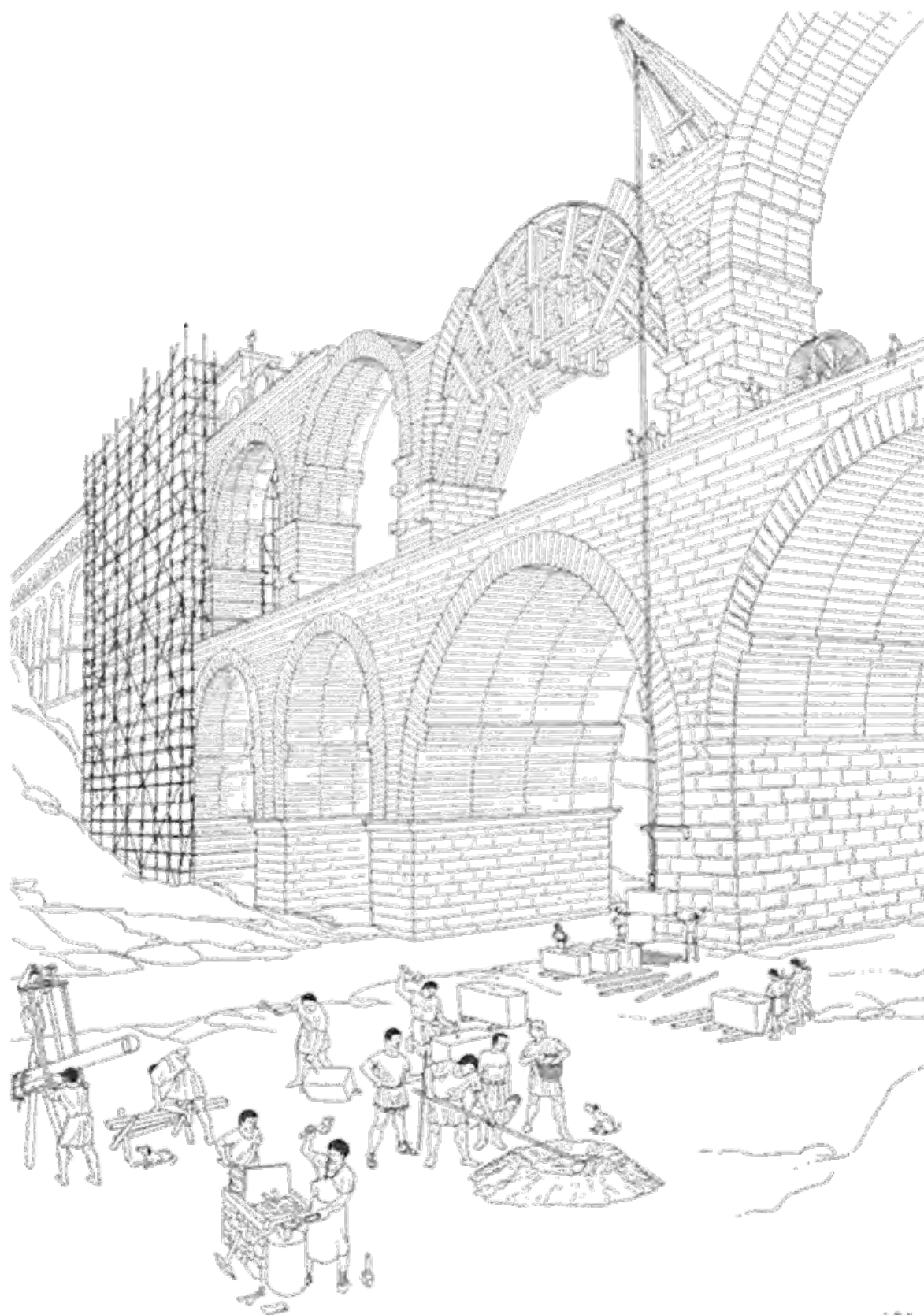
**Tabela 04:** Traços mencionados em *De Architectura*

<b>Livro</b>	<b>cap.</b>	<b>parág..</b>	<b>Traços</b>
II	5	1	Apagada a cal, será misturada a argamassa, de modo a que se lancem nela três partes de areia, no caso de ser de origem fóssil, para uma parte de cal; se de origem fluvial ou marinha, misturem-se duas partes de areia com uma de cal. Desse modo se conseguirá a proporção ideal de caldeamento. Também, se acrescentada, como terça parte a essa areia fluvial ou marinha, cerâmica cozida em forno, moída e passada ao crivo, será obtida uma mistura de argamassa de melhor aplicação.
V	12	2	E essas estruturas, que ficarão dentro d'água, serão feitas de modo que se traga pozolana das regiões que vão de Cuma ao promontório de Minerva e mistura-se esta de maneira que na argamassa a proporção seja de dois para um.
VII	1	3	Então, em cima, será espalhado um leito de pedras, sendo estas de tamanho suficiente para encher a palma da mão; se o cascalho argamassado a lançar sobre esses leitos de pedras for novo, a sua mistura será de uma parte de cal para três partes; se for reutilizado, a correspondência será de cinco para duas partes de cal. (...) Por cima, será aplicado um núcleo de três partes de tijolo cozido moído para uma de cal, com uma espessura não menor do que seis dedos.
VII	1	5	E, assim, se a necessidade obrigar, a fim de serem construídos com o mínimo de falhas, deve-se proceder do seguinte modo: uma vez pronto o sobrado, lançar-se por cima outro, com disposição transversal e fixo por cravos, de modo a proporcionar ao vigamento uma dupla proteção. Depois, ao cascalho novo mistura-se uma terça parte de cerâmica moída de construção, onde a proporção de cal será de dois para cinco na mistura da argamassa.
VIII	6	14	Se, porém, os terrenos forem duros ou os veios passarem demasiado profundamente, então deverão ser recolhidas as águas dos telhados ou de outros lugares altos dentro de cisternas. Essas estruturas de obra signina deverão ser construídas assim: em primeiro lugar, prepara-se areia pura e áspera, partindo-se seguidamente brita de pedra com peso inferior a uma libra e fazendo-se a argamassa com cal fortíssima de modo que cinco partes de areia correspondam a duas de cal. A vala das cisternas será calcada com maços de madeira ferrados até o nível da altura que a obra venha a ter.

**Fonte:** elaborado pelo autor.



**Figura 20:** *In opere*



**Fonte:** ADAM, 2011, contracapa.

CONCLUSIO





Apolo Delfico, através dos oráculos de Pítia, proclamou que Sócrates era o mais sábio de todos os homens. Diz-se que este filósofo havia afirmado, de modo hábil e sapientíssimo, que seria bom que os corações dos homens estivessem visíveis e patentes, para que não houvesse sentimentos ocultos, podendo assim estar expostos à observação. Oxalá que a natureza aceitasse essa sugestão de Sócrates e a tornasse possível e presente. Se, com efeito, assim acontecesse, não só as virtudes e os vícios da alma seriam examinados imediatamente, como também os dados científicos sujeitos à observação dos olhos seriam provados por juízos verdadeiros, além de que uma autoridade egrégia e estável acompanharia sempre os doutos e os sábios.

**Vitrúvio** (III, *Praef.*, 1)

## CONCLUSÃO

Face a já aludida carência de fontes, as análises desenvolvidas neste trabalho procuraram sistematizar uma série de informações sobre os conceitos e processos construtivos dos antigos de forma a proporcionar um prolífico substrato para o desenvolvimento da proposta de que os referenciais clássicos possuem alto valor como fontes de contribuição para a escolha e implantação de tecnologias voltadas ao planejamento, organização e produção de edifícios contemporâneos.

Compreender o aspecto consultivo técnico da profissão, a forma de atuação dos profissionais, sobretudo na esfera pública, seus limites e sua vinculação com associações profissionais é essencial para devolver Vitruvius a seu papel como intelectual e pensador de arquitetura, que através de um livro propõe princípios e procedimentos para o que pensa ser uma prática profissional consistente, tornando-se referência para a profissão no mundo ocidental até os dias de hoje. Desse modo, pode-se ver o arquiteto romano como o sistematizador de um corpo de conhecimentos de natureza teórica e prática que permitem entender o papel da atividade do arquiteto, os fundamentos para suas operações de projeto e seu desdobramento nas diferentes encomendas solicitadas ao profissional. (MANENTI, 2014, p.215)

Assim, resgatando a hipótese motivadora desta monografia, a qual tencionava verificar a presença, nos dez livros de Vitruvius, de conhecimento práticos comprometidos com a problemática das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras, pode-se ratificar que o autor constrói uma obra inaugural e norteadora para a Arquitetura, onde os princípios e processos construtivos apresentados no tratado fornecem parâmetros e critérios de gestão e análise da produção de forma lógica e relevante, conforme apresentado no capítulo anterior deste trabalho.

Neste sentido, *De Architectura* não deveria apenas participar do repertório de leituras obrigatórias dos estudantes de arquitetura, mas também integrar o conjunto bibliográfico de referências metodológicas dos arquitetos e engenheiros que atuam no

planejamento, condução e fiscalização de obras. A forte presença de conteúdo de natureza prática em suas páginas (ver tabela 05) é dado irrefutável da intenção do autor em estabelecer o prolegômenos<sup>60</sup> do profissional da construção, abrangendo de forma global e sistemática as questões relativas a este campo de atuação. A partir desta premissa, o autor assume o seguinte encargo:

Mas eu comprometo-me, com estes livros, como espero, a disponibilizar, não só aos que edificam como também a todos os eruditos, sem qualquer dúvida e com a máxima autoridade, os conhecimentos acerca das potencialidades da arte e dos raciocínios que lhe são inerentes. (I, 1, 18)

**Tabela 05:** Temas analisados

<b>Tema</b>	<b>Frequência (aprox.%)</b>
<i>Firmitas</i>	10
Coordenação Modular	18
Materiais	30
Mão de obra	10
Equipamentos	15
Gestão	9
Legislação	1
Produção	19,5
Manifestações Patológicas	5

**Fonte:** elaborado pelo autor.

<sup>60</sup> Conjunto de noções preliminares para determinado assunto.

Ainda sobre as motivações e circunstâncias acerca da publicação do tratado, a reflexão elaborada pelo Prof. Dr. Mário Henrique concede maior fôlego ao argumento de que o cerne do trabalho de Vitruvius estava assentado sobre a construção e sobre a conduta profissional dos arquitetos de sua época:

O *De Architectura* pode ser lido como um escrito «sobre arquitetura» mais do que «para arquitetos». Todavia, isso só vale em parte, pois o foco principal de Vitruvius é uma prática vigente: aquela que, aos seus olhos, tem desviado os profissionais do caminho correto, dos princípios racionais. O arquiteto, explica o autor, impescinde da prática, da habilidade (*solleertia*), mas, desassistido da teoria (*rationatio*), jamais poderá ser um artífice perfeito. Esse argumento será recorrente em todo o tratado. Ao escrever para eruditos, não pretende tornar todos arquitetos, mas antes, esclarecê-los sobre a dignidade da arte. (D'AGOSTINO, 2010, p.70)

Outra abordagem a respeito do peso exercido pelas diretrizes práticas no texto vitruviano refere-se ao entendimento da ideia de beleza (*venustas*) pelos romanos. Ao considerar como os filósofos do período definiam a questão, verifica-se que o belo era geralmente vinculado a valores de cunho mais pragmático, como utilidade e conveniência em vez de noções do domínio estético. Deste modo, a própria tríade vitruviana – *fimitas*, *utilitas* e *venustas* – adquire sentido mais operativo, visto que o autor também estabelece que a beleza na arquitetura corresponde ao emprego equilibrado da lógica de comensurabilidade (*symmetria*) nos edifícios<sup>61</sup>, ou seja, a adoção de um sistema inter-relacional de módulos das partes entre si e com o todo (coordenação modular) era condição *sine qua non* de uma edificação bela.

Segundo Platão, Sócrates, em seu diálogo com Hípias, afirma: “O que eu digo (...) é que devemos considerar belo o que é útil. Cheguei a esta conclusão pelas seguintes considerações: não são belos os olhos (...) que parecem incapazes de ver, porém os aptos e empregados para este fim (...); e o que é útil denominamos de belo, considerando o modo por que é útil, para que e quando pode ser útil, e bem assim como feio o que for inútil sob todos estes aspectos”. (MANENTI, 2014, p.226)

---

<sup>61</sup> I, 3, 2.

Além disso, a tecnologia construtiva apresentada em *De Architectura* mostra-se ainda pertinente. Buscando aprimorar a durabilidade e tornar mais sustentável a produção de estruturas de concreto, um grupo trinacional<sup>62</sup> de pesquisadores, formado por engenheiros e geólogos, estudou a composição mineral e as estruturas microscópicas de amostras de “concreto romano” retiradas de píeres e diques ainda incólumes, apesar dos mais de dois mil anos de idade destas construções.

**Figura 21:** Retirada de amostras em *Portus Cosanus*, Toscana, 2003



**Fonte:** JACKSON, M. D. et al, 2017.

A equipe apurou que a antiga mistura de pedra calcária, pozolana, cal e água requer muito menos calor (e combustível) que o processo atual de fabricação do concreto, que emprega cimento Portland. Enquanto o cimento Portland demanda alto consumo de combustíveis fósseis para queima de suas matérias-primas em forno rotativo a 1,540°C<sup>63</sup>, a produção da cal para o concreto romano requer menos energia, uma vez

---

<sup>62</sup> Membros de instituições de ensino e pesquisa dos Estados Unidos da América, da República Popular da China e da Itália.

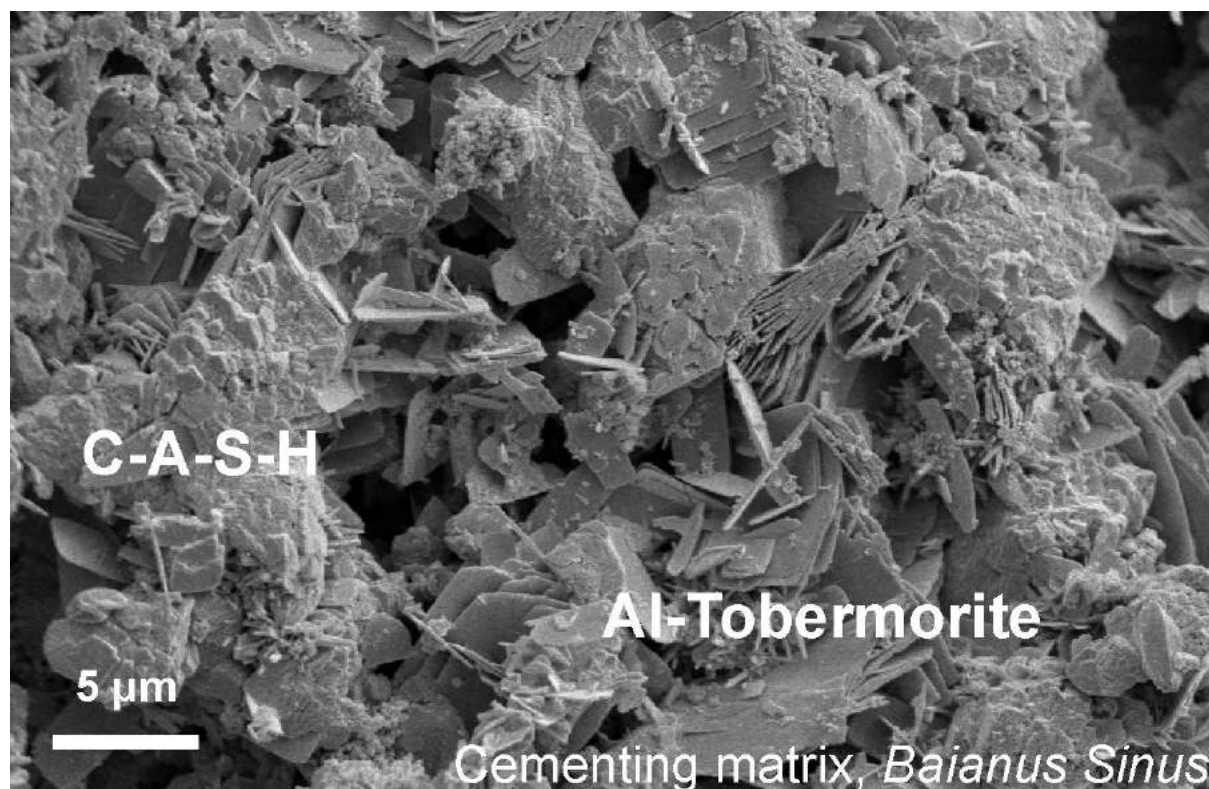
<sup>63</sup> 7% das emissões globais de CO<sub>2</sub> são advindas desta atividade. (YANG, 2013)



que as temperaturas exigidas correspondem a dois terços das necessárias para obter cimento Portland. Outra descoberta dos pesquisadores foi encontrar Tobermorita aluminosa, um mineral extremamente raro, nas amostras. Mais tarde, concluíram que a água do mar, ao percolar pelos interstícios do concreto, dissolveu componentes da cinza vulcânica e permitiu o surgimento deste composto a partir da solução altamente alcalina gerada pela ação corrosiva da água. A composição rica em sílica e a forma achatada e entrelaçada dos cristais de Tobermorita aluminosa contribuíram para o aumento da resistência do concreto romano à fissuração<sup>64</sup>.

Surpreendente verificar que o desgaste gradual da água, um processo normalmente visto como prejudicial aos materiais modernos, era o processo responsável por aprimorar a resistência do concreto feitos pelos contemporâneos de Vitruvius.

**Figura 22:** Cristais de Tobermorita aluminosa na matriz cimentícia



**Fonte:** JACKSON, M. D. et al, 2017.

<sup>64</sup> JACKSON, M. D. et al. *Phillipsite and Al-tobermorite mineral cements produced through low-temperature water-rock reactions in Roman marine concrete*. EUA: Mineralogical Society of America, 2017.

A partir do exposto, e considerando a flébil ausência de vestígios arqueológicos palpáveis do engenho e habilidade profissional de Vitruvius – que poderiam corroborar ou refutar integralmente o conteúdo apresentado em seus escritos, conclui-se que o tratado *De Architectura* constitui documento relevante para os profissionais envolvidos na construção de edificações, desde a fase de desenvolvimento dos projetos até a conclusão da obra, relacionando conceitos, critérios, procedimentos e estratégias que auxiliam a pensar antecipadamente os processos e requisitos próprios da produção da obra e desenvolver o projeto do processo de produção como um todo.

Estruturada nos princípios fundamentais da solidez, funcionalidade e beleza e composta pela ordenação, disposição, eúritmia, comensurabilidade, decoro e distribuição, a Arquitetura segundo a perspectiva vitruviana configura uma ciência aberta e dinâmica, que admite modificações, ajustes e inovações que promovam o melhor atendimento às demandas de cada contexto. Por fim, no que diz respeito as formas de inovação em um campo desta amplitude e complexidade, o arquiteto e docente Alexandre Marques Pereira (2016) enumera três níveis de possibilidade: a técnica ou tecnológica, a no plano das ideias e a no modo de fazer. Contudo, para a gênese e implantação destas ações é indispensável conhecer “muito bem as obras dos seus antecessores” haja visto que, toda inovação é, num determinado sentido, “uma consequência de uma reflexão prática, sobre aquilo que já foi feito algures”.

Assim, poderíamos dizer que a história está cheia de inovações técnicas, de novas ideias e de obras inovadoras, mas para aqueles que fazem, o que conta mais é o modo como os outros fizeram, claro que interessa também conhecer as inovações técnicas e as ideias. Mas será melhor seguir o caminho do fazer, até porque também é seguro que não existe nenhuma teoria para fazer uma qualquer obra, mais ou menos inovadora. Existe sim uma prática, sendo que a melhor teoria é ir aprendendo com as obras do passado, mais ou menos recente. Principalmente com o seu *modus operandi*, numa palavra com o seu ofício, e então, depois juntarmos o nosso mundo, a nossa forma de ver, e as outras infinitas possibilidades de fazermos, seja enquanto arquitectos, músicos, realizadores, pintores, etc, etc. (PEREIRA, 2016)



Sábias e utilmente procuraram os nossos maiores, através de escritos, transmitir os seus conhecimentos às gerações futuras, a fim de que não se perdessem, mas chegassem, no decorrer dos tempos, à máxima sutileza do entendimento, sendo publicados em livros e progressivamente enriquecidos em cada época. A eles devem ser prestados não poucos, mas muitíssimos agradecimentos, porque não deixaram passar egoisticamente em silêncio os seus conhecimentos, em todos os campos, mas procuraram transmiti-los por escrito.

**Vitrúvio** (VII, *Praef.*,1)

## REFERÊNCIAS

ADAM, Jean-Pierre. ***La Construction Romaine: matériaux et techniques***. Paris: Éditions Picard, 2011.

ALMEIDA, Alex dos Santos. ***As thermae e balnea nas hispaniae romanae II a.C. - III d.C.*** Tese (Doutorado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia da USP, 2015.

AQUACLOPEDIA: *a picture dictionary of Roman aqueducts – Drawing of the construction of a subterranean water channel* (Construção de canal subterrâneo). Disponível em: <<http://www.romanaqueducts.info/picturedictionary/framepicturedictionary.htm>>. Acesso em 20 de junho de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Relatório de Avaliação dos Esforços para Implantação da Coordenação Modular no Brasil**. Brasília, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15873**: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

BARROS, MERCIA M. S. B. **Metodologia para Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas na Produção de Edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1996.

BIERMANN, Veronica; BORNGÄSSER KLEIN, Barbara; EVERS, Bernd; FREIGANG, Christian. **Teoria da arquitetura**: do renascimento até aos nossos dias: 117 tratados apresentados em 89 estudos. Köln, Alemanha: Taschen, 2003.

BORGES FILHO, Francisco. **O desenho e o canteiro no renascimento medieval** (séculos XII e XIII): indicativos da formação dos arquitetos mestres construtores. 292 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, 2005.

BROLEZZI, Renato. Introdução ao Tratado de Arquitetura. In: VITRÚVIO. **Tratado de Arquitetura**. Trad. M Justino Maciel. São Paulo: Martins, 2007.

BRUNA, Paulo. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. Coleção Debates. 2ª edição, São Paulo: Perspectiva, 2002.

CALVINO, Italo. **Por que ler os Clássicos**. Trad.: Nilson Moulin. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CERVERA, Juan Calduch. **Del texto al dibujo: las imágenes de la basílica en fano de vitruvio**. Disponível em: < [http://etsavega.net/dibex/Vitruvio\\_Fano.htm](http://etsavega.net/dibex/Vitruvio_Fano.htm)>. Acesso em 20 de junho de 2017.

CONCEIÇÃO, Margarida Tavares da. **Translating Vitruvius and Measuring the Sky: On Pedro Nunes and Architecture**. Nexus Network Journal – Vol.13, No. 1, 2011, p. 205-220, publicação online em 25 de fevereiro de 2011. Disponível em: < <https://link.springer.com/>>. Acesso em 21 de maio de 2017.

CUNHA, Macsuelber de Cássio Barros da. **Vitrúvio e a escrita do de architectura**: um preceituário para um bom construtor. CPGSS PUC Goiás. Disponível em: <<http://www.cpgss.pucgoias.edu.br/ArquivosUpload/16/file/Macsuelber%20de%20C%C3%A1ssio%20Barros%20da%20Cunha%20%20VITR%C3%9AVIO%20E%20A%20ESCRITA%20DO%20DE%20ARCHITECTURA%20UM%20PRECEITU%C3%81RIO%20PARA%20UM%20BOM%20CONSTRUTOR.pdf>>. Acessado em 12 julho de 2016.

D'AGOSTINO, Mário Henrique Simão. **A beleza e o mármore**: o tratado De Architectura de Vitruvius e o Renascimento. São Paulo: Annablume, 2010.

DUARTE, Cláudio Walter Gomez. **“Elegância” e “Sutileza” na concepção dos templos dóricos gregos** (sécs. V-II a.C.). 302 p. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia da USP, 2015.

FERRO, Sérgio. **Arquitetura e trabalho livre**. Coleção Face Norte, volume 09. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

FRANCO, José Tomás. **Concreto romano**: uma alternativa mais sustentável à produção atual de cimento [El "concreto Romano" sería mucho más sustentable que el concreto que fabricamos hoy] 09 Nov 2015. ArchDaily Brasil. (Trad. Baratto, Romullo). Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/776685/concreto-romano-uma-alternativa-mais-sustentavel-a-producao-atual-de-cimento>>. Acessado em 14 junho de 2017.

GREVEN, Hélio A.; BALDAUF, Alexandra S. F. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil**: uma abordagem atualizada. Coleção Habitare. Porto Alegre: ANTAC, 2007. Disponível em: < [http://www.habitare.org.br/publicacao\\_colecao10.aspx](http://www.habitare.org.br/publicacao_colecao10.aspx)>. Acessado em 14 julho de 2016.

GROS, Pierre. Introduction. In: VITRUVIO. **De L'architecture**. Livre III, texte établi, traduit et commenté par Pierre Gros. Paris: Les Belles Lettres, 2003.

JACKSON, M. D. et al. ***Phillipsite and Al-tobermorite mineral cements produced through low-temperature water-rock reactions in Roman marine concrete***. EUA: *Mineralogical Society of America*, 2017.

KATINSKY, Júlio Roberto. **Preliminares a um estudo futuro de Vitruvius**. In VITRÚVIO. Da Arquitetura. Introd. de J. Katinsky e trad. de Marco A. Lagonegro. São Paulo: Hucitec/Fundação para a Pesquisa Ambiental, 1999.

LABTRI – Laboratório de Modelos Tridimensionais da FAUUSP. São Paulo. Apresenta recursos e atividades desenvolvidas no projeto “Modelos de Vitruvius”. Disponível em: <<http://fau.usp.br/dephistoria/labtri/index.html>>. Acesso em 14 de julho de 2016.

KRUF, Hanno-Walter. **A history of architectural theory from Vitruvius to the present**. New York: Princeton, 1994.

LACERDA et al. **A técnica de RAPD: uma ferramenta molecular em estudos de conservação de plantas**. Disponível em: <<https://www2.icb.ufmg.br/lundiana/full/vol322002/1.pdf>>. Acesso em 15 de agosto de 2017.

LIMA, Adson Cristiano Bozzi Ramatis. **Archetekton: algumas considerações em torno dos trabalhadores da arquitetura na Grécia antiga (1)**. Dez 2009. Vitruvius. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.115/4>>. Acesso em 14 de julho de 2016.

LIMA, Clóvis Antônio Benedini. **Ratio Venustatis: razões da beleza nos livros I e III do De Architectura de Vitruvius**. 222 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, 2015.

MACIEL, M. Justino. Introdução ao Tratado de Arquitetura. In: VITRÚVIO. **Tratado de Arquitetura**. Trad. M Justino Maciel. São Paulo: Martins, 2007.

MANENTI, Leandro. **Repensando vitruvius: reflexão acerca de princípios e procedimentos de projeto**. 240 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Universidade Federal de Rio Grande do Sul, 2014.

MUSEU D. DIOGO DE SOUSA – Museu de Arqueologia. Braga, Portugal. Apresenta informações sobre técnicas e materiais de construção romanos. Disponível em: <<http://mdds.culturante.pt/pt-PT/RecursosEdu/Informa/ContentDetail.aspx?id=971>>. Acesso em 27 de junho de 2017.

OLIVEIRA, Beatriz Santos de. **A construção de um método para a arquitetura: Procedimentos e princípios em Vitruvius, Alberti e Durand**. E-book, 1997.

PEDRO, Ana Paula Giardini. **A ideia de ordem: symmetria e decor nos tratados de Filarete, Francesco di Giorgio e Cesare Cesariano**. 399 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, 2011.

PEREIRA, Alexandre Marques. **Da inovação em Architectura**. E dos seus diversos modos e formas. 06 Mai 2016. ArchDaily Brasil. Disponível em:

<<http://www.archdaily.com.br/br/786631/da-inovacao-em-arquitettura-e-dos-seus-diversos-modos-e-formas-alexandre-marques-pereira>>. Acessado em 12 julho de 2016.

ROLIM et al. **Use of RAPD molecular markers** on differentiation of brazilian and chinese *Ganoderma lucidum* strains. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-89132011000200008#endb](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132011000200008#endb)>. Acesso em 15 de agosto de 2017.

ROZESTRATEN, Artur Simões. **Estudo sobre a história dos modelos arquitetônicos na antiguidade**: origens e características das primeiras maquetes de arquiteto. 283 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, 2003.

TACHIZAWA, Takeshy; MENDES, Gildásio. **Como fazer monografia na prática**. Coleção FGV Prática. São Paulo: FGV, 2006.

VITORINO, Júlio César. Sobre a história do texto de Vitruvius. In: **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, v. 11, n. 12, p. 33-50, dez. 2004

VITRÚVIO. **Tratado de Arquitectura**. Trad. M. Justino Maciel. Lisboa: IST Press, 2006.

\_\_\_\_\_. **Tratado de Arquitectura**. Trad. M. Justino Maciel. São Paulo: Martins, 2007.

VITRUVII. **De Architectura: Libri decem**. Valentinus Rose (org.). EUA: Project Gutenberg, 2016. Disponível em: <<http://www.gutenberg.org/files/51812/51812-h/51812-h.htm>>. Acessado em 12 julho de 2016.

YANG, Sarah. **To improve today's concrete**, do as the Romans did. 04 de junho de 2013. Berkeley News. Disponível em: <<http://news.berkeley.edu/2013/06/04/roman-concrete/>>. Acessado em 04 julho de 2017.





## **ANEXO A – Arquiteto *in opere***

Extraído da Resolução nº 51, de 12 de julho de 2013, CAU/BR

**Condução:** atividade técnica que consiste no comando ou chefia de equipe de trabalho relacionado à elaboração de projeto ou à execução de obra ou serviço técnico no âmbito da Arquitetura e Urbanismo;

**Direção de obra ou serviço técnico:** atividade técnica que consiste em determinar, comandar e essencialmente decidir com vistas à consecução de obra ou serviço, definindo uma orientação ou diretriz a ser seguida durante a sua execução por terceiros;

**Fiscalização de obra ou serviço técnico:** atividade que consiste na inspeção e no controle técnico sistemático de obra ou serviço técnico, tendo por finalidade verificar se a execução obedece às diretrizes, especificações e prazos estabelecidos no projeto;

**Gerenciamento de obra ou serviço técnico:** atividade que consiste no controle dos aspectos técnicos e econômicos do desenvolvimento de uma obra ou serviço técnico, envolvendo a administração dos contratos e incluindo um rigoroso controle do cronograma físico-financeiro estabelecido;

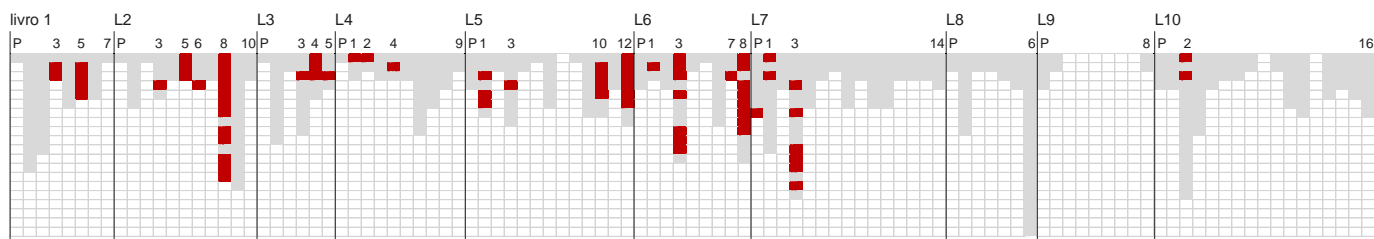
**Monitoramento:** atividade técnica que consiste em acompanhar, verificar e avaliar a obediência às condições previamente estabelecidas para a perfeita execução ou operação de obra ou serviço técnico;

**Supervisão de obra ou serviço técnico:** atividade exercida por profissional ou empresa de Arquitetura e Urbanismo que consiste na verificação da implantação do projeto na obra ou serviço técnico, visando assegurar que sua execução obedeça fielmente às definições e especificações técnicas nele contidas.

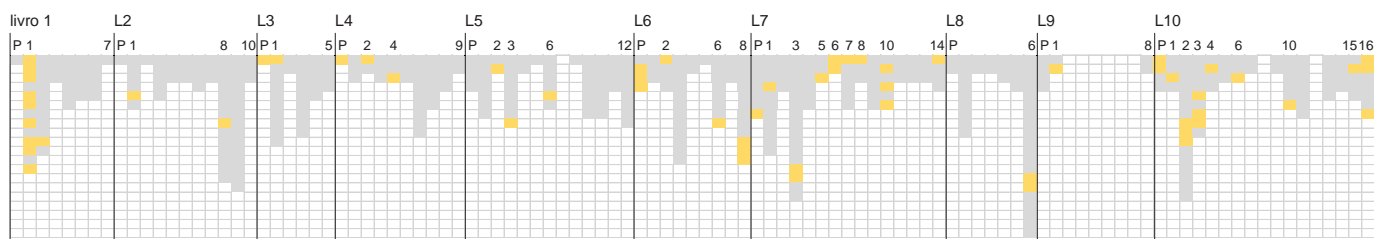


# APÊNDICE

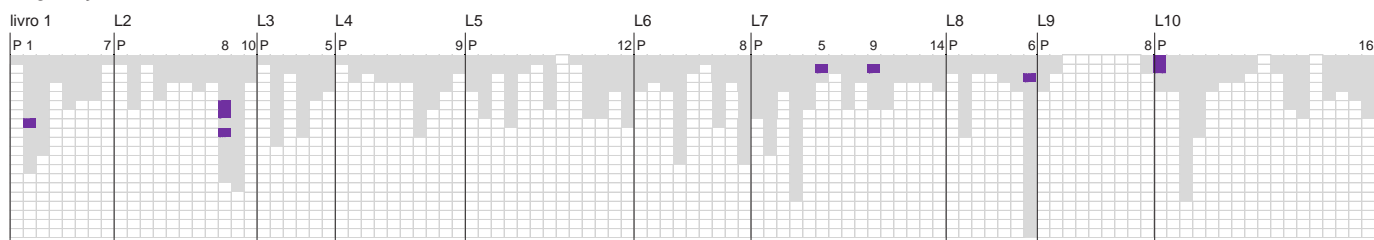
## Firmitas



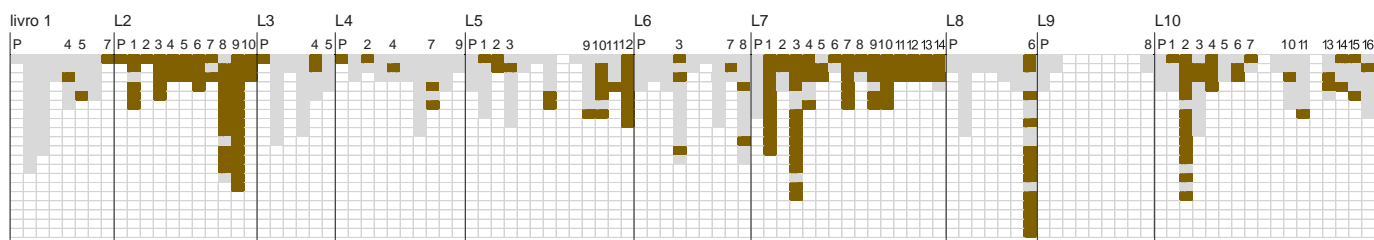
## Mão de obra



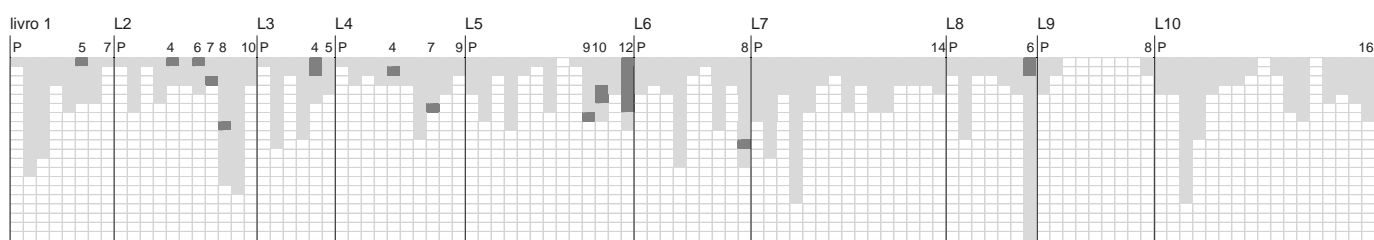
## Legislação



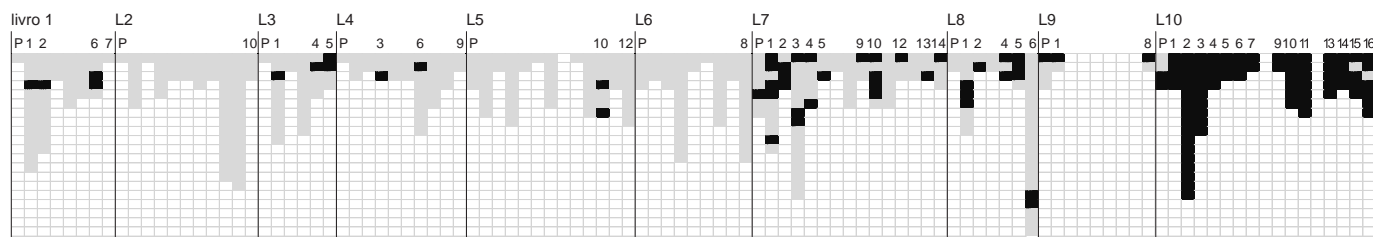
## Materiais



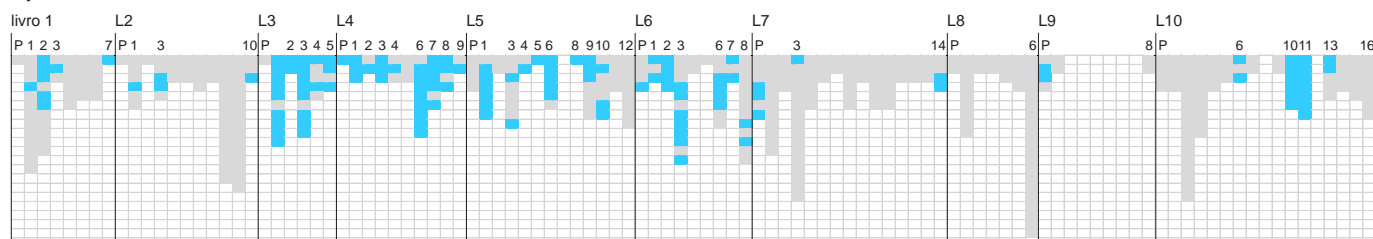
## Concreto



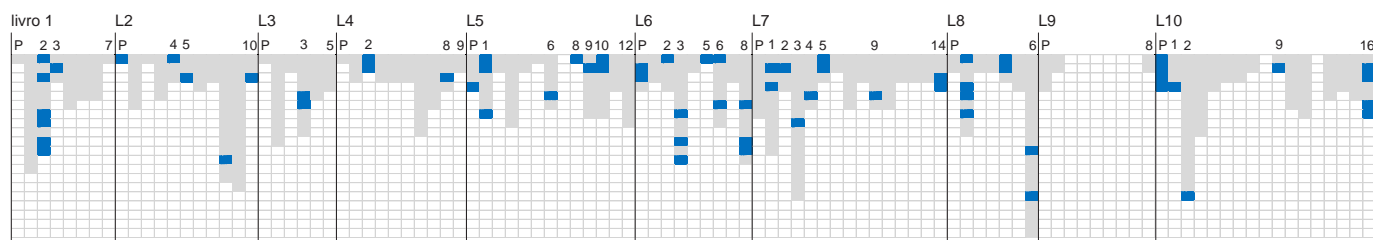
Equipamentos



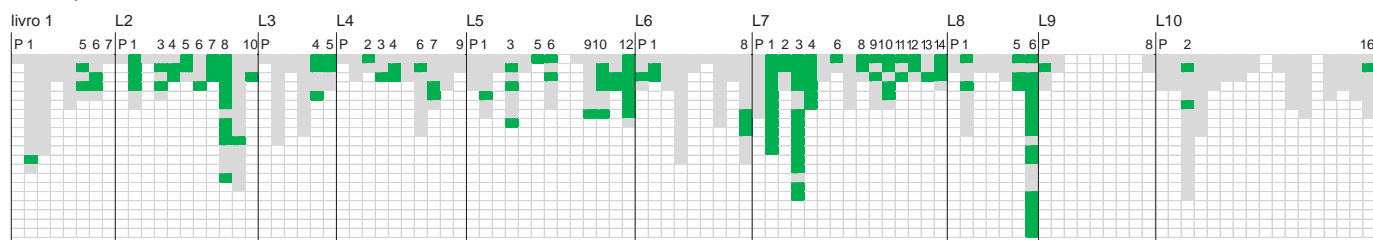
Symmetria



Gestão



Produção



Manifestações patológicas

