Sistemas Proporcionais

como metodologia de sistematização projectual

Vasco Miguel Vaz Varela Sousa Gomes

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura

Docente acompanhante: Prof. Doutor João Pedro Xavier

Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto – 2011/2012

Agradecimentos:

Gostaria de agradecer ao Professor Doutor João Pedro Xavier pela disponibilidade e entusiasmo na orientação deste estudo. Quero deixar um especial agradecimento à minha família e, não particularizando de modo a evitar omissões involuntárias, a todas as pessoas que, de forma directa ou indirecta, contribuíram positivamente para a concretização da presente prova.

Resumo

O processo compositivo em arquitectura acarreta uma infinidade de opções que o arquitecto tem que tomar, desde a sua concepção mais primária até à sua definição métrica. Relativamente a esta última fase, uma metodologia de escolha indiscriminada e sem critério pode ter efeitos prejudiciais na imagem global da obra. Os sistemas proporcionais, numa certa instância, funcionam como um critério que garante a coerência do processo compositivo, nomeadamente no que diz respeito à definição métrica dos espaços e formas arquitectónicas, bem como nas relações que estes estabelecem entre si.

Com a redescoberta dos escritos vitruvianos no Renascimento, a temática ganha uma importância extraordinária. O fascínio pela metodologia e pelo pensamento clássico então registado conduziu ao desenvolvimento de uma teoria proporcional baseado nas ideologias pitagórico-platónicas, sendo premente a crença de que a natureza se rege segundo leis universais que se manifestam da mesma forma nas mais diversas áreas do conhecimento. Este é o momento em que a ideologia clássica se transfere de forma mais consistente para a arquitectura, culminando, em termos concretos, no desenvolvimento de um sistema proporcional que toma emprestadas as razões matemáticas caracterizadoras da teoria musical pitagórica. Palladio surge-nos como um dos melhores exemplos da exploração do que mais tarde se classificaria como "sistema harmónico".

Posteriormente, regista-se um crescente interesse nas propriedades dos números irracionais, afastando assim os ideais de proporção renascentistas baseados em razões de números inteiros. A par disso também se desenvolvem correntes de pensamento divergentes do modelo clássico como é o caso do "empirismo". Apesar disso, já no século XX, Le Corbusier ainda aparece como um seguidor das ideologias clássicas, desenvolvendo um

sistema proporcional que, embora apoiado num número irracional, advém da crença de que se pode destilar da realidade envolvente determinadas leis universais que se podem aplicar naturalmente na arquitectura.

Por outro lado, a corrente empírica é explorada por Dom Hans van der Laan para desenvolver um sistema proporcional baseado em pressupostos distintos àqueles que a teoria da proporção em arquitectura se habituou a considerar. O sistema plástico, desenvolvido contemporaneamente com o Modulor e também baseado numa grandeza irracional, surge-nos apoiado na percepção humana da realidade, em que as leis matemáticas consistem numa criação do intelecto humano como resposta à condição caótica da natureza, e que encara a arquitectura como a entidade mediadora da relação desta com o homem.

Os três casos apontados representam porventura, dentro do universo dos sistemas proporcionais conhecidos em arquitectura, aqueles que oferecem ao arquitecto um maior leque de possibilidades.

Abstract

The compositional process in architecture entails an infinitude of options that the architect must take, from its most primary conception to its metrical definition. Regarding this last phase, an indiscriminate methodology, lacking in strict selection criteria, might harm the overall appreciation of the work it serves. The proportional systems, in a way, function as a criteria that oversees the coherence of the compositional process, namely in regard to the metrical definition of architectural spaces and forms, as well as the relations established between them.

With the rediscovery of the vitruvian writings during the Renaissance, the subject's relevance is, thus, intensified. The fascination for methodology and classical thought upheld at the time, led to the development of a proportional theory based on phythagorean-platonic ideals, in which the belief that nature sustains itself through universal laws persists, manifesting themselves equally in the most diverse areas of knowledge. This is the moment where classical ideology transfers itself to architecture in its most consistent form, culminating, in concrete terms, in the development of a proportional system that borrows the mathematical logic inherent to phythagorean musical theory. Palladio is thus revealed as one of the best examples of the study that later would be classified as "harmonic system".

Sometime later, a growing interest on the properties of irrational numbers is manifested, thus discarding the Renaissance ideals on proportion based on a whole number reasoning. Meanwhile, new schools of thinking emerge, such as "empiricism", which will also steer from classical standards. Nevertheless, and already in the 20th century, Le Corbusier still upholds faith in the classical lineage, revealing himself to be, still, a follower of such ideals, developing a proportional system which, albeit based on irrational

numbers, nurtures the belief that one can filter from reality universal laws that can be naturally applied to architecture.

On the other hand, the empiricist school is explored by Dom Hans Van Der Laan to develop a proportional system based on assumptions which differ from those that the proportional theory in architecture was used to consider. The plastic system, developed contemporaneously with the Modulor and also based on an irrational value, comes to us leaning on the human perception of reality, in which mathematical laws consist on a creation of the human intellect, as an answer to the chaotic condition of nature, and bestowing upon architecture the role of moderator in nature's partnership with Man.

The three cases mentioned probably represent, within the universe of known proportional systems in architecture, those which offer the widest range of possibilities to an architect.

Índice

Objectivos 11
Metodologia 12
Estrutura 13

I- Introdução 15
I.1- Proporção e Arquitectura 17
I.2- A Matemática da Proporção 23
I.3- Proporção e o Cosmos 27

II- O Sistema Harmónico 31
II.1- A Herança Clássica 33
II.2- Alberti 37
II.3- Palladio 43
II.4- A Villa Barbaro 51

III- O Sistema Áureo 65
III.1- Incomensurabilidade 67
III.2- A secção Áurea 71
III.3- O Modulor 79
III.4- O Convento de La Tourette 89

IV- O Sistema Plástico 101
IV.1- Dom Hans van der Laan 103
IV.2- O Número Plástico 111
IV.3- A Extensão da Abadia de Vaals 121

V- Considerações Finais 141

Bibliografia 147
Lista de Figuras 149

Objectivos

A principal intenção motivadora do ensaio apresentado passa pelo estudo da relação que a temática dos sistemas proporcionais, ou de forma mais genérica, a temática da proporção estabelece com a prática projectual arquitectónica. O desenvolvimento deste estudo parte do problema da definição métrica do projecto arquitectónico, sendo que os sistemas proporcionais são aqui encarados como uma garantia contra a arbitrariedade nas opções métricas dos espaços e formas arquitectónicas. O propósito principal consiste então na exploração da importância que a temática adquire como um método de controlo do projecto arquitectónico, como suporte da definição métrica do mesmo e como forma de oferecer coerência a uma unidade composta por diferentes partes.

Como tal, não será pertinente que algumas das vertentes habitualmente associadas ao estudo da temática sejam aqui aprofundadas. Como exemplo podemos afirmar que a vertente estética da obra arquitectónica constitui uma importância vital no desenrolar histórico da temática aqui abordada, servindo diversas vezes como o principal motor para a sua abordagem. No entanto, e apesar da inevitabilidade da questão, não é essencialmente neste sentido que o estudo se desenvolve, também para que não se perca o foco nos objectivos acima mencionados.

Por outro lado, este estudo não tem o pretensiosismo de proclamar a inevitabilidade da utilização de sistemas proporcionais como condição para uma "boa arquitectura", nem de se assumir como um manifesto para uma metodologia exclusiva de intervenção projectual. Trata-se de uma exposição prática com o intuito de demonstrar a versatilidade e multiplicidade de abordagens face à temática em questão e de mostrar a importância que estes sistemas podem ter na sistematização das opções projectuais.

Metodologia

Foi importante para o desenvolvimento do trabalho ter em consideração as várias posições históricas face à temática abordada. Para tal considerou-se documentação primária, com um discurso directamente dirigido à prática arquitectónica. Esta literatura constitui o elemento base de selecção dos casos de estudo.

Numa outra instância, considerou-se o recurso a literatura secundária, não directamente relacionada com arquitectura, mas igualmente importante no sentido de compreender os problemas filosóficos, cosmológicos ou matemáticos inerentes aos diversos períodos históricos, e de que forma as ideias desenvolvidas nesses períodos se manifestaram no modo de pensar a arquitectura. Este tipo de abordagem serve como ponto de partida para a compreensão do desenvolvimento do pensamento sobre a temática enunciada, e da relativa continuidade desse mesmo pensamento. A importância que se dá nesta investigação a esta continuidade cinge naturalmente a análise à cultura ocidental, mais especificamente desde o período clássico ao contemporâneo. No mesmo sentido, deixa-se para segundo plano os períodos de interregno no que diz respeito à referida continuidade devido à escassez de referências literárias, como é exemplo o período medieval.

O facto de a maioria das referidas referências primárias sobre a aplicação de sistemas proporcionais à arquitectura se concentrarem a partir do Renascimento, conduz à selecção de casos práticos de estudo cronologicamente próximos face à totalidade do período abordado.

Estrutura

Para além das notas preliminares e das considerações finais o discurso desenvolve-se segundo quatro partes distintas.

A primeira parte serve como enquadramento dos casos práticos abordados posteriormente. Neste capítulo lança-se as considerações gerais sobre a problemática em questão e explora-se a sua pertinência face à actividade projectual. Integra também as principais implicações matemáticas e conta com a exposição do desenvolvimento do pensamento cosmológico, da maneira como o homem encara a "ordem", da sua relação com a natureza e com o universo. A variação nas abordagens destes temas vai se reflectir na pluralidade de atitudes perante a arquitectura e particularmente perante a temática da proporção. Nesse sentido, os capítulos seguintes expõem casos em que se demonstra a diversidade de abordagens com as quais se pretende atingir objectivos semelhantes.

Na segunda parte expõe-se o sistema harmónico de proporções derivado da teoria musical pitagórica e a sua aplicação à arquitectura, com um evidente impacto no Renascimento. Neste caso os contributos de Alberti e Palladio são fundamentais, sendo que a obra deste último serve como caso prático de estudo.

A terceira parte conta com o desenvolvimento do sistema áureo de proporções. O estudo recai então sobre a história do número de ouro, sobre o problema da sua incomensurabilidade e sobre a sua aplicação na arquitectura, sendo para tal fundamental o contributo de Le Corbusier e do Modulor.

Na quarta parte desenvolve-se o sistema baseado no número plástico elaborado pelo arquitecto holandês Dom Hans Van der Laan. Expõe-se a generalidade do seu contributo considerando-se a sua visão empírica perante a arquitectura e o estudo do referido sistema, tendo como base a obra do mesmo.

I – Introdução

Proporção em Arquitectura

O interesse e estudo da temática da proporção em arquitectura aparentam ser cíclicos quando fazemos uma retrospectiva historicista sobre a matéria. Encontramos períodos da história em que a sua importância é exaltada e considerada essencial no âmbito da metodologia projectual, a par de outros períodos em que esta importância se mostra desvalorizada e relegada para segundo plano no âmbito do processo de criação arquitectónica. No entanto, creio que seja seguro afirmar que em nenhum caso a temática tenha sido ignorada ou desconsiderada como parte integrante do procedimento arquitectónico.

"The theory of proportion is part of the theory of architecture."[1]

Uma das intenções condutoras deste estudo passa pela forma como a temática da proporção se manifesta no seio do processo projectual em arquitectura. Sobre o processo de actuação arquitectónico, Ludovico Quaroni[2] distingue quatro fases. A primeira fase, de programação, engloba o estudo das áreas de implantação, das características do lugar, das opções de adequação ao terreno, da relação com a envolvente e ainda o estudo do modo de utilização e do programa a adoptar. A segunda fase seria destinada ao projecto, no sentido mais restrito do termo, já que a palavra pode ser usada para definir todo o processo em questão. É nesta fase que se pensa, estuda e constrói, através de aproximações sucessivas, a proposta final. A terceira fase corresponde à realização da obra e a quarta consiste no processo de manutenção do edifício ao longo do tempo.

[1] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, Cambridge: University Press, 2011, p.3
[2] Ludovico Quaroni, *Proyectar un edifício – ocho lecciones de arquitectura*, trad. Angel Sánchez Gijón, Madrid: Xarait, 1980, pp.28-31

Neste caso, a segunda fase será aquela que merecerá mais atenção. Quaroni subdivide esta fase em três fases internas: a fase inicial de implantação, que pode englobar várias propostas alternativas; a fase de "anteprojecto", onde se desenvolve esquematicamente a alternativa adoptada, e por fim, a fase executiva que compreende o desenvolvimento de todos os desenhos finais representativos da obra. A partir desta base teórica, arriscaria uma leitura pessoal sobre a posição da temática em estudo no âmbito deste processo, aferindo que o seu contributo mais evidente se manifesta na construção da ponte entre as fases de "anteprojecto" e executiva, ou seja, constitui uma parte integrante do processo compositivo conduzindo à rigorosa definição métrica do projecto.

A proporção assume, portanto, um papel preponderante no processo compositivo em arquitectura, nomeadamente no que diz respeito à relação que os diversos elementos arquitectónicos estabelecem entre si, que se precisa através da sua definição métrica. Tomemos como exemplo um elemento arquitectónico básico: a parede. Quando encarada isoladamente, as qualidades ou características específicas desta parede são expressas unicamente pela relação entre as suas medidas: a relação que o comprimento estabelece com a altura, e eventualmente, a relação de ambos com a sua espessura. Entretanto, quando se adiciona, por exemplo, uma porta à composição, introduzimos também um outro grau de complexidade, já que, para além da relação entre as medidas da parede, temos que ter em consideração as medidas da porta, bem como a relação entre as diferentes medidas dos dois elementos. Posteriormente acrescenta-se uma janela tornando a composição ainda mais complexa. Se, por outro lado, repetirmos este elemento de forma a produzir uma sequência contínua, vemos envolvido um outro conceito arquitectónico: o "ritmo".

A composição arquitectónica consiste então na conjugação de vários elementos, por outras palavras a organização do todo a partir das suas partes. Por outro lado, um sistema proporcional garante uma coerente correlação entre as dimensões das próprias partes, entre as dimensões das diferentes partes, e destas com as do conjunto. Consideremos a explicação vitruviana de

alguns conceitos decorrentes do processo compositivo[3]: ordenação, euritmia, comensurabilidade[4] e proporção.

> *"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."*[5]

> *"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 ao comprimento, em suma quando todas as partes corresponderem às respectivas comensurabilidades."*[6]

> *"Comensurabilidade consiste no conveniente equilíbrio dos membros da própria obra e na correspondência de uma determinada parte, entre as partes separadas, com a harmonia do conjunto da figura."*[7]

> *"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 secção ou na totalidade da obra, a partir do qual se define o sistema de comensurabilidades."*[8]

As definições transcritas assumem entre si um carácter muito semelhante. Contudo é possível concluir que manifestam determinadas exigências que se correlacionam e que apenas ganham sentido quando encaradas em conjunto e não apenas individualmente. Em primeiro lugar, convém que as medidas das partes e do todo devem corresponder entre si, no sentido de criar uma sequência de medidas correlacionadas entre si, por exemplo, através de uma razão constante. Em segundo lugar, percebemos que deve existir uma relação directa entre o todo ou medidas maiores e uma unidade elementar que constitui o módulo. Como consequência também será importante que as dimensões de todas as "partes intermédias" se relacionem quer com o todo quer com a unidade.

---

[3] Traduções para português dos termos: *ordinatio*, *euritmia*, *symmetria* e *proportio*, segundo Maria Helena Rua in *Os dez livros de arquitectura de Vitrúvio*, Lisboa: Decist, 1998, pp.37, 38, 109

[4] Aqui comensurabilidade é fruto da tradução do termo *"symmetria"* e portanto não deve ser encarado no sentido mais lato que habitualmente se tratará ao longo do discurso para definir algo passível de ser medido.

[5] Vitrúvio, *Os dez livros de arquitectura de Vitrúvio*: corrigidos e traduzidos em português por Maria Helena Rua, Lisboa: Decist, 1998, Livro I, Capítulo II, 2, p.37

[6] *Idem*, L. I, Cap. II, 3, p.38

[7] *Idem*, L. I, Cap. II, 4, p.38

[8] *Idem*, L. III, Cap. I, 1, p.109

Também pelas palavras de Vitrúvio conseguimos abstrair o conceito de "sistema de comensurabilidade", ou sistema proporcional. No seguimento da análise dos conceitos vitruvianos supracitados, também podemos concluir que um sistema proporcional é tão mais eficaz quanto mais se comprometer com o conjunto de exigências daí extraídas e aqui mencionadas. A capacidade de cada sistema responder a tais exigências será uma das principais linhas condutoras das análises dos casos concretos expostos mais adiante.

É claro que, ao avançar para uma concretização de conceitos como aqui acontece, corre-se o risco de nos tornarmos demasiadamente simplistas na abordagem. Caso o processo compositivo em arquitectura pudesse ser resumido desta forma, como um mero método de organização de determinadas relações métricas, o processo seria puramente mecânico e não criativo. As principais críticas apontadas ao constante recurso a sistemas proporcionais em arquitectura recaem precisamente sobre a eventual esterilização da vertente criativa do procedimento arquitectónico. É portanto importante levar este factor em consideração, mas o debate sobre a condição artística do arquitecto revela-se paralelo aos objectivos principais motivadores do estudo e, por isso, não será explorado em profundidade.

Além disso, a temática da proporção apoia recorrentemente a sua argumentação num outro pressuposto que provoca ocasionalmente cepticismo e contestação: o facto de se associar à vertente estética da obra. Se regressarmos aos escritos vitruvianos, este factor torna-se claro:

> *"O princípio da beleza atingir-se-á quando o aspecto da obra for agradável e elegante e as medidas das partes corresponderem a uma equilibrada lógica de comensurabilidade."*[9]

A verdade é que este conceito persiste (tornando-se mesmo inevitável) em qualquer abordagem sobre a temática. Porém, a "falsa objectividade" que deriva da consideração de que os sistemas proporcionais funcionam como um meio para um fim estético conduz a uma desconsideração desses mesmos sistemas como uma ferramenta viável para atingir tal objectivo. Como tal, a vertente psicológica do debate gera posições opostas, sendo que por um lado surgem argumentos que apontam para uma natural subjectividade no teor de agradabilidade de cada forma, e por outro aparecem argumentos em defesa da superioridade estética de certas formas sobre outras. Se nos afastarmos destas posições extremas do debate, adoptando uma posição intermédia, não

[9] Vitrúvio, *Os dez livros de arquitectura*, L. I, Cap. III, 2, p.41

será certo que chegaremos a um resultado conclusivo. Se por um lado for plausível que uma determinada forma, regida segundo determinadas proporções, possa gerar um consenso estético mais alargado, por outro, tal consenso não passará de um resultado meramente estatístico, não sendo plausível que qualquer forma específica possua em si própria qualquer qualidade estética.

Para além disso, existem outros factores externos à própria relação métrica entre os elementos arquitectónicos que podem ter influência na percepção estética das formas ou dos espaços. Um deles pode definir-se como "costume". Caso as dimensões, ou relação entre dimensões, de certo elemento se afaste daquilo que estamos acostumados a ver, tal elemento será percepcionado como sendo "desproporcional", mesmo obedecendo a um determinado sistema de proporção. Isto acontece quando se estabelecem fortes convenções em arquitectura, como é o caso das ordens arquitectónicas, onde qualquer desvio face às relações proporcionais habituais entre os seus elementos culmina num resultado aparentemente desprazeroso.

Já alheios à abordagem estética da temática podemos ainda referir dois outros factores externos à simples relação métrica dos diversos elementos arquitectónicos que também têm influência na perspectiva que podemos ter sobre a temática das proporções. O primeiro apoia-se na vertente estrutural, segundo a qual são as próprias características dos materiais ou as exigências económicas das construções que definem, dentro de certos limites, a forma e tamanho das variadas partes do edifício. Este factor ganha importância quando surgem opiniões que reduzem todo o problema da proporção a questões estruturais.[10] O segundo factor relaciona-se com o programa ou o uso de determinado espaço. De facto, determinados programas podem definir a forma ou as dimensões de um espaço, sendo que quando uma forma não se adequa devidamente ao uso conferido ao espaço, as proporções do mesmo também parecem desadequadas.

A análise a conduzir aos diferentes sistemas a abordar neste estudo não se baseará fundamentalmente nestes factores que permitem uma deambulação de cariz mais subjectivo dentro da temática, cingindo-se portanto, como já foi dito, pela sua capacidade de responder às exigências extraídas dos conceitos vitruvianos de composição. Por outras palavras, os

[10] *"It has been argued from time to time that the whole problem of proportion could be reduced to structural mechanics"*, P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.3

sistemas em estudo serão encarados como ferramenta de controlo do projecto.

> *"O que a razão produz pode tornar-se monstruoso. A arquitectura* – cosa mentale – *sobrevive através de um controle que ultrapassa subjectivismos: através de códigos que se universalizam, do acordo sobre as «boas proporções» testadas por uma experiência a que não basta o eu-que-projecto. Um sistema de controle, um código seguro – universal – da organização do espaço e das formas foi sempre o objectivo «responsável» da arquitectura."*[11]

O código primário de controlo do processo compositivo do projecto passa pela similaridade de figuras, ou seja, a repetição de uma forma dominante com vista à obtenção de unidade no projecto. Porém, qualquer composição baseada unicamente na manipulação de uma forma singular tende a tornar-se monótona, mas, por outro lado, o uso indiscriminado do mais variado número de formas pode resultar numa composição caótica. Portanto, o processo compositivo mais equilibrado passará pela utilização de um restrito número de formas específicas. Um sistema proporcional entra em cena precisamente na selecção dessas formas específicas. A riqueza de cada sistema reside na sua capacidade de a partir da conjugação de partes menores produzir partes maiores dentro do mesmo sistema, que, por sua vez, quando conjugadas formam o conjunto; isto através da utilização de uma limitada selecção de formas. A esta característica capital de qualquer sistema chamamos "propriedades aditivas", sendo que a maior apetência de certas formas para preencher tais requisitos advém de razões puramente matemáticas.

[11] Álvaro Siza, *01-Textos*, ed. Carlos Campos Morais, Porto : Civilização, 2009, p.333

A Matemática da Proporção

Abordando o tema de um ponto de vista puramente matemático, podemos constatar que uma proporção consiste na igualdade de duas razões, a:b = c:d. No mesmo sentido, mas partindo de um ponto de vista geométrico podemos dizer que, por exemplo, dois rectângulos são proporcionais quando a relação entre os seus lados se manifesta segundo a mesma razão (fig. 1). Podemos dizer que dois rectângulos proporcionais representam a mesma forma. No entanto os rectângulos são considerados em separado, sendo que, quando encaramos o problema sob o ponto de vista arquitectónico, convém, como vimos anteriormente, que as diferentes partes se conjuguem. Procedendo a um exercício semelhante, ao considerarmos dois rectângulos com a mesma forma e tamanhos diferentes, em que um dos lados é comum (fig. 2) produzimos uma proporção contínua, a:b = b:c.

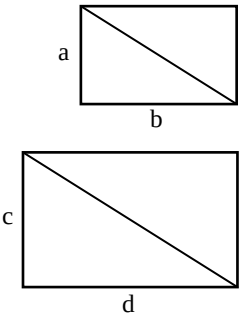


Figura 1
Igualdade de duas razões, a:b = c:d

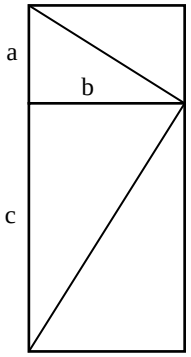


Figura 2
Proporção contínua, a:b = b:c

Assumindo que a razão em causa é igual a x e que a=1, facilmente deduzimos que as dimensões dos rectângulos se podem representar pela sequência 1, x, x^2. Este padrão formado pelas dimensões lineares dos rectângulos define-se como uma progressão geométrica. Contudo, com a criação deste padrão reduzimos o problema de uma construção geométrica ou de uma relação aritmética, a uma questão puramente analítica, ou seja, as dimensões podem ser expressas sequencialmente numa espécie de escala ou "listagem" de grandezas, sendo possível encarar as relações entre os termos de forma analítica, sem necessidade de consideração do processo matemático que lhes deu origem. P.H. Scholfield exalta a importância desta possibilidade no âmbito da prática projectual:

> *"A system of proportion in practice* (…) *must be easy to use. Above all a designer must be able to use it without intricate mathematical calculations, just as the composer can use the scales of music without considering the mathematical relationships underlying them."*[12]

Considerando novamente a progressão geométrica previamente anunciada, podemos concluir que a especificidade de cada sistema passa pela decisão da razão base de progressão. De acordo com Padovan, *"the beginning of proportion, like the beginning of counting and of all the mathematics, is the passage from one to two"*[13]. Como tal, a progressão geométrica mais simples baseia-se na razão 2, o menor número inteiro

[12] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.12
[13] Richard Padovan, *Proportion: science, philosophy, architecture*, London: Spon Press, 1999, p.43

1	x	x^2	x^3
y	xy	x^2y	x^3y
y^2	xy^2	x^2y^2	x^3y^2
y^3	xy^3	x^2y^3	x^3y^3

Figura 3
Duas progressões geométricas intercaladas

1	2	4	8
3	6	12	24
9	18	36	72
27	54	108	216

Figura 4
Duas progressões geométricas intercaladas com 2 e 3 como razões de crescimento

natural possível a seguir à unidade (1, 2, 4, 8, 16, …). Porém, as propriedades aditivas desta progressão geométrica são extremamente reduzidas.

> *"A defect of the geometric progression based on doubling is that the jump from one to two is simply too great. In practice, the builder or architect needs to be able to employ ratios that are greater than 1:1 but less than 2:1."*[14]

De forma a ultrapassar este impasse podemos proceder essencialmente de duas maneiras. Em primeiro lugar, podemos optar pela utilização de duas progressões geométricas intercaladas, baseadas em duas razões, x e y. Isto produz um padrão mais complexo com uma mais variada gama de opções aditivas (fig. 3), abrindo a possibilidade, por exemplo, de nos cingirmos ao simples manuseamento de números inteiros. Caso x e y correspondam respectivamente a 2 e 3, ficamos basicamente com o sistema pitagórico-platónico utilizado durante o Renascimento (fig. 4). A segunda hipótese consiste na simples aplicação de uma razão maior que 1 e menor que 2 à progressão geométrica inicial. No entanto, as grandezas que conseguem manifestar uma rica variedade de propriedades aditivas são muito restritas e geralmente são irracionais. O sistema plástico desenvolvido por Dom Hans van der Laan surge como um bom exemplo deste procedimento. Já o Modulor tem a particularidade de abranger as duas opções, visto consistir na conjugação de duas progressões geométricas regidas por uma razão maior que 1 e menor que 2, que se relacionam entre si segundo a razão 2:1.

A verdade é que ambas as hipóteses apresentam desvantagens. Por um lado, um sistema baseado unicamente em números inteiros oferece um limitado número de propriedades aditivas, mesmo combinando mais que uma progressão geométrica. Por outro lado, o facto de se usar multiplicadores irracionais produz termos que são incomensuráveis e portanto não se coaduna com a prática arquitectónica que se baseia na manipulação de medidas concretas. A forma mais simples de efectivar medidas produzidas por um sistema baseado numa razão incomensurável passará pelo simples arredondamento dos termos. No entanto, é frequente encontrar esses sistemas associados a determinadas sequências de números inteiros que apresentam as mesmas propriedades aditivas que a progressão regida pelo multiplicador irracional. Deixa-se de tratar de uma progressão geométrica, mas a razão entre termos sucessivos da sequência aproxima-se da razão incomensurável

[14] Richard Padovan, *Proportion*, p.44

base quanto maiores forem os termos da série. A título de exemplo podemos referir a associação da sequência de Fibonacci ao sistema áureo ou a associação da sequência de Padovan ao sistema plástico.

Para uma melhor compreensão de certas características de algumas sequências será pertinente uma breve explanação do conceito matemático de "média". Este enquadramento também nos ajudará a perceber algumas características dos sistemas apresentados posteriormente. O conceito matemático remonta à antiguidade clássica. Platão enquadra a temática da proporção como a conjugação de dois elementos a partir de um terceiro.[15] Dois extremos conjugam-se através do meio. Claro que esta definição pode parecer simplista, mas o importante a reter é o facto de se considerar a função da proporção como a conjugação de elementos distintos. Poder-se-iam distinguir diversas formas de mediar o intervalo definido pelos extremos, no entanto, apenas será pertinente considerar algumas.

A média geométrica, a mais valorizada por Platão, vem de acordo com a caracterização desenvolvida até aqui e consiste na divisão de um intervalo entre dois termos de modo a que a relação do termo médio com o extremo menor seja a mesma que a do extremo maior com o médio.[16] Por exemplo, sendo o extremo menor igual a 6 e o extremo maior igual a 24, a média geométrica seria 12 já que 12 excede 6 pela mesma razão que é excedido por 24.

A média aritmética é o termo que divide o intervalo definido por dois extremos em duas partes iguais[17]. Considerando o valor 6 como exemplo do extremo menor e 12 como sendo o extremo maior, a média aritmética seria igual a 9.

A média harmónica excede o extremo menor pela mesma razão face a esse mesmo extremo, que é excedido pelo extremo maior em relação a este. Ou seja, se o extremo menor for 6 e o maior 12, a média harmónica é 8 porque excede o primeiro por 1:3 do mesmo e é excedido pelo segundo por 1:3 deste.[18]

---

[15] *"Plato introduces the mathematical theory of proportion: two things, called the* extremes, *are united by a third, the* mean*."*, Richard Padovan, *Proportion*, p.106

[16] Ou seja – a:b=b:c . O termo médio é dado pela fórmula de cálculo $b=\sqrt{ac}$

[17] Ou seja – b-a=c-b. O termo médio é dado pela fórmula de cálculo b= (a+c):2

[18] Portanto – (b-a):a=(c-b):c. O termo médio é dado pela fórmula de cálculo b= 2ac/(a+c)

Podemos ainda referir a média contra-harmónica que divide a diferença entre o extremo maior e o menor da forma oposta à média harmónica. Continuando com o mesmo exemplo, em que 6 representa o extremo menor e 12 o maior, a média contra-harmónica seria 10.

Este enquadramento ajudar-nos-á a perceber algumas características dos sistemas apresentados posteriormente.

Proporção e o Cosmos

No seu livro de 1999 *Proportion*, Richard Padovan desenvolve um capítulo intitulado *"The house as a model of the universe"*. A investigação cosmológica que dele advém ganha pertinência quando observamos o ponto de partida para o desenvolvimento de diversos sistemas proporcionais ao longo do tempo. Como veremos posteriormente, um dos tópicos motivadores da elaboração dos sistemas proporcionais aqui seleccionados como casos de estudo passa precisamente pela relação entre o homem e a natureza, e a posição que a arquitectura ocupa no seio desta dicotomia.

Baseado nos escritos de W. R. Lethaby[19], estabelece um paralelo entre a arte de construir e a concepção humana a respeito do universo, afirmando que em tempos remotos as teorias cosmológicas assentavam na própria ideia de edificação. As primeiras casas, de planta redonda associavam-se à perspectiva de um mundo circular, ao passo que com o desenvolvimento da agricultura e consequente organização do território segundo formas rectangulares, conjugado com a introdução do cunhal na casa, originariam uma concepção do mundo baseada em quatro cantos.

É claro que a argumentação apresentada revela lacunas ao não esclarecer se é a casa que reproduz os fundamentos cosmológicos ou se são os princípios da sua construção que posteriormente se projectam para a concepção do cosmos. No entanto, para os objectivos propostos, esse debate não convém aqui ser explorado, sendo que o ponto mais importante a reter passa pela ideia de que a arquitectura se desenvolveu estabelecendo intrínsecas relações com o mundo, ou natureza, para além das relações inatas que estabelece com o homem.

Para resolver este trinómio – homem, arquitectura, natureza – Padovan adopta a terminologia avançada por Wilhelm Worringer[20], distinguindo duas atitudes possíveis: a "empatia" ou a "abstracção". De acordo com o primeiro ponto de vista conhecer algo é pertencer-lhe e como podemos conhecer a natureza fazemos parte dela. A natureza aparece-nos como intrinsecamente ordenada e compreensível. O segundo ponto de vista reconhece o caos da natureza, a sua disformidade e as suas ínfimas variações. Aquilo que é possível ao homem conhecer é apenas o que cria, e a natureza não se enquadra na definição.

[19] W.R. Lethaby, *Architecture, Mysticism and Myth* (1891) e *Architecture, Nature and Magic* (1928)
[20] Wilhelm Worringer, *Abstraction and Empathy* (1907)

Se por um lado temos uma imagem em que a natureza e o homem constituem uma unidade harmoniosa, em que o pensamento humano se desenvolve completamente de acordo com as leis universais inerentes à natureza, do outro lado encontramos uma posição que exalta a dualidade entre homem e natureza, e onde a ordem é encarada como uma propriedade do intelecto humano e que surge como reacção a uma natureza intrinsecamente caótica.

No entanto, apesar de partirem do mesmo ponto – a relação do homem com a natureza – segundo perspectivas diferentes, acabam também por escolher o mesmo caminho para fornecer uma resposta: a matemática. A diferença, claro está, passa pela questão da matemática constituir uma condição inerente da própria natureza e que o homem com a sua capacidade intelectual tem a possibilidade de discernir, ou se por outro lado, advém da necessidade humana de organizar a imensidão do mundo natural.

Os apologistas da visão empática defendem que a ordem matemática constitui uma condição intrínseca da natureza e que é possível ao homem descobrir e replicar nas suas criações esses princípios. O papel da matemática é precisamente penetrar na fenomenologia aparente das coisas naturais e destilar esses mesmos princípios. "*Mathematics is not just the instrument of knowledge, but its object: not only the way, but the goal."*[21]

Os defensores da visão abstracta encaram a matemática não como uma condição inerente à própria natureza mas como uma criação puramente artificial, proveniente do intelecto humano e posteriormente imposta sobre a natureza. Admitem a fenomenologia natural aparente, apreendida através dos sentidos, como a principal fonte de conhecimento mas admitem a incerteza que advém deste procedimento de apreensão sensorial. A certeza que a matemática proporciona deve-se precisamente ao facto de ser uma criação humana, ao passo que a incerteza da natureza advém do facto de esta não o ser.

Estas duas posições, empatia e abstracção, aparecem frequentemente associadas ao estudo epistemológico podendo até relacionar a primeira com o "racionalismo" e a segunda com a corrente "empírica". No entanto só nos interessa abordar a vertente epistemológica da questão até ao ponto em que deixa de ter relevância para o estudo arquitectónico. Neste sentido, aplicando os conceitos ao ramo da arquitectura podemos constatar que o primeiro

[21] Richard Padovan, *Proportion*, p.11

admite que a arquitectura surge da inerente relação que existe entre o homem e a natureza, expressando a unidade substancial entre ambos; e o segundo considera a arquitectura como o meio por excelência de mediação da relação divergente entre o homem e a natureza.

Como vimos, a matemática surge como um ponto em comum entre ambas as perspectivas, quer seja por se assumir como a linguagem universal por excelência que da natureza se destila, quer seja por constituir uma criação do homem imposta sobre a natureza de forma a poder compreendê-la. Como tal, ao aplicarmos esta distinção ontológica à actividade arquitectónica, a questão do estudo da proporção, e consequentemente a questão da elaboração de sistemas proporcionais, também surgem de perspectivas diferentes.

Sob este ponto de vista, é seguro afirmar que grande parte da cultura ocidental, desde o período clássico até ao despertar da ciência e da filosofia moderna, terá sido dominada por um pensamento nitidamente empático. A visão sob a arte adquire uma dimensão, de certa forma, "naturalista", e a questão da proporção também surge como representação das formas naturais. Como exemplo poderíamos referir que muitas vezes as proporções arquitectónicas resultaram do estudo das proporções do corpo humano. Os casos adiante avançados de Palladio e de Le Corbusier enquadram-se nos pressupostos desta corrente de pensamento.

Já a corrente abstracta, regida por pressupostos empíricos, é historicamente mais dominante na cultura oriental, sendo que apenas se manifesta no Ocidente depois dos contributos de John Locke ou David Hume. Aplicada ao pensamento arquitectónico, a perspectiva empírica, visto se basear na percepção da fenomenologia da realidade envolvente, tende para a defesa de uma abordagem meramente intuitiva sobre a temática da proporção. Neste sentido, a definição de sistemas proporcionais concretos também tende a ser desvalorizada e muitas vezes rejeitada. O estudo do contributo de Dom Hans van der Laan para a temática aqui abordada ganha assim uma relevância extraordinária já que constitui a excepção a esta regra, sendo das únicas figuras (ou mesmo a única) que propõe uma teoria de proporções baseada em pressupostos exclusivamente empíricos, chegando mesmo a desenvolver a partir desta um particular sistema proporcional.

II – O Sistema Harmónico

A Herança Clássica

Quando se pretende indagar sobre teoria da proporção durante o Renascimento e quando analisadas as suas principais figuras e obras segundo uma perspectiva matemática, a noção fundamental que transparece é o predominante recurso a razões de números inteiros[22], sendo inevitável considerar-se a analogia musical como uma das temáticas centrais. Todavia várias interpretações são possíveis (como veremos algumas adiante) e mesmo aquelas que defendem a utilização de grandezas irracionais durante este período, admitem que tais grandezas seriam manipuladas através de convergentes racionais e, portanto, considerando-se um inevitável processo de arredondamento.

Esta especial ênfase em razões comensuráveis deu azo a assunções de que a filosofia desenvolvida durante o Renascimento negligenciou a vertente pragmática aristotélica vigente na Idade Média, a favor de uma visão estritamente platónica.[23] O suporte identificado para tais constatações passa pela semelhança da filosofia platónica com a visão renascentista, ambas baseadas na crença de que a natureza se rege por leis concretas, leis essas que formam um todo ordenado. As criações do homem teriam que se apresentar, então, como uma representação da ordem cósmica.

> *"The conviction that architecture is a science, and that each part of a building, inside as well as outside, has to be integrated into one (...) system of mathematical ratios, may be called the basic axiom of Renaissance architects. (...) The proportions in architecture have to embrace and express the cosmic order. But what are the laws of this cosmic order, what are the mathematical ratios that determine the harmony in macrocosm and microcosm. They had been revealed by*

[22] *"We must repeat that Palladio's conception of architecture, as indeed that of all Renaissance architects, is based on commensurability of ratios."* Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, London: Alec Tiranti, 1952, p.108

[23] Como é o caso de Rudolf Wittkower

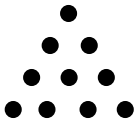


Figura 5
Tetraktys

> *Pythagoras and Plato, whose ideas (...) gained new prominence from the late fifteenth century onwards."*[24]

A importância da influência pitagórica e platónica no modo de pensar renascentista é inegável e será pertinente ser aqui explanada. Por outro lado, convém ter ciente que a interpretação de que a filosofia pitagórico-platónica é a chave exclusiva para o desenvolvimento intelectual do Renascimento é refutada segundo observações mais recentes.

> *"In the first place, the dominant philosophy in the West through most of the thousand years from 350 to 1350 was Augustinian, and therefore Platonist. And in the second, while the Renaissance brought a revived interest in Plato, it by no means rejected Aristotle."*[25]

Aristóteles traz-nos talvez a melhor fonte de informação sobre a filosofia dos pitagóricos e da sua atitude perante o número.

> *"The [Pythagoreans were] the first to take up mathematics ... [and] thought its principles were the principles of all things. Since, of these principles, numbers ... are the first, ... in numbers they seemed to see many resemblances to the things that exist."*[26]

Os números, para os pitagóricos, tinham o poder de explicar o universo. Para além do sentido quantitativo estrito que hoje se lhes atribui, os números adquiriam atributos próprios. Cada número representaria diferentes entidades, como o 1 representaria o ponto, o 2 a linha, o 3 o plano e o 4 o sólido. Nestes termos, apenas seriam considerados os números inteiros positivos, sendo que a unidade era essencial e indivisível, a fonte de todos os números e portanto a fonte de todas as coisas.

Um número também muito importante na filosofia pitagórica seria o 10, ou o *tetraktys*. O termo *tetraktys* significa "conjunto de quatro", e neste caso concreto o número 10 representa um conjunto de pontos dispostos num triângulo de 4 de lado (fig. 5). O número triangular 10 corresponde portanto à soma dos primeiros quatro números inteiros (1+2+3+4=10). O *tetraktys* tinha ainda a particularidade de conter tantos números pares como impares. Este aparente equilíbrio conduzia os pitagóricos a associar o *tetraktys* ao cosmos.

---

[24] Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, pp.101,102
[25] Richard Padovan, *Proportion*, p.207
[26] Aristóteles, *Metafísica*, *in* Paul Calter, *Squaring the Circle: geometry in the art and architecture*, New York: Key College Publications, 2008, p.4

O *tetraktys* inspirou também a concepção de outros "conjuntos de quatro", como são exemplo os quatro elementos, ou as estações do ano. No entanto, aquele com mais relevância será porventura a divisão da matemática em quatro disciplinas fundamentais. Assim, a aritmética, a geometria, a música e a astronomia constituíam o *Quadrivium* do conhecimento. No âmbito da arquitectura, a aritmética e a geometria adquirem uma importância por demais evidente. A música, apesar de aparentemente não estabelecer uma relação imediata com a actividade arquitectónica, acaba por ganhar uma importância efectiva particularmente na teoria das proporções do Renascimento.

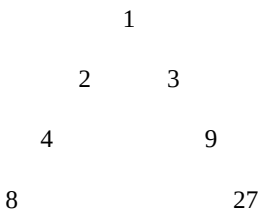


Figura 6
Lambda platónico

O desenvolvimento da teoria musical ocidental esteve sempre ligado às descobertas pitagóricas sobre a matéria. Os pitagóricos descobriram, aparentemente com o auxílio de um monocórdio[27], que consonâncias musicais se podiam expressar através de razões de números inteiros. Assim, quando se divide uma corda a metade da sua distância, portanto segundo a razão 1:2, obtém-se um tom consonante com o primeiro. A esta relação de tons chama-se oitava (*diapason*). Para além da oitava, os pitagóricos descobriram ainda que uma corda dividida segundo as razões 2:3 e 3:4 produzia tons harmoniosos com o original, gerando respectivamente uma quinta (*diapente*) e uma quarta (*diatessaron*). Para além destas quatro consonâncias básicas (1:1, o uníssono; 1:2, a oitava; 2:3, a quinta e 3:4, a quarta), os pitagóricos ainda consideravam as razões 1:3, que corresponde à conjugação de uma oitava com uma quinta (*diapason cum diapente*), e 1:4, a conjugação de duas oitavas (*disdiapason*). É de notar que todas estas razões são formadas a partir dos números constituintes do *tetraktys* (1, 2, 3, 4).

Platão leva este modelo mais longe, estabelecendo paralelos com a criação do mundo. Tal como os pitagóricos, Platão acreditava que os números proporcionavam a resposta para as leis básicas do universo. No *Timeu* explica que a harmonia cósmica pode ser expressa por uma sequência de sete números inteiros: a unidade, o primeiro número par e o primeiro impar, mais os seus quadrados e cubos. Assim obtinham-se duas progressões geométricas geralmente apresentadas em forma de *lambda* (fig. 6) formando a sequência: 1, 2, 3, 4, 8, 9, 27. Esta sequência ficaria conhecida como o *lambda* platónico e seria associada, por exemplo, aos sete astros conhecidos

[27] Paul Calter, *Squaring the Circle*, p.14

na altura[28], sendo que cada número representaria, em termos relativos, a distância de cada um face à Terra. Como tal, conseguia abarcar

> *"the secret rhythm in macrocosm and microcosm alike, for the ratios between this numbers contain not only the musical consonances, but also the inaudible music of the heavens and the structure of the human soul."*[29]

No âmbito da música, Platão considera as mesmas consonâncias que os pitagóricos, sendo que as define através de processos aritméticos, aos contrário do método puramente empírico que se atribui aos pitagóricos. Desta forma a quinta obtém-se calculando a média aritmética entre 1 e 2, enquanto a quarta representa a média harmónica. À figura de Platão também se pode atribuir a base das escalas diatónicas utilizadas hoje em dia. Para além das consonâncias pitagóricas, Platão propõe-se a preencher o intervalo da oitava de forma mais sistemática. Para tal utiliza a diferença entre uma quarta e uma quinta (9:8) para definir um tom. Repare-se que esta razão é definida segundo dois termos do *lambda* platónico. O tom é então utilizado para pontuar a oitava de forma sequencial, mas a verdade é que as propriedades aditivas de um sistema deste tipo são limitadas. Por conseguinte, uma oitava (2:1) não consegue ser dividida num número inteiro de tons (9:8). Aos intervalos sobrantes (256:243) chamou-se de semitons visto tais intervalos serem aproximadamente metade de um tom. Desta forma formou-se uma escala musical com 7 notas em cada oitava.[30]

A questão da escassez de propriedades aditivas de um sistema baseado em números inteiros, como este, é um dos pontos mais importantes quando pensamos nas proporções arquitectónicas através da analogia musical. Isto significa que tal factor, como veremos nos casos práticos, torna difícil, quando somadas as diferentes partes constituintes do todo, a obtenção de uma grandeza que seja coerente com o sistema aplicado nas partes.

---

[28] A saber: Mercúrio, Vénus, Marte, Júpiter, Saturno, Lua e Sol.
[29] Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, p.104
[30] Mais tarde a escala platónica foi sujeita a processos de "temperamento", sendo portanto ajustada de modo a que cada semitom corresponda precisamente a metade do tom. Sendo cada tom dividido em dois semitons, obtém-se uma escala em que cada oitava se divide em 12 partes iguais, dando origem à escala utilizada hoje em dia.

Alberti

O período medieval traz pouca luz a um discurso historicista sobre a temática da proporção em arquitectura, já que a documentação sobre a matéria situada cronologicamente entre Vitrúvio e Alberti é quase inexistente. A partir do Renascimento, com a preponderância de uma postura humanista em que os artistas desenvolvem uma preocupação com o conhecimento em geral, problemas de cariz matemático como a perspectiva ou a proporção assumem um papel predominante.

Alberti é reconhecido como uma figura chave no desenvolvimento de ambas as temáticas. O seu tratado *De re aedificatoria* constitui uma peça fundamental nesse sentido, sendo que fica a dever muitos dos seus princípios à influência do tratado de Vitrúvio. Um aspecto muito importante absorvido dos ensinamentos vitruvianos foi o culto pela natureza e pelas leis cósmicas:

> *"A delimitação é, para nós, uma certa correspondência entre as linhas com que se medem grandezas. (...) O princípio da delimitação deduz-se, da forma mais conveniente, das obras em que nos apercebemos e conhecemos que a natureza se apresenta à nossa contemplação e admiração. E, na verdade, afirmo uma e outra vez a máxima de Pitágoras: «É certíssimo que a natureza é absolutamente igual a si mesma em todas as coisas.» Assim é de facto."*[31]

Os dez livros de *De architectura* trouxeram ainda a Alberti, e a muitos arquitectos do Renascimento, algumas noções básicas sobre o problema da proporção, como a preocupação de relacionar as diferentes partes entre si e com o conjunto, a ideia de que constitui um caminho para a beleza da obra, e ainda a noção de que esta pode estar sujeita a regras racionais e não apenas à intuição individual.

No entanto, a temática da proporção, apesar de enunciada e do seu reconhecimento como uma das que mais se deve ter em conta, não é desenvolvida em profundidade. P.H. Scholfield caracteriza esta condição como a "obscuridade" do discurso de Vitrúvio. Em termos práticos, as ideias que Vitrúvio apresenta não passam de prescrições directas de algumas relações a usar na construção das ordens ou dos espaços, sem que haja uma ideia global ou sistema subjacente que as justifique.

> *"They* [Renaissance architects] *got from Vitruvius a partly unintelligible theory, and a variety of apparently unrelated practical hints* (…). *His*

[31] L.B. Alberti, *Da arte edificatória*, trad. do latim por Arnaldo Monteiro do Espírito Santo, Lisboa: FCG, 2011, p.597

unrelated practical hints include a great mass of rules for the proportions of the orders, of temples, and of courtyards and rooms of houses, although there is admittedly little system to be found among them."[32]

Acrescenta ainda a ideia de que o discurso de Alberti, embora com uma grande influência de Vitrúvio, assenta em pressupostos próprios, não prescindindo uma visão crítica sobre a arquitectura.[33] Tal arrojo, segundo o autor, seria posteriormente dispensado em prol de um reconhecimento absoluto da autoridade de Vitrúvio.[34] Richard Padovan parece partilhar da mesma opinião[35], realçando a coerência matemática que o discurso de Alberti ganha:

"In particular Alberti presents a mathematically more coherent theory of proportion, one that owes more to the Pythagorean and Platonic theory of cosmic harmony than to Vitruvius"[36]

Rudolf Wittkower avança com a mesma ideia de que Alberti adopta uma posição neo-platónica, e assume-se como um dos principais defensores da analogia entre arquitectura e música no uso das proporções no Renascimento. As proporções sugeridas para definir as consoantes musicais seriam então aplicadas à arquitectura da mesma forma que Platão as aplica na sua leitura cosmológica. As suas observações parecem ganhar consistência nas próprias palavras de Alberti:

"Os números, pelos quais se faz com que a concinidade das vozes se torne agradabilíssima aos ouvidos, são os mesmos que fazem com que os olhos e o espírito se encham de um prazer maravilhoso. O princípio da delimitação será tirado inteiramente da música, na qual estes números são utilizadíssimos e, além disso, daquilo em que a natureza ofereça por si mesma algo notável e digno."[37]

A ideia de transposição de proporções da teoria musical para a arquitectura é a grande inovação que o seu discurso traz à teoria da proporção. No entanto é crível que Alberti tenha partido das indicações de Vitrúvio para estudar música. Este facto pode ter gerado alguma confusão sendo que a analogia entre música e arquitectura terá sido atribuída diversas

---

[32] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, pp.34,35
[33] *"Alberti's* De re aedificatoria (…) *ows much to Vitruvius, although Alberti's own attitude towards him is highly critical compared to that of later writers."*, *Idem*, p.34
[34] *"Alberti does not make this mistake, which probably originated when it became more important to give every theory the authority of Vitruvius."*, *Idem*, p.36
[35] *"He* [Alberti] *modelled his treatise* (…) *on the* De architectura *of Vitruvius; but he clearly intended to surpass it, in elegance, in coherence of structure, and in boldness."*, Richard Padovan, *Proportion*, pp.219,220
[36] *Idem*, p.220
[37] L.B. Alberti, *Da arte edificatória*, p.597

vezes ao próprio Vitrúvio[38]. Scholfield repara que as indicações vitruvianas não incidiam sobre a problemática da proporção mas antes sobre questões acústicas. Portanto Alberti, fruto da sua pluralidade de interesses, chega a uma ideia original tornando-se a figura propulsora da utilização de grandezas comensuráveis durante o Renascimento, ainda que nem sempre tal se reconheça.

> *"But there is every reason to believe that the use* [Alberti] *made* (…) *was completely novel, and would have astonished Vitruvius, whose interest in music arose , not from the possibility of applying the theory of musical harmony to the problem of architectural proportion, but simply from the importance of acoustics in the design of theaters. The myth which identifies Vitruvius with the «musical» theory of proportion seems to have originated in the sixteenth century, and has continued up."*[39]

Em termos práticos, à semelhança de Vitrúvio, no nono livro do seu tratado prescreve determinadas proporções específicas a serem aplicadas na arquitectura. Começa com uma exposição sobre as principais harmonias registadas na música, que prontamente transpõe directamente para proporções arquitectónicas, primeiramente no que diz respeito a espaços em planta – *areas* – portanto com duas dimensões; e no seguimento relativamente a compartimentos, que já envolvem as três.

Dentro das *areas* distingue três tipos: curtas, médias ou longas. As primeiras poderiam ser 1:1, 2:3 ou 3:4; as médias 1:2, 4:9 ou 9:16; e as longas 1:3, 3:8 ou 1:4 (fig. 7). Nestas nove proporções aconselhadas a relação com a música é evidente, apesar de não ser directa em todos os casos. Nas divisões menores encontramos, para além do quadrado que musicalmente representa o uníssono, temos a proporção correspondente à quinta musical (2:3) e a correspondente à quarta (3:4). Das restantes seis, duas são de correspondência imediata: 1:2 corresponde à oitava e naturalmente 1:4 corresponde à dupla oitava. As outras quatro revelam-se mais complexas e merecem uma análise mais detalhada.

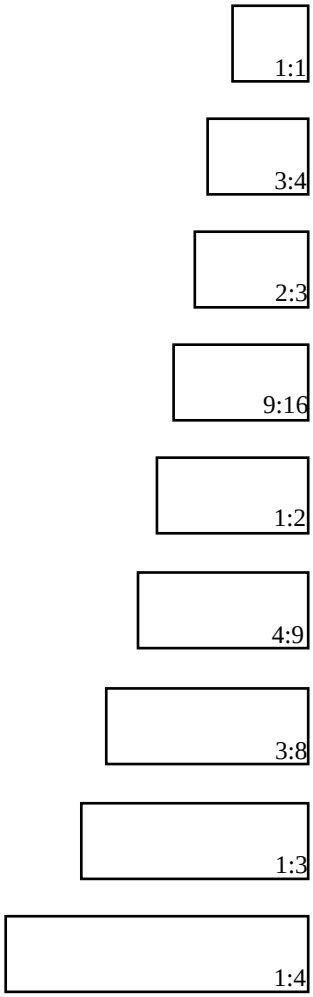


Figura 7
Areas curtas médias e longas recomendadas por Alberti

O princípio de decomposição de razões enunciado por Wittkower é provavelmente aquele considerado mais plausível para compreender certas razões proporcionais utilizadas pelos arquitectos do Renascimento, uma vez que constitui também o método de estabelecimento das consoantes musicais.

[38] Como é exemplo Jerome Cardan, *De subtilitate – "This was the advice of Vitruvius, in building and their parts to transfer the system from the ears to the eyes"- in* P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.36
[39] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.36

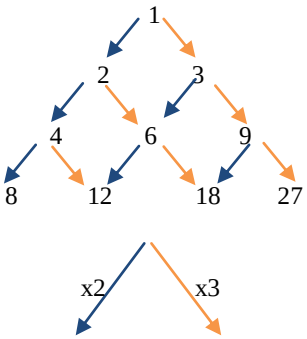


Figura 8
Lambda platónico expandido apresentado por Ficino no comentário à tradução de *Timeu* e respectivo esquema de variação

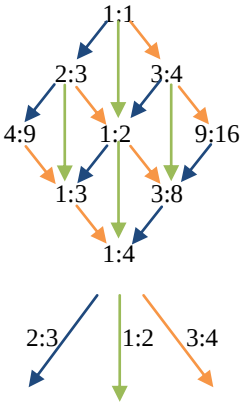


Figura 9
Reinterpretação do *lambda* platónico expandido através das razões prescritas por Alberti e respectivo esquema de variação

Este processo consiste na conjugação de diferentes harmonias simples de forma a produzir outras mais complexas, tal como uma oitava surge através da conjugação de uma quinta com uma quarta musical:

> *"The double proportion 1:2 (musically an octave) is a composite of two ratios, 2:3 and 3:4 (for 1:2 = (1:3)x(3:4)) so that it is generated from 2:3:4 or 3:4:6 (musically from fifth and fourth or fourth and fifth). We can now say, for instance, the proportion of 1:4 is generated from 2:3:4:8, or 2:3:4:6:8 (i.e. from fifth and fourth, and fifth and fourth), or 3:6:9:12, or 3:4:6:9:12 (i.e. from fourth and fifth, and fifth and fourth)."*[40]

Como tal, ao olharmos desta forma para as proporções aconselhadas para compartimentos médios vemos que a primeira (4:9) faz parte da sequência 4:6:9, portanto surge da conjugação de duas quintas (4:6 e 6:9); enquanto a segunda (9:16) faz parte da sequência 9:12:16, surgindo assim da combinação de duas quartas (9:12 e 12:16). Relativamente aos compartimentos maiores temos que 1:3 decomposto na sequência 1:2:3 apresenta-se como a conjugação de uma oitava com uma quinta (1:2 com 2:3), enquanto 3:8 é gerado pela sequência 3:6:8, a combinação da oitava com uma quarta. Neste sentido podemos concluir que aquelas razões proporcionais aparentemente mais complexas enunciadas por Alberti encontram explicação através da composição das três harmonias pitagóricas básicas, a oitava, a quinta e a quarta.

Numa análise mais expedita e no seguimento da anterior, podemos observar que as razões dos compartimentos médios 4:9 e 9:16 correspondem a $(2:3)^2$ e $(3:4)^2$. Da mesma forma, os compartimentos maiores 1:3 e 3:8 correspondem a (1:2)x(2:3) e (1:2)x(3:4). Partindo daqui poderíamos, numa visão mais arrojada, sugerir que as indicações de Alberti partem de uma reinterpretação do *lambda* platónico, particularmente a versão apresentada no comentário de Ficino na sua tradução de *Timeu* (fig. 8), sendo que aqui os termos não sucedem segundo o dobro ou triplo do anterior, mas antes segundo a multiplicação por quintas e quartas (fig. 9). Assim, todos os movimentos diagonais esquerdos encontram-se segundo a razão 2:3 e os movimentos diagonais direitos segundo a razão 3:4. Pela mesma ordem de ideias os movimentos verticais regem-se segundo a razão 1:2. Deste modo vemos claramente que cada uma das proporções indicadas se relaciona com as outras segundo uma das três harmonias básicas.

[40] Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, p.115

É interessante ainda verificar que os movimentos horizontais na grelha geram relações de 8:9 que corresponde musicalmente ao tom maior, já que representa a diferença entre uma quarta e uma quinta. Este factor só vem, no entanto, reforçar o carácter especulativo da análise, sendo mais credível a hipótese que Wittkower avança. Essa hipótese vem ainda dar resposta a diversas outras proporções renascentistas, nomeadamente algumas usadas por Palladio. Wittkower chega mesmo a atribuir uma importância fulcral ao princípio de decomposição de razões na compreensão da problemática da proporção durante o Renascimento:

> *"The splitting up of ratios for the sake of making the proportions of a room harmonically intelligible appears to us very strange. And yet, this is the way the whole Renaissance conceived of proportions.* (…) *In analyzing the proportions of a Renaissance building one has to take the principle of generation into account.* (…) *Without it, it is impossible fully to understand the intensions of a Renaissance architect."*[41]

As recomendações para a altura dos compartimentos não são tão claras. Aconselha que a medida da altura se compreenda entre as medidas da largura e do comprimento, sendo esta determinada, de preferência, através da média aritmética ou média harmónica do respectivo intervalo. A média aritmética musicalmente determina a quinta e a média harmónica corresponde à quarta. Desta forma consegue-se sempre relações idênticas entre as várias medidas do compartimento. Contudo estas indicações são prescritas apenas para os compartimentos menores, sendo que para os maiores já se admite uma decomposição das razões de forma a se obter uma medida para a altura mais próxima da largura, formando sequências compostas por sucessivas conjugações de quartas e quintas. (2:4:6:8 ou 2:3:4:8).

Nestes casos já se consegue discernir um "enunciado" de um sistema proporcional baseado unicamente em sucessões de quartas e quintas. No entanto não se pode afirmar que tal sistema fosse efectivamente concebido por Alberti. As suas exposições sobre a temática não se revelam matematicamente consistentes ou sistemáticas, carecendo um critério mais esclarecedor. A transposição do sistema de proporção musical para a arquitectura revela-se bastante incompleta quando comparada por exemplo com a explicação dada por Platão em *Timeu* sobre a definição das diferentes consoantes. Além disso, a operatividade de construção a partir dos métodos descritos não aparenta comodidade, dado que a altura dos compartimentos se define a partir do intervalo entre as medidas horizontais, não havendo

[41] Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, p.116

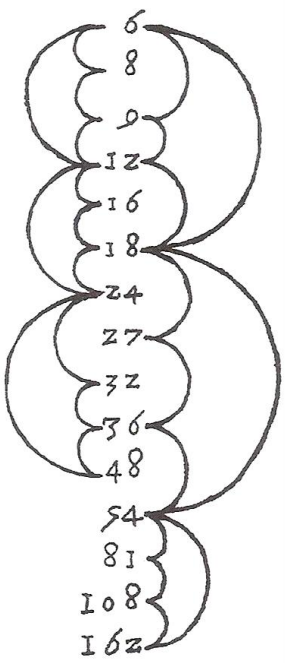


Figura 10
Sequência numérica contínua baseada em razões musicais enunciada por Francesco Giorgi

correspondência directa entre as três medidas apesar de haver uma correspondência abstracta nas razões que as geram. Por outro lado, admitindo que se consegue uma estável relação entre as dimensões de um compartimento, é difícil estabelecer a partir das indicações de Alberti, visto se tratarem apenas de relações abstractas, uma sólida relação de medidas entre as diferentes partes ou entre cada uma e o todo.

> *"Alberti confines the use of «musical» proportions, in theory at least, solely t*o the relationships between the three separate dimensions height, lenght and breadth. He thus avoids completely any need to add or subtract the dimensions he is discussing, a requirement in which the theory of proportion in architecture normally differs so completely from the theory of musical harmony."[42]

Embora se possam apontar estas críticas, é inegável que com a analogia musical e com as suas constatações sobre a aplicação de determinadas proporções na obra, apesar de vagas, Alberti lançou as bases conceptuais para a teoria das proporções explorada durante o Renascimento.

Frasncesco Giorgi no seu tratado *De harmonia mundi totius* enuncia aquele que seria a maior aproximação teórica a um sistema proporcional coerente, apesar de não sugerir a sua aplicação em arquitectura. Partindo da dupla progressão geométrica estudada por Nicómaco no século I[43] e que corresponde precisamente ao lambda platónico descrito por Ficino (fig. 8) estabelece uma sequência numérica contínua em que todos os termos se relacionam uns com os outros através de "razões musicais" (fig. 10). Na dita sequência encontram-se marcados à esquerda através de arcos os intervalos correspondentes a oitavas musicais (1:2), que por sua vez se subdividem em sequências de quarta (3:4), tom maior (8:9) e quarta (3:4). À direita encontra-se marcada a oitava com quinta (1:3), composta por uma série de quinta (2:3), quarta (3:4) e quinta (2:3).

Depois de compreendido o sistema, esta escala aparece como uma síntese do mesmo, da mesma forma que as escalas azul e vermelha são a síntese do processo de elaboração do Modulor. A grande diferença reside no facto de a "escala" de Giorgi não ter sido concebida com os propósitos de garantir a coerência métrica numa obra arquitectónica. Porém, ao observar a obra de Palladio, fica a ideia de que a importância do sistema avançado por Giorgi poderá ter tido repercussões bem concretas no âmbito arquitectónico.

[42] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, pp.55,56
[43] Nicómaco de Gerasa, *De institutione arithmetica*, obra divulgada por Boécio no séc. VI. As obras de Boécio seriam a base para o estudo da música no Renascimento

Palladio

Andrea di Pietro della Gondola viveu um século mais tarde que Alberti, numa altura em que o ímpeto inicial dos valores Renascentistas já se desvanecia. Não pertencia a uma família nobre e por isso não foi privilegiado com uma educação erudita. Começou a trabalhar muito cedo como canteiro, primeiro em Pádua e posteriormente em Vicenza. A sua introdução aos valores humanistas ocorreu já perto dos trinta anos, quando foi contratado pelo Conde Giangiorgio Trissino para trabalhar na sua villa. Trissino, ao reconhecer potencial no jovem canteiro ofereceu-lhe educação clássica dando-lhe a conhecer Vitrúvio, deu-lhe o nome de Palladio e levou-o consigo a Roma para estudar os monumentos da antiguidade clássica.

Tinha, tal como Alberti, a natureza como o derradeiro modelo a seguir, como símbolo de perfeição da qual se deveria extrair os princípios reguladores da actividade arquitectónica:

> *"Digo pues que siendo la Arquitectura (como las otras artes) imitatriz de la naturaleza, no admite cosa alguna distante e agena de la naturaleza misma."*[44]

James Ackerman interpreta esta crença como resultado da formação humanista do autor realçando que esta não deve ser entendida segundo preceitos formais ou como simples representação mimética:

> *"La formación humanista de Palladio le enseñaba que el Orden supremo y lógico que impregna todas las creaciones de Dios debe «imitarse» en las creaciones de los hombres. La imitación de la naturaleza era algo opuesto al simple copiar lo que uno ve alredor; era una búsqueda de principios abstractos."*[45]

São nestes princípios abstractos que a temática da proporção na obra de Palladio se vai inserir. Para além da evidente influência de Trissino na formação de Palladio, Padovan destaca a importância de outros humanistas como Daniele Barbaro ou Silvio Belli na formulação de uma eventual teoria de proporções palladiana.[46] Ackerman vai ao encontro desta ideia referindo que o seu desenvolvimento:

---

[44] Andrea Palladio, *Los cuatro libros de arquitectura*, traducidos é ilustrados com notas por Don Joseph Francisco Ortiz y Sanz, Presbítero: Madrid, 1977, Livro I, Capítulo XX, p.29

[45] James Ackerman, *Palladio*, trad. Justo G. Beramendi, Madrid: Xarait, 1981, p.157

[46] *"Later Palladio came in contact with other Humanists like Daniele Barbaro and the mathematician Silvio Belli, who may have been a source of his proportion theory"*, Richard Padovan, *Proportion*, p.232

> *"está relacionado com los progressos que experimentaban por entonces las matemáticas. En 1573 Silvio Belli, un amigo de Palladio y miembro de la Academia Olímpica, publicó su libro* Della proportione et proportionalitá, *en el cual formula los principios aritméticos con los que trabajaba Palladio. Belli describe la proporción como si fuese una virtud cardinal: «la fuente misma de la justa distribuición, de la beleza y la salud». Se habla de beleza porque esta es una «correspondencia entre todas las partes dispuestas en su lugar más apropriado»; es decir, la beleza es un aspecto de la proporción, y no al contrario, como diríamos hoy nosotros."*[47]

Conseguimos claramente identificar este ideal de beleza nas próprias palavras de Palladio:

> *"La hermosura resultará de la bella forma y correspondencia del todo con las partes, de las partes entre sí, y de estas al todo, puesto que los edificios deben parecer un cuerpo entero y bien acabado, cuyos miembros convengan entre sí y sean todos necesarios."*[48]

O seu tratado *I Quattro Libri Dell'Arquitectura* constitui um instrumento vital para o estudo das proporções durante o Renascimento. O discurso em si não traz grande luz à problemática da proporção, sendo nas ilustrações das suas obras que encontramos as ferramentas necessárias para a montagem de um raciocínio coerente sobre a metodologia de manipulação proporcional durante o Renascimento. O facto de não encontrarmos uma fundamentação explícita sobre a maneira de pensar a temática conjugado com o facto de nos guiarmos principalmente nas ilustrações das obras, conduz invariavelmente a interpretações e não a conclusões. No entanto as ilustrações que Palladio nos lega apresentam-se como o melhor ponto de partida para o fim pretendido.

P.H. Scholfield refere que o desfasamento cronológico face a Alberti e ao fulgor do Renascimento resultou num discurso cauteloso.[49] Isto pode explicar o facto de a tónica do discurso ser nitidamente pragmática. O texto apresenta-se como um manual de boas práticas, focando os aspectos necessários para a construção. São evitados argumentos paralelos, como as especulações sobre beleza abordadas por Alberti. A autoridade da palavra de Vitrúvio representa um papel importante no tratado, sendo que, quando se verifica um afastamento face à mesma, o apoio principal são os levantamentos de obras antigas.

---

[47] James Ackerman, *Palladio*, p.158
[48] Andrea Palladio, *Los cuatro libros de arquitectura*, L. I, Cap. I, p.3
[49] *"Palladio's theoretical contribution seems cautious.(…) However cautious Palladio was in theory, in practice he seems to have experimented freely in 'musical' proportion.",* P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, pp.60,61

Este conjunto de factores pode também explicar o facto de o texto sobre a temática das proporções encerrar algumas lacunas. À semelhança dos tratados que o antecederam, nomeadamente os de Vitrúvio e Alberti, as referências à aplicação de proporções em arquitectura surgem também de forma esporádica e pouco consistente. Numa primeira instância encontramos indicações sobre proporções a aplicar nas diferentes ordens, a par de algumas prescrições sobre a relação entre a altura das colunas e o intercolúnio.[50] Aqui, as indicações, ao se basearem em Vitrúvio e nos levantamentos efectuados pelo autor, não incorporam nenhuma lógica proporcional subjacente, tratando-se de receitas métricas isoladas. O mesmo sucede no capítulo XXV do Livro I onde se fala das medidas para portas e janelas.

As principais fontes de informação que encontramos no discurso do tratado ocorrem, muito à semelhança de Alberti, quando se informa sobre as proporções a utilizar nos compartimentos, quer nas suas dimensões horizontais, quer na sua altura. No capítulo XXI do Livro I Palladio refere:

> "*La mas bella proporcion para las piezas, y que mejor sale es de siete especies, a saber: Redondas, aunque raras veces: quadradas: quadrilongas por la diagonal de un quadrado de su anchura: de un quadrado y un tercio: de un quadrado y medio: de un quadrado y dos tercios; y de dos quadrados*"[51]

Portanto, para além do círculo raramente usado, temos formas rectangulares que obedecem às proporções 1:1, $\sqrt{2}$:1, 4:3, 3:2, 5:3, 2:1 (fig. 11). Entre estas existem quatro (1:1, 4:3, 3:2, 2:1) de compreensão imediata. Musicalmente correspondem às consonâncias básicas, o uníssono, a quarta, a quinta e a oitava, razões estas já mencionadas por Alberti. As restantes já suscitam algumas dúvidas. A razão $\sqrt{2}$:1 não encontra qualquer correspondência musical. Será crível que a menção desta razão seja importada de Vitrúvio que realçava a sua importância na construção de um quadrado com o dobro da área de um outro inicial (fig. 12). No entanto surge-nos como um grande entrave quando se pretende montar um discurso em defesa da utilização de "proporções musicais" na arquitectura de Palladio.

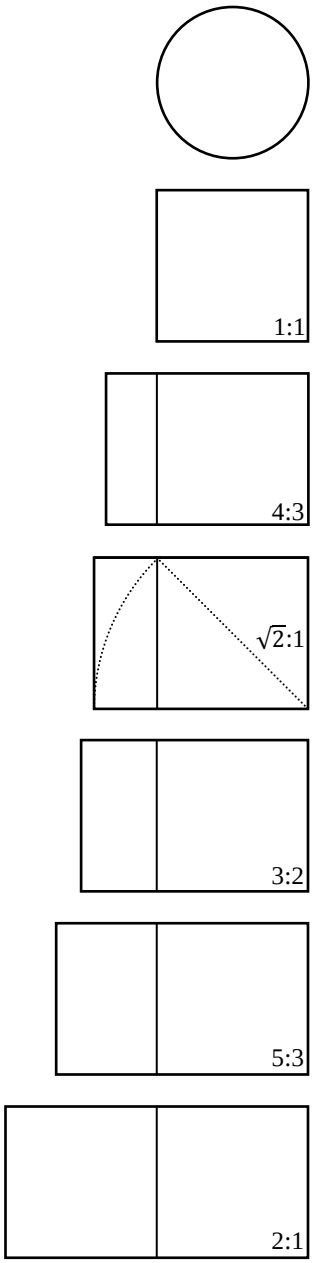


Figura 11
As sete "mais belas proporções" recomendadas por Palladio

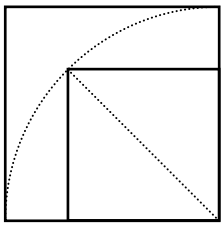


Figura 12
Construção de um quadrado com o dobro da área do inicial

Já a razão 5:3 encontra justificação no seio da teoria musical. Rudolf Wittkower refere que a inclusão desta razão se deve à influência de Ludovico Fogliano que em 1529 divulgou a sua obra *Musica theorica* onde constam

[50] Andrea Palladio, *I Quattro Libri Dell'Architettura*, Livro I, Capítulos XIV a XVIII
[51] Andrea Palladio, *Los cuatro libros de arquitectura*, L. I, Cap. XXI, p.31

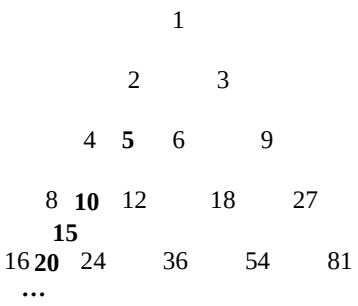


Figura 13
Adição de uma progressão aritmética de base 5 ao *lambda* platónico expandido proposta por Radoslav Zuk

consoantes como a Terça Maior (5:4) e Menor (6:5) e a Sexta Maior (5:3) e Menor (8:5)[52]. A questão que se levanta é porque terá Palladio seleccionado apenas uma destas quatro razões? Wittkower argumenta que Palladio utiliza outras razões baseadas no número 5, incluindo as supramencionadas.[53] Mas a verdade é que apenas a razão 5:3 é referida no seu tratado como uma das mais belas proporções a usar.

A explicação mais simples consiste na hipótese de Palladio ter pensado nas proporções mais directas para preencher o intervalo entre 1 e 2, ou entre o quadrado e o duplo quadrado. Interpretando as suas palavras de forma mais literal, tais proporções obter-se-iam acrescentando ao quadrado um meio do mesmo, um terço, ou então dois terços. A estes juntar-se-ia o rectângulo $\sqrt{2}$ segundo a autoridade de Vitrúvio. Segundo esta hipótese, a analogia com as proporções musicais não estaria subjacente à partida, nem seria necessária segundo a intenção palladiana de montar um discurso pragmático como apoio quotidiano à construção.

Isto não quer dizer, no entanto, que a analogia musical perca sentido ou relevância. Embora sejam indicadas sete proporções básicas a utilizar na definição das dimensões horizontais de um compartimento, a verdade é que nas suas ilustrações de obras observamos uma multiplicidade de razões cuja explicação mais plausível será exactamente a correspondência com as proporções musicais. Se voltarmos a olhar para a escala desenvolvida por Giorgi (fig. 10) à qual se junta o *tetrakys* pitagórico (1, 2, 3, 4) podemos discernir uma base para a composição proporcional das obras palladianas. Contudo, como já vimos, Wittkower nota a utilização de certas proporções com base no número 5, que atribui aos avanços na teoria musical durante o renascimento. Perante este desfasamento Radoslav Zuk propõe a adição de uma progressão aritmética de base 5 ao *lambda* platónico expandido (fig. 13) para montar um sistema representativo da metodologia palladiana de forma mais fidedigna:

> *"What may be of interest is to place the number 5 in the mathematical context of the extended Lambda series. As could be seen, these series are made up of geometric, arithmetic and harmonic progressions."*[54]

[52] Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, pp.132-133
[53] *Idem*, p.132
[54] Radoslav Zuk, *From Renaissance Musical Proportions to Polytonality in Twentieth Century Architecture*, p.178 in *Nexus V: Architecture and Mathematics*, ed. Kim Williams & Francisco Delgado Cepeda, Fucecchio (Florence): Kim Williams Books, 2004, pp.173-188

A adição desta progressão geométrica aumenta exponencialmente as possibilidades do sistema. Fazendo o mesmo exercício que Giorgi obter-se-ia então a escala - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 20, 24, … - que de facto vem amplificar a correspondência com as proporções usadas por Palladio. Musicalmente, para além das já referidas consoantes - Terça Maior (5:4) e Menor (6:5) e Sexta Maior (5:3) e Menor (8:5) – ainda permite a inclusão do Tom Menor (10:9) e do Semitom (16:15).

> *"The significance of the musical implications of the proportional relationships between the numbers in the modified Lambda series* (…)- *1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 15, 16 - lies in the fact that they constitute the basis for the system of tonal harmony."*[55]

Contudo, esta análise não deixa de ser uma interpretação *a posteriori*. Tal sistema nunca foi descrito nem por Palladio nem por outro arquitecto do Renascimento, não passando efectivamente da teoria musical para a teoria da arquitectura. Uma hipotética explicação poder-se-ia basear na sua complexidade e na necessidade de uma base de conhecimento alargada, para além do âmbito da arquitectura. Tais factores poderão ter contribuído para a sua eventual omissão no tratado palladiano, que como já foi referido, se focava na vertente prática. Assim evitar-se-ia a sua má interpretação e consequentes "abusos"[56].

Com este sistema conseguimos explicar a maioria das proporções utilizadas por Palladio. Por outro lado, Lionel March, com base nas razões que fogem a este sistema, explora outras possibilidades, nomeadamente com grandezas incomensuráveis. Nega uma importância tão vincada da música chegando mesmo a considerar que

> *"The music analogy is really secondary to the arithmetical and geometrical grounds upon which music and the visual arts were both seem to stand.*[57]

Além disso, argumenta que a descoberta do método científico para o controlo da perspectiva comprometia a posição da música no seio do *quadrivium* clássico:

---

[55] Radoslav Zuk, *From Renaissance Musical Proportions to Polytonality in Twentieth Century Architecture*, p.178

[56] Palladio chama à atenção para as interpretações erradas e abusos no Capítulo XX do Livro I do seu tratado, intitulado precisamente *Degli abusi.*

[57] Lionel March, *Architectonics of Humanism: essays on number in architecture*, Chichester: Academy, 1998, p.270

"Perspective theory (prospectiva), was promoted as equal, or superior, to music in the quadrivium*. It was suggested that either it should be added to make a fifth discipline, or should displace music to create a new* quadrivium*: arithmetic, geometry, prospectiva, astronomy."*[58]

Voltando ainda ao discurso do tratado, a informação fornecida sobre a altura dos compartimentos assume-se como uma peça importante no âmbito da temática aqui explorada. No Capítulo XXI do Livro I, Palladio recomenda que as alturas dos compartimentos devem corresponder à média aritmética, geométrica ou harmónica da largura face ao comprimento. Aqui a inovação face a Alberti é a inclusão da média geométrica, no entanto Palladio salvaguarda que a sua utilização apenas se torna possível quando o produto da largura com o comprimento constitui um quadrado perfeito, sendo a média geométrica a raiz quadrada desse produto (por exemplo, 4:6:9).

Apesar desta novidade, a grande inovação que a metodologia palladiana traz face à de Alberti consiste no facto de utilizar grandezas absolutas em vez de apenas a razão abstracta. Como tal, as cotagens que encontramos nas suas ilustrações, para além de nos informarem as razões proporcionais dos espaços, ainda nos informa sobre a sua medida efectiva em pés vicentinos. Alberti ao considerar apenas a razão proporcional abstracta de cada espaço acaba por não conseguir tão eficazmente correlacionar os diferentes espaços do edifício. Nas obras palladianas todos os espaços aspiram à virtude de se relacionarem mutuamente de forma harmoniosa:

"Generalmente, las piezas grandes con las medianas, y estas con las pequeñas deben distribuirse de modo que (segun he dicho en outro lugar) una parte del edificio convenga con la outra, y todo él tienga cierta correspondencia de miembros que lo hagan bello y agradable."[59]

Esta posição é partilhada por vários autores, como Ackerman ou Padovan:

"La diferencia entre las proporciones de Palladio y las de Alberti está en que el primero las usa en sistemas integrales que vinculan la planta al alzado, el interior al exterior, una habitación con outra, dando la sensación de un control total por parte del arquitecto. Alberti tal vez soñó con este domínio de la armonia, pero no consiguió coordinar los grupos de elementos en tres dimensiones. Como todos los arquitectos del primer Renascimiento, diseñaba por adición más que por integración."[60]

[58] Lionel March, *Architectonics of Humanism*, p.271
[59] Palladio, *Los cuatro libros de arquitectura*, L. II, Cap. II, p.44
[60] James S. Ackerman, *Palladio*, pp.162,163

"A further innovation by Palladio is the use of continuous sequences of proportion between juxtaposed spaces. Alberti discusses only the proportions of individual rooms or areas*; (...) he defines the «outline» as a correspondence between the length, breadth and height of a single volume."*[61]

Segundo o decorrer dos discursos, ambas as citações transcritas parecem advir da posição avançada antes por Wittkower:

"The systematic linking of one room to the other by harmonic proportions was the fundamental novelty of Palladio's architecture, and we believe that his wish to demonstrate this innovation had a bearing on the choice and character of the plates and the inscription of measurements. Those proportional relationships which other architects had harnessed for the two dimensions of a façade or the three dimensions of a single room were employed by him to integrate a whole structure."[62]

Scholfield realça precisamente o mesmo factor, contudo vai mais além no raciocínio, afirmando que a metodologia palladiana, apesar de eficaz na relação das diferentes medidas de uma parte assim como na relação das diferentes partes entre si, deixa a desejar quando se relacionam estas com as dimensões globais:

"We may perhaps add, however, that Palladio omits the overall dimensions from his plans, and so avoids the problem of adding the separate dimentions together (...). His system of proportion integrates the whole structure in the sense that it links the parts, or separate rooms, to each other, but still fails to relate them to the whole."[63]

São portanto notórias várias interpretações possíveis para a metodologia de manipulação proporcional palladiana. É difícil discernir a regra que engloba todas as razões utilizadas por Palladio, sendo que, para cada caso encontram-se sempre excepções. Isto torna-se evidente quando observamos as noventa razões proporcionais encontradas nas ilustrações dos *Quattro Libri* e listadas por Lionel March.[64] Contudo, será importante ter em conta que Palladio admite que é legítima a utilização de medidas que "*no estan sujetas á calculo y regla, y el Arquitecto las habrá de adoptar segun su talento y necesidades ocurrentes."*[65]

[61] Richard Padovan, *Proportion*, p.234
[62] Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, p.130
[63] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.64
[64] Lionel March, *Architectonics of Humanisms*, p.277
[65] Andrea Palladio, *Los cuatro libros de arquitectura*, L. I, Cap. XXIII, p.33

A Villa Barbaro

Das várias ilustrações contidas nos *Quattro Libri*, aquelas que porventura melhor proporcionarão uma análise proporcional mais fidedigna serão as respectivas a casas de campo apresentadas no segundo Livro. A principal razão justificativa deste factor é a ausência de referências antigas de construções deste tipo programático. Esta ocorrência é clara nas próprias palavras de Palladio:

> *"En el libro segundo trataré (...) de los parages oportunos para las casa de campo, y como deben distribuirse. Y porque en este particular quedan poquísimos exemplares antiguos de que poder aprovecharnos, pondré las plantas y alzados de muchos edificios que yo he construído para diferentes sujetos"*[66]

Para além disso, as condições de implantação de edifícios deste programa são diferentes daqueles construídos em contexto urbano. As exigências de correlação com edificado envolvente não existiam e consequentemente as condicionantes eram menores. Por tais motivos a manipulação proporcional torna-se no elemento chave para a resolução do problema "villa".

No contexto social e económico da segunda metade do século XVI, as villas ganham uma especial importância. Estas faziam parte de um vasto programa de consolidação económica, em que as famílias nobres respondiam ao declínio da política comercial vigente através de investimentos na actividade agrícola. Ao encargo do arquitecto recaía a elaboração de um "novo modelo de casa de campo" que conjugasse, da melhor maneira possível, as necessidades práticas e funcionais relacionadas com a agricultura, com a vontade de demonstrar soberania e elegância por parte dos proprietários.

A nível compositivo opta-se por um modelo genérico a partir do qual se desenvolveriam as variações necessárias para satisfazer as exigências de cada demanda, tornando cada edifício único. James Ackerman define este modelo como

> *"una composición tripartita, con un cuerpo central construido en torno al eje de la entrada y dos cuerpos simétricos que lo flanquean. (...)*
> *El sistema tripartito no sólo se adecuaba al uso de las proporcionalidades sino que contaba con el apoyo de la tradición y la utilidad. La casa veneciana típica, como la iglesia tradicional, tenía un*

[66] Andrea Palladio, *Los cuatro libros de arquitectura*, L. I, Prefácio, p.3

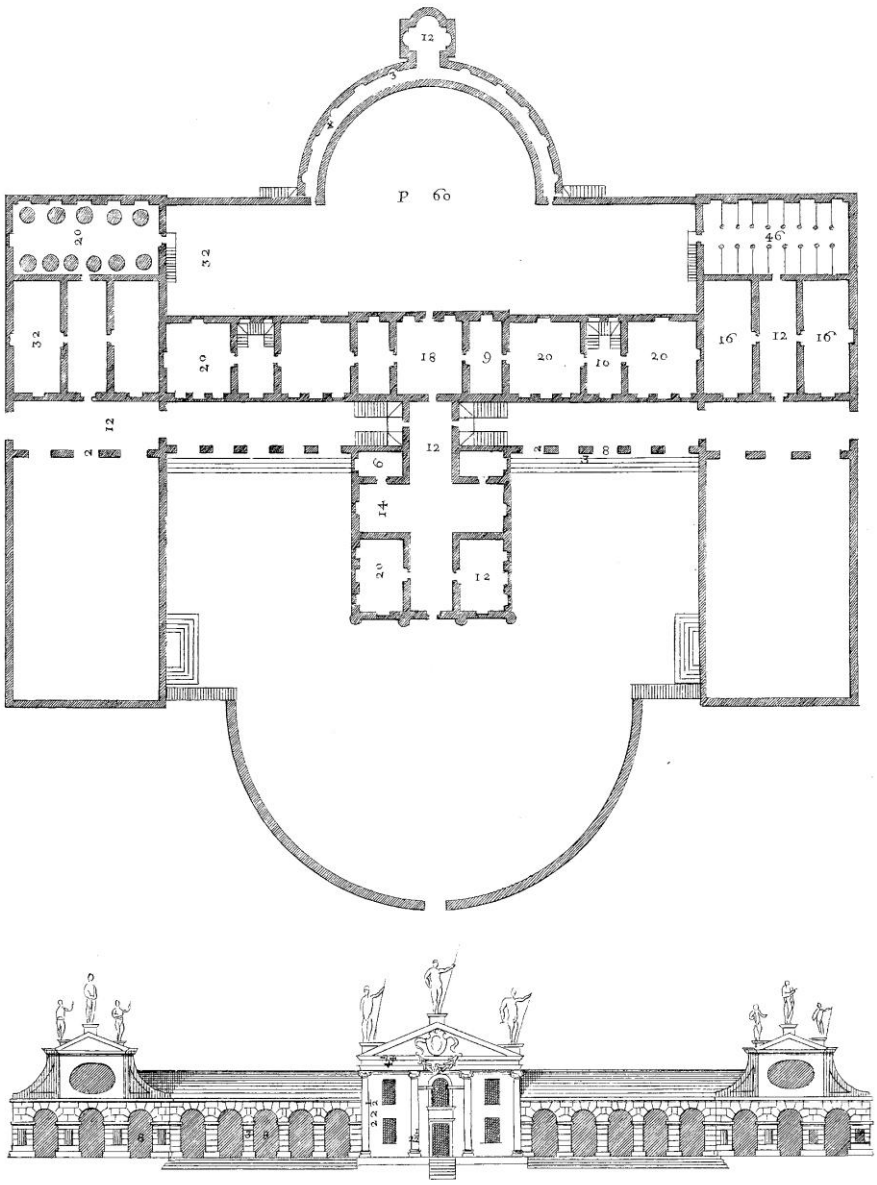


Figura 14- Villa Barbaro, planta e alçado frontal

Figura 15- Villa Barbaro, vista geral

gran salón central que iba desde la fachada a la parte trasera y que se usaba como lugar de reunión y como acceso a las demás habitaciones. Palladio afirma expressamente esta tradición (Quattro Libri, I,Cap. XXI) y añade que tal salón há de ser un zaguán de entrada en la planta baja y una gran sala en las plantas superiores.
Los alzados también han de ser tripartitos. Las logias dice Palladio han de situarse delante y detrás de una casa. Si hay una, va en el centro (...); si hay dos, una a cada lado. Lo mismo hay que decir de las escaleras."[67]

Esta noção de simetria é muito importante na obra de Palladio, e em especial nas villas. Para além da vertente compositiva, Palladio ainda evoca questões construtivas para justificar a opção:

"Las viviendas deben distribuirse á uno y otro lado de la entrada y sala: advirtiendo que las de la derecha correspondan y sean iguales á las de la siniestra, para que la fábrica sea lo mismo en una parte que en otra, y lleven igualmente las paredes el peso de la techumbre; pues si en una parte fueren las piezas grandes y en la otra pequeñas, esta segunda parte será mas firme para regir el peso por la mutua cercania de sus paredes, y la primera será menos firme."[68]

Podemos observar a Villa Barbaro como exemplo. A Villa Barbaro localiza-se em Maser e foi projectada por Palladio por volta de 1560 para os irmãos Barbaro, Daniele e Marcantonio. A zona residencial situa-se no volume central, cuja fachada principal se situa num plano mais adiantado face ao plano dos volumes agrícolas, conferindo aos proprietários a hipótese de deter um ponto de observação privilegiado sobre a totalidade do terreno. No interior, o átrio apresenta uma disposição cruciforme envolvendo dois pares de compartimentos com dimensões distintas, para além das escadas de acesso aos diferentes pisos. O eixo longitudinal do crucifixo central culmina na *Sala dell'Olimpo*, ladeada por outros dois compartimentos, respeitando assim a simetria global. Os compartimentos do piso superior são pintados com frescos de Paolo Veronese.

A partir deste corpo principal estendem-se para ambos os lados duas alas de compartimentos destinados aos aposentos. Nos extremos destas alas encontram-se dois volumes salientes de remate com compartimentos desenvolvidos para a actividade agrícola: celeiros, estábulos ou armazéns de vindima. Quer cada uma das alas, quer cada volume de remate das mesmas alberga uma série de três compartimentos que surgem na continuidade dos compartimentos traseiros do volume central, formando assim uma sequência

[67] James S. Ackerman, *Palladio*, pp.157,159
[68] Andrea Palladio, *Los cuatro libros de arquitectura*, L. I, Cap. XXI, pp.30,31

Figura 16- Volume principal

Figura 17- Volume de remate das alas

Figura 18- Ninfeu

de 5 conjuntos de 3 compartimentos. Este eixo transversal é realçado pela opção arquitectónica de estabelecer comunicação entre os diversos espaços dos aposentos até à sala principal no centro. As variáveis 5 e 3 são estruturantes na obra, como veremos, sendo que se repetem nos vãos das *loggias* das alas e dos corpos de remate, 5 e 3 vãos respectivamente.

Nos corpos das extremidades abrigar-se-iam pombos-correio que serviam para comunicar com Veneza. Regista-se ainda a presença de relógios solares de forma circular inscritos numa superfície quadrada. Dada a intenção de conferir três vãos à *loggia* em frente a estes volumes, os pilares adquirem uma dimensão maior em relação àqueles em frente às alas e por isso são introduzidos nichos onde se albergam estátuas.

Tirando partido da topografia, Palladio desenvolve um pátio encerrado na parte traseira da villa, que se encontra à cota do piso superior do edifício, comunicando directamente com a *Sala dell'Olimpo*. Este pátio é pontuado ao centro por um *ninfeu* onde se encontra uma fonte natural pré-existente, uma das principais razões para a escolha do local de implantação.

Analisando proporcionalmente o edifício observamos que os dois compartimentos dianteiros do corpo central (12x20) se encontram desenvolvidos segundo a razão 5:3. Esta é uma das 7 proporções ideais enunciadas pelo próprio Palladio no seu tratado. A medida oferecida à largura destes compartimentos é a mesma que define a largura do crucifixo central no seu sentido longitudinal, dividindo a largura do corpo central em três partes idênticas.

Estas directrizes são apenas interrompidas no culminar do crucifixo, onde encontramos um conjunto de três compartimentos cujas larguras variam. Ao centro posiciona-se a *Sala dell'Olimpo* ladeado por dois quartos com metade da largura (fig. 19). Este conjunto de compartimentos, como vimos, faz parte de uma sequência que integra os aposentos situados nas alas laterais, sendo que no conjunto de três compartimentos situados em cada ala, a largura dos mesmos varia segundo a razão 2:1, à semelhança dos do corpo central (fig. 20).

Para além do tratamento conferido a cada espaço, a grande diferença entre os conjuntos ocorre a nível proporcional. Vimos que a variação das larguras dos diferentes compartimentos é igual nos três conjuntos (2:1), se bem que, quando estas são analisadas em relação ao comprimento (20 pés), observamos que os aposentos nas alas são constituídos por formas simples:

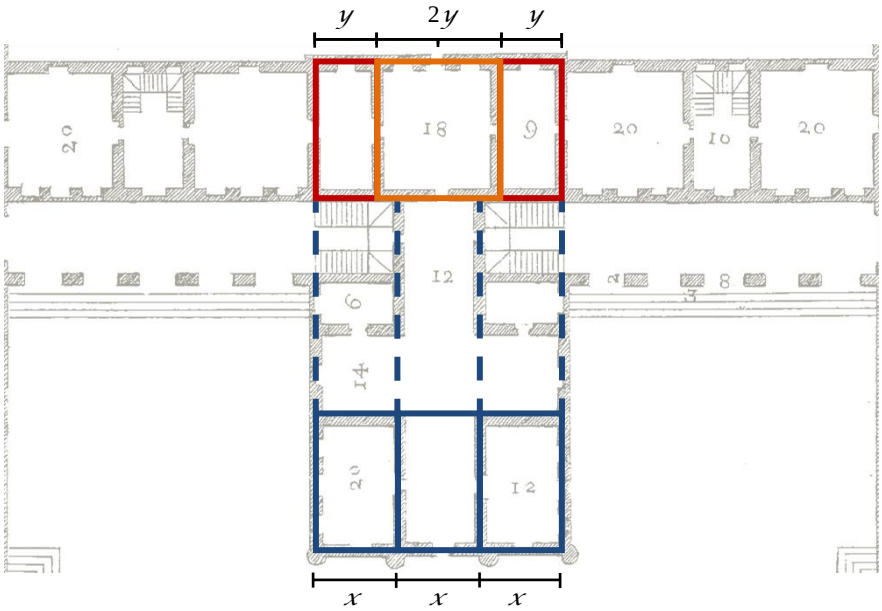


Figura 19- Esquema da relação de larguras entre os compartimentos traseiros e dianteiros do corpo central

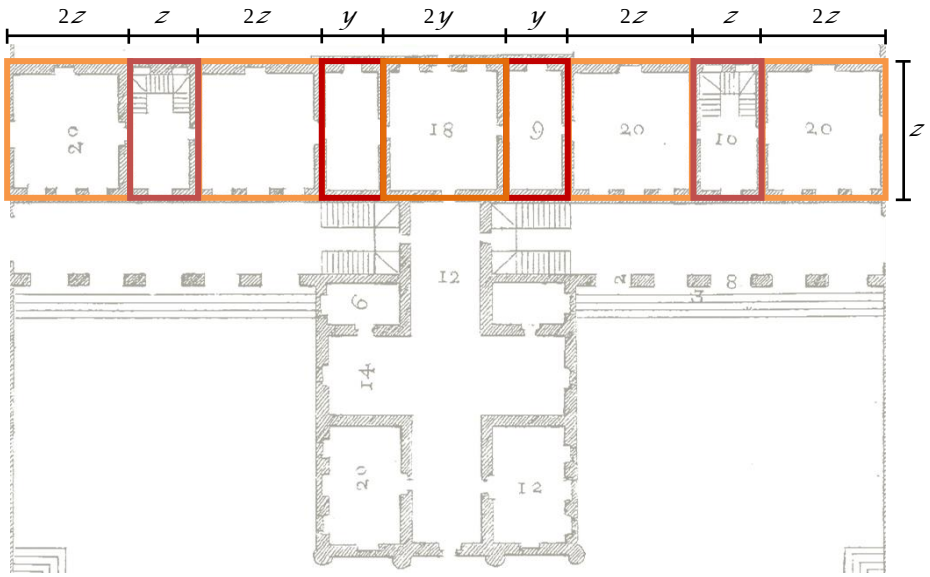


Figura 20- Variação das larguras dos compartimentos traseiros do corpo central e dos compartimentos das alas segundo a razão 2:1

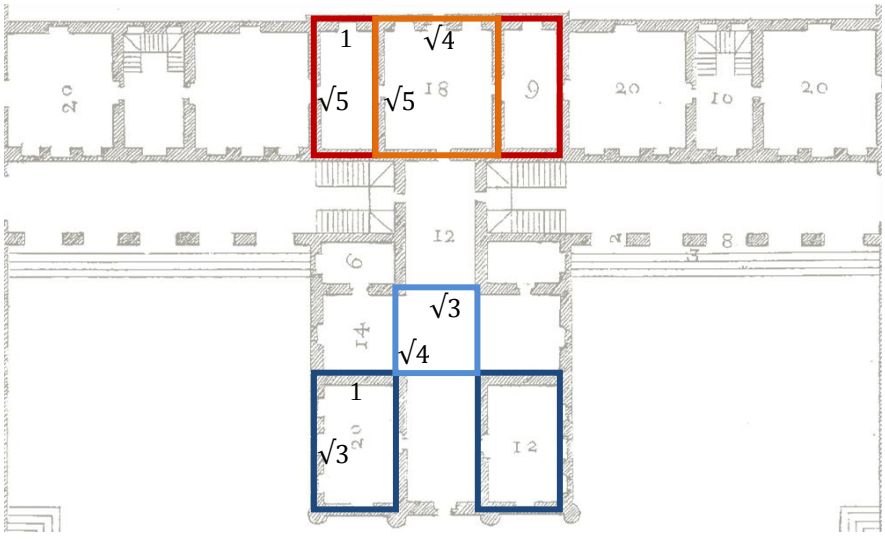


Figura 21- Esquema da análise proporcional proposta por Lionel March

dois quadrados (20x20) e um duplo quadrado (10x20). O mesmo não sucede no conjunto central, onde as larguras dos compartimentos são 9, 18 e 9 pés, formando dois rectângulos 9x20 pés e um 18x20 pés. O facto de as larguras serem as indicadas surge-nos como óbvio quando pensamos que a soma teria que corresponder à largura do corpo principal que como já vimos é 12+12+12=36. A relação com os espaços dianteiros seria desta forma harmoniosa. Analisando segundo os parâmetros da teoria musical, ficamos com a sequência 9:12:18, sendo que 12 é a divisão da oitava 9:18 numa quarta e numa quinta.

A razão 10:9 musicalmente define o Tom Menor, oferecendo algum sentido às dimensões do compartimento central (20x18), sendo que os laterais (20x9) correspondem naturalmente à adição de uma oitava ao Tom Menor. Por outro lado, a questão que se coloca é: porque razão não se adoptou para os compartimentos do corpo principal formas simples como o quadrado e o duplo quadrado, ou ainda qualquer outra das formas que se recomenda no tratado, procedendo-se a adaptações apenas nas alas laterais se necessário? Como nota March:

> *"The ratio 10:9 itself is the minor tone, but since Palladio nowhere uses the major tone 9:8, it would be curious for him to employ this ratio with this musical interpretation in the most important room of the villa if immediately on either side of the central block are square rooms 1:1, thus completing the rational canon."*[69]

A explicação mais simples passará pela intenção de relação entre os compartimentos traseiros e os dianteiros, estabelecendo exactamente o mesmo comprimento em ambas as situações: 20 pés. Lionel March avança outra hipótese baseada na mesma intenção, referindo que as proporções dos quartos traseiros podem ser derivadas da proporção dos dianteiros (5:3) a partir de quartas ou quintas musicais, já que (3:2) : (5:3) = 10:9 e (4:3) x (5:3) = 20:9.[70] Neste caso as proporções geradoras do edifício seriam apenas as que correspondem a consonâncias básicas: o uníssono (1:1), a oitava (2:1), a quinta (3:2) e a quarta (4:3), às quais se junta a proporção dos compartimentos dianteiros, 5:3. No entanto, March confere maior realce a uma hipótese baseada em grandezas irracionais:

> *"The ratio 20:9 is a rational convergent for* $\sqrt{5}$*:1. The ratio 2:1 can be represented as* $\sqrt{4}$*:1, while 5:3 is an early convergent for* $\sqrt{3}$*:1. The Sala dell'Olimpo in this representation is thus* $\sqrt{5}$*:* $\sqrt{4}$*. The crossing of*

[69] Lionel March, *Architectonics of Humanism*, p.270
[70] *Idem*, pp.269,270

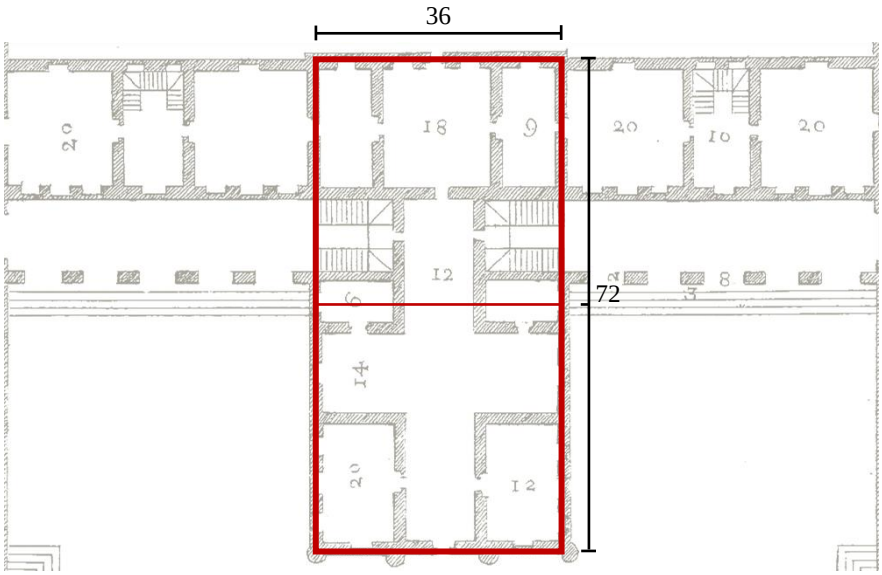


Figura 22- Relação métrica de 2:1 nas dimensões globais do corpo central

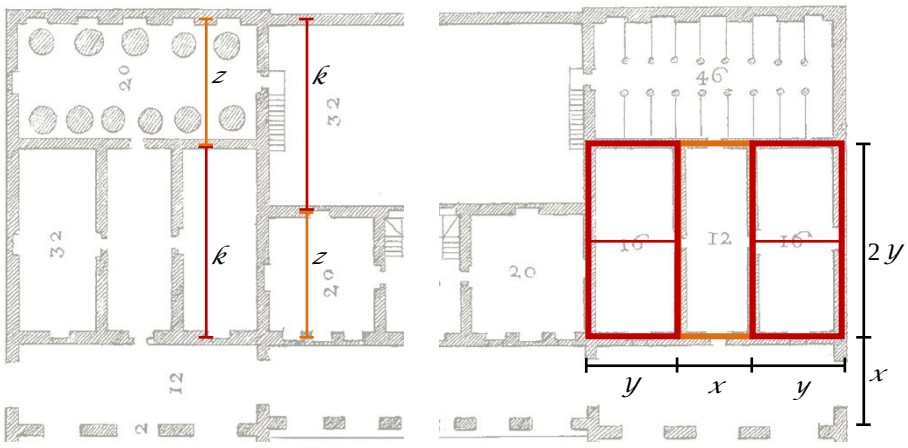


Figura 23- Correspondência métrica entre os compartimentos dos volumes de remate das alas com os compartimentos das alas e o pátio

Figura 24- Análise proporcional dos compartimentos dos volumes de remate das alas

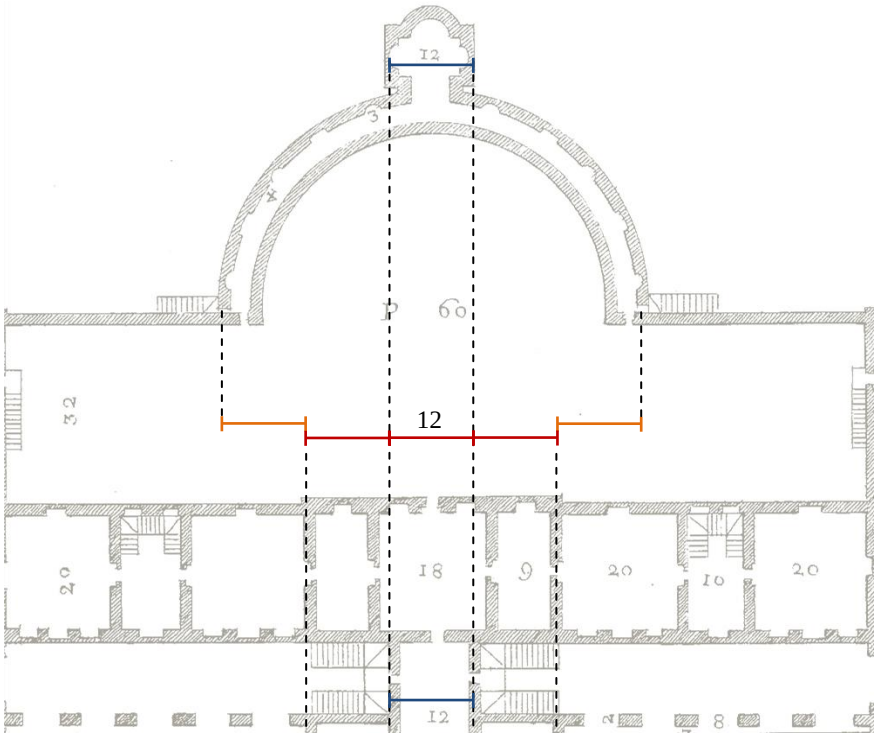


Figura 25- Análise proporcional do *ninfeu*

the hall, surprisingly not square, is 14P by 12P, a ratio of 7:6, or $\sqrt{4}$*:* $\sqrt{3}$*. The crossing is marked by the proportion of the* Magen David, *or star of David."*[71] (fig. 21)

Uma outra possibilidade de explicação passa pelo facto de, ao se atribuir 20 pés ao comprimento dos compartimentos traseiros, garantir-se que o comprimento total do corpo central seja 72. Sendo a largura 36 pés, o corpo principal constitui um duplo quadrado (fig. 22). A ser verdade esta intenção, vamos ao desencontro da opinião manifestada por Scholfield quando observa que Palladio falha ao relacionar as dimensões das diversas partes com as do todo.[72] Com a mesma hipótese pode-se ainda explicar a variação de larguras no crucifixo central (12 e 14 pés) oferecendo uma visão diferente daquela desenvolvida por March.

Nos volumes que rematam as alas encontramos compartimentos de 16x32 pés nas laterais e um compartimento de 12x32 pés ao centro. Estes compartimentos variam a sua largura segundo o padrão 4:3:4, sendo que os compartimentos laterais (16x32) constituem duplos quadrados (2:1), correspondendo portanto à oitava musical, ao passo que o central (12x16) representa a adição da quarta à oitava (12:24:32). A largura da *loggia* é a mesma que a do compartimento central, 12 pés (fig. 24), à semelhança do que acontece na *loggia* fronteiriça às alas, nesse caso 10 pés. Adjacente a este conjunto de três compartimentos encontra-se um quarto espaço de dimensões 46x20 pés. A largura deste espaço (20) conjugada com o comprimento dos adjacentes (20+32) corresponde inversamente às dimensões do pátio traseiro conjugadas com as dos aposentos nas alas (32+20), (fig. 23).

O *ninfeu* surge como uma síntese das dimensões geradoras da casa. A variável 12 encontrada na fonte comanda a composição, sendo que corresponde à largura dos compartimentos dianteiros e do sentido longitudinal do crucifixo central. As dimensões dos nichos e da largura da *loggia* (3 e 4 pés) são submúltiplos da medida da fonte. A largura do semicírculo (60 pés) é o quíntuplo de 12 e o triplo de 20, outra medida estruturante da obra. É curioso notar que 12 e 20 são as dimensões dos compartimentos dianteiros e 5:3 é a relação entre o comprimento e a largura dos mesmos. Segundo esta ordem de ideias, a medida do semicírculo (60) é resultante da adição da variável 12 a ambos os lados da largura do corpo

[71] Lionel March, *Architectonics of Humanism*, p.270
[72] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.64

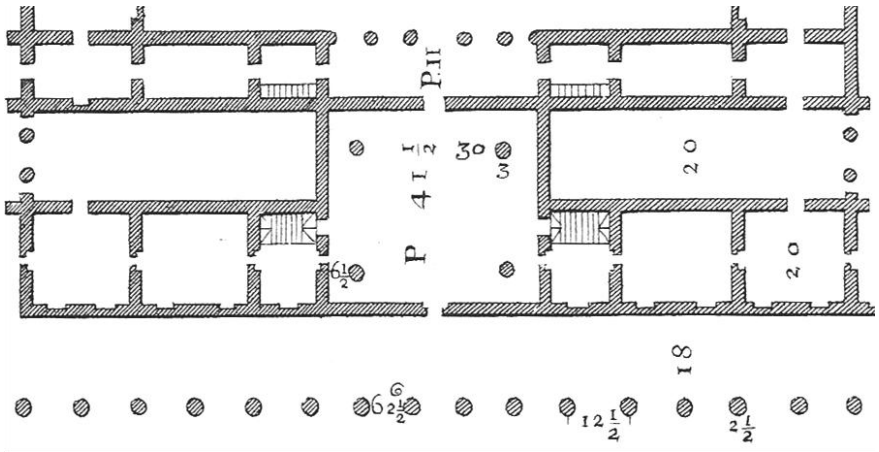


Figura 26- Villa Thien

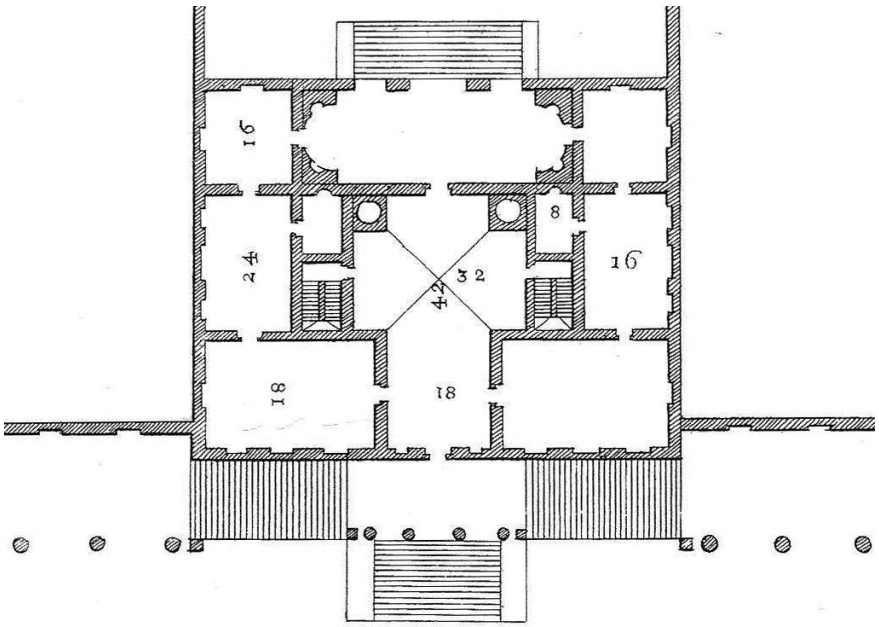


Figura 27- Villa Pisani

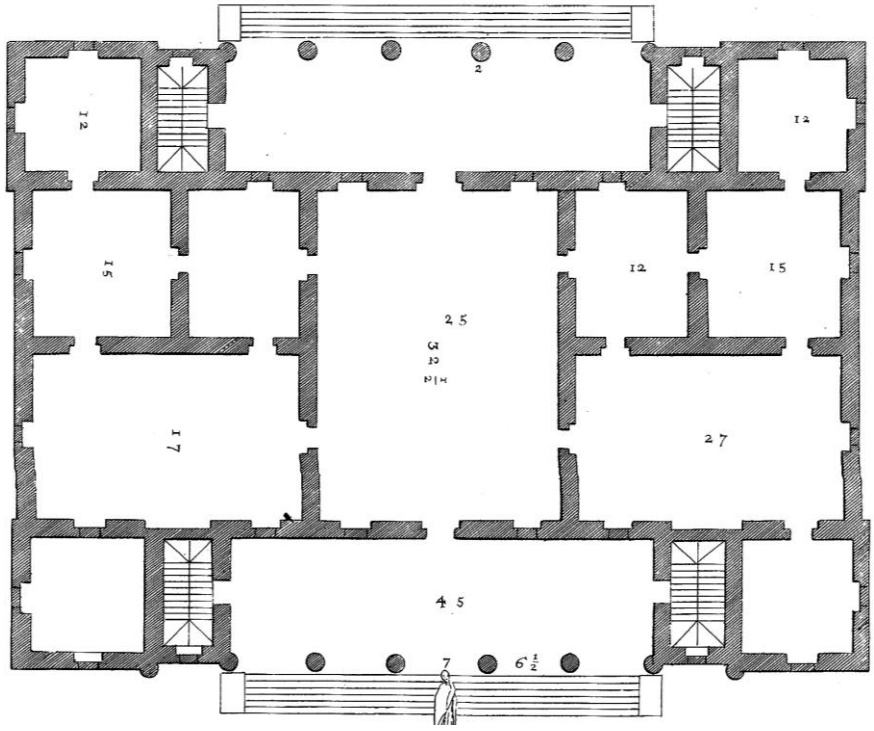


Figura 28- Villa Valmarana

principal (12+36+12=60), já que os 36 pés do corpo central se dividem no interior, como já vimos, em três módulos de 12 (fig. 25).

Todas as dimensões do edifício podem inscrever-se no *lambda* modificado apresentado por Zuk (fig. 13) à excepção da medida 14 do crucifixo central e 46 dos compartimentos traseiros dos volumes de remate das alas, e parecem discordantes do sistema que liga todas as outras. Por outro lado, Wittkower considera que estas medidas se encontram intimamente ligadas com as restantes:

> *"Both figures, 14 as well as 46, are firmly linked to the rest of Palladio's terms. This will be evident by reading the whole series from which the proportions of the building were generated: 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 32, 46, 60.- 14 and 46 are the arithmetic means between 12 and 16, and 32 and 60. Moreover the distant between the mean 46 from the extremes 32 and 60 is 14."*[73]

Todavia esta explicação parece um pouco rebuscada, e segundo as suas próprias palavras, *"in trying to prove that a system of proportion has been deliberately applied by a painter, a sculptor or an architect, one is easily misled into finding those ratios which one sets out to find"*[74].

Mas a questão mais relevante que a inscrição da medida 46 no tratado levanta consiste na espessura dada às paredes. Todas as análises conduzidas até aqui desconsideram este factor, e tendem a ser desacreditadas quando olhamos a medida 46 em relação com as larguras dos compartimentos adjacentes. Somando 16+12+16 obtemos 44. A medida 46 surge então da adição de um pé correspondente à espessura de cada parede. Esta dúvida é dificilmente esclarecida já que, ao analisar as demais ilustrações do tratado, encontramos casos semelhantes, como na Villa Thien, em que dois espaços de 20 pés correspondem a um espaço central de 41 pés e meio, indicando que a espessura da parede é 1 pé e meio (fig. 26); mas também encontramos situações opostas, em que a espessura da parede é claramente ignorada, como na Villa Pisani onde 24+18=42 (fig. 27).

Será pouco credível e dificilmente defensável a ideia de que Palladio tenha composto a Villa Barbaro segundo um sistema que ignora genericamente a espessura das paredes com excepção para os corpos de remate das alas. Contudo, quando olhamos para a Villa Valmarana (fig. 28) encontramos uma situação ambígua. O compartimento com 27 pés de

[73] Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, p.136
[74] *Idem*, p.126

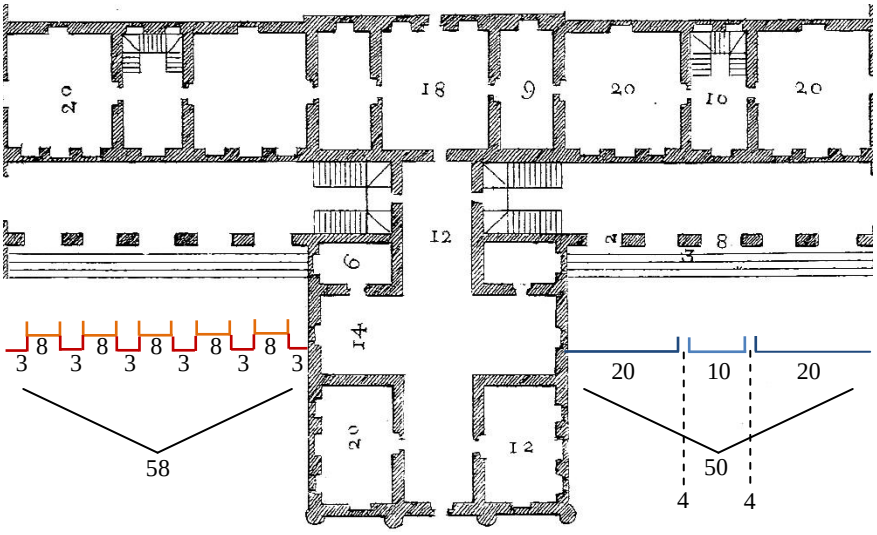


Figura 29- Discrepância entre as dimensões dos compartimentos das alas e as dimensões da arcada

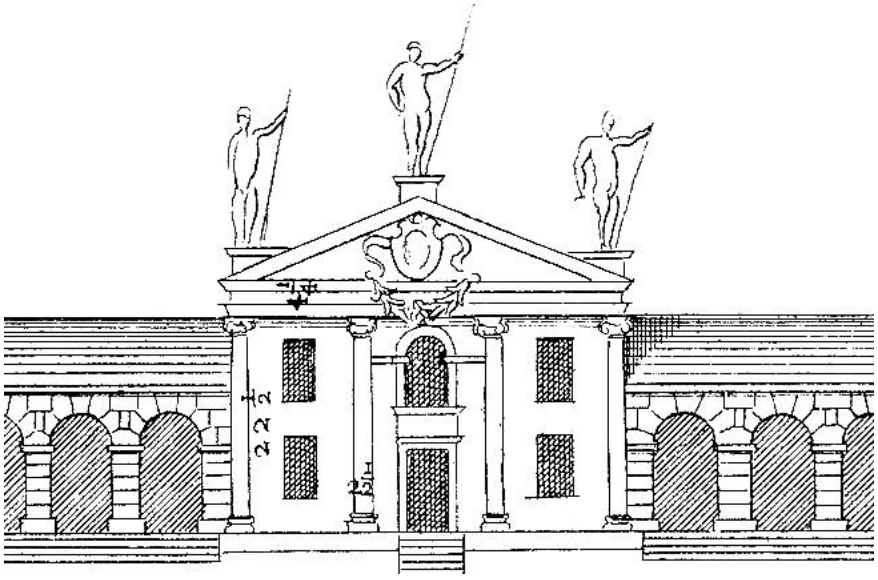


Figura 30- Alçado frontal com indicações das dimensões das colunas e entablamento

comprimento tem dois espaços adjacentes com larguras de 12 pés e 15 pés, sendo então desconsiderada a espessura da parede. Quando, por outro lado, se soma a largura do primeiro ao comprimento dos segundos (17+15=32), verifica-se uma discrepância face à inscrição do espaço central (32,5 pés).

Mais dúvidas surgem quando observamos as medidas indicadas para os pilares e os vãos das *loggias* das alas (fig. 29). A medida total corresponde então a 5 vãos de 8 pés e 6 pilares de 3 pés, perfazendo uma dimensão total de 58 pés. Esta conclusão não se coaduna com as medidas indicadas para os espaços das alas, que perfazem um total de 50 pés. Isto significaria que cada parede deste conjunto teria 4 pés de espessura, o que também não será crível.

> *"Although Palladio often deals with a succession of rooms in plan, we have no evidence as to how he dealt with the problem of adding their dimensions together to form the overall dimensions of the house"*[75]

Quanto ao problema da terceira dimensão, as únicas indicações que encontramos no tratado palladiano passam pela altura das colunas na fachada principal do corpo central e pela altura do entablamento. As dimensões expostas provêm das recomendações deixadas no tratado para colunas jónicas, em que *"las colunas con capitel y basa son altas nueve gruesos de su imoscapo, esto es, nueve módulos. El arquitrabe, friso y cornisa juntos tiene de alto la quinta parte de la longitud de la coluna."* [76]Nesse sentido, para um imoscapo de 2 pés e meio temos 22,5 pés para a altura da coluna e 4,25 pés para o entablamento (fig. 30).

Depois de todas as análises e diferentes interpretações, e depois de identificadas as principais dúvidas, é difícil tirar uma conclusão definitiva sobre qual o verdadeiro sistema proporcional desenvolvido por Palladio, e se esse sistema seria, de facto, dotado de uma coerência intrínseca ou se seria pontualmente adaptado segundo as circunstâncias. Contudo, será ainda mais difícil negar que a temática das proporções é central na obra palladiana.

> *"However, the reader may doubt whether Palladio's inscribed figures are really so full of implications. In spite of our close adherence to his own figures, we may be accused of the error (...) of interpreting into a building relations which were never intended by his architect. Yet nobody can deny that Palladio's numbers were meant to be indicative of certain ratios, and it is not this fact but only the degree of interpretation which may be questioned."*[77]

---

[75] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.75
[76] Andrea Palladio, *Los cuatro libros de arquitectura*, L. I, Cap. XVI, p.21
[77] Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, p.136

III – O Sistema Áureo

Incomensurabilidade

No capítulo anterior exploramos a importância que as razões comensuráveis assumiram no desenvolvimento da temática proporcional aplicada à prática arquitectónica, com particular ênfase no Renascimento. No entanto é preciso notar que a consciência da existência de grandezas incomensuráveis está presente desde o período clássico, patente nos escritos aristotélicos, euclidianos e, com maior relação à arquitectura, vitruvianos. Como vimos, a escola pitagórica acreditava que o mundo era composto por unidades indivisíveis, partículas atómicas que quando conjugadas de maneiras diferentes compunham os diferentes elementos da realidade. Toda a realidade, e o próprio espaço não fugiria à regra, seria portanto comensurável, ou seja qualquer par de grandezas do mesmo tipo admitiam sempre uma medida em comum, tal como dois números admitem sempre a unidade como divisor comum.

No entanto, a eventual investigação das propriedades da diagonal do quadrado e a consequente descoberta da sua incomensurabilidade teve consequências inimagináveis quer no ramo da Matemática quer em toda a Filosofia vigente. De facto, acaba por pôr em causa toda a visão simples do mundo desenvolvida pela escola pitagórica.

O grande contributo do discurso aristotélico com repercussões significativas para a teoria das proporções em arquitectura baseia-se precisamente no facto de encarar a realidade como um *continuum*, considerando o infinito como possibilidade efectiva, quando pensamos no mundo em geral ou quando pensamos mais particularmente, por exemplo, (visto ter mais relevância para a problemática em estudo) em medidas.

Para Aristóteles seria então impossível que certas realidades, como por exemplo uma linha, fossem compostas por unidades indivisíveis. É neste

ponto que diverge claramente das concepções desenvolvidas anteriormente pela escola pitagórica, nomeadamente no que diz respeito à noção de unidade numérica ou o próprio conceito de ponto. Uma linha seria portanto uma realidade contínua, podendo-se igualmente aplicar tal princípio quer ao espaço, quer ao tempo ou ao movimento:

> *"If a magnitude consists of indivisible components, movement over than magnitude will consist of the same number of indivisible movements… The same would necessarily go for time as for distance and movement: time too would be indivisible and its components would be indivisible nows."*[78]

A citação transcrita surge como reflexão do modelo pitagórico e apresenta-se numa forma conjectural, como uma hipótese que posteriormente é desconsiderada no decorrer do discurso em prol precisamente do modelo que reconhece o infinito sobre a unidade. No entanto é extremamente elucidativa quanto à associação natural que o autor estabelece entre espaço (ou distância), tempo e movimento.

Aristóteles distingue dois tipos de infinito: aquele que surge através da adição de uma grandeza e aquele decorrente da sua divisão. O primeiro, apesar de tudo, parece natural considerar-se, visto se tratar, por exemplo, da extensão de uma linha que pode ser assumida infinitamente da mesma forma que a progressão aritmética de números inteiros naturais (1, 2, 3, 4, …) pode ser continuada até ao infinito através da repetida adição da unidade. Até aqui as divergências com os princípios pitagóricos são residuais. Quando olhamos para o segundo tipo conseguimos facilmente discernir tais divergências, dado que neste caso se pressupõe que uma determinada grandeza finita possa ser teoricamente subdividida um infinito número de vezes. Neste contexto, o termo "teoricamente", como veremos adiante, será crucial.

A questão da infinidade não surge como uma novidade no debate cosmológico da época, prova disso são os paradoxos sobre o infinito descritos por Zenão cerca de um século antes. Neste sentido os pensamentos aristotélicos não surgem com pretensões revolucionárias, ou com objectivos de substituir as ideias desenvolvidas até então. Pelo contrário procuravam uma solução para as lacunas dessas mesmas ideias já evidentes na altura.

Dos referidos paradoxos de Zenão, os mais conhecidos serão porventura aquele que envolve "Aquiles e a tartaruga" e o denominado "Dicotomia".

[78] Aristoteles, *Física, in* Richard Padovan, *Proportion*, p.128

O primeiro paradoxo dita que Aquiles, quando envolvido numa corrida com uma tartaruga, nunca será capaz de a alcançar caso esta comece com um avanço. Tal sucederia dado que no momento em que Aquiles alcançasse o ponto de partida da tartaruga, esta já estaria mais à frente, num ponto X. Da mesma forma, quando Aquiles alcançasse o ponto X a tartaruga estaria novamente num ponto mais adiante, e assim sucessivamente (fig. 31). No entanto, a experiência e o senso comum dizem-nos precisamente o contrário: Aquiles facilmente alcançaria a tartaruga.

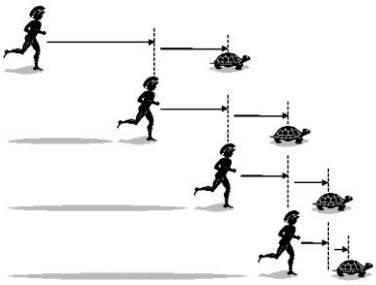


Figura 31
Paradoxo de Zenão, Aquiles e a tartaruga

A explicação desenvolvida anteriormente baseada na noção de *continuum* dá uma resposta plausível ao impasse aqui criado. Oferecemos sentido à alegoria se, ao invés de considerarmos a corrida como uma sucessão de etapas, como se de pequenas corridas individuais se tratassem tal como o enunciado sugere, considerarmos apenas uma única corrida singular e contínua, onde, como já vimos, factores como o espaço e o tempo entram em jogo, e que, pela mesma ordem de ideias e pela conjugação desses dois factores também a velocidade se torna um outro factor a ter em consideração.

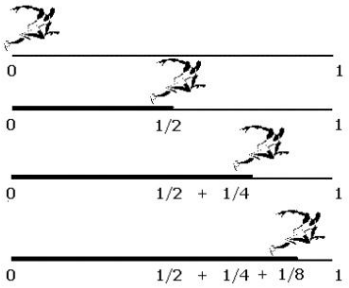


Figura 32
Paradoxo de Zenão, Dicotomia

O segundo paradoxo, por sua vez, lança dúvidas no sentido oposto. Se numa corrida temos de alcançar a metade da distância pretendida antes de alcançar o fim, e seguidamente temos que atingir a metade da distância restante, e assim sucessivamente *ad infinitum*, a corrida abarca uma infinidade de etapas, que pela ordem de ideias desenvolvida anteriormente, levaria uma infinidade de tempo a ser concluída (fig. 32).

No mesmo discurso Aristóteles argumenta que nenhuma magnitude é infinita, apesar de poder ser infinitamente divisível. Não é portanto a grandeza em si que é infinita mas o processo que se aplica a esta, por exemplo a divisão.

> *"Considered as a process, the division of a length can in theory be continued indefinitely, but like any infinite process that cannot be completed this remains always at the level of potentiality. Any actual division must be finite, because in order to be actualized the process must be terminated."*[79]

Portanto, apesar de qualquer processo ser "potencialmente" ou "teoricamente" infinito, este só pode ser considerado assim que "efectivado". Esta distinção entre "potencialidade" e "efectividade" adquire uma importância tremenda no ramo da arquitectura dado que se manifesta

[79] Richard Padovan, *Proportion*, p.129

impossível conjugar grandezas infinitas com a vertente construtiva. São necessárias formas de efectivar tais grandezas e a relação entre termos comensuráveis constitui uma solução possível.

A posição aristotélica não surge portanto como uma alternativa à filosofia vigente mas como um complemento, um modo de colmatar as discrepâncias desta. Karl Popper, neste sentido, vai mais longe referindo que o principal contributo de Euclides seria exactamente a tentativa de dar uma resposta ao problema da incomensurabilidade:

> *"*[The] *discovery of the irrationality of the square root of two which led to the breakdown of the Pythagorean programme of reducing geometry and cosmology (and presumably all knowledge) to arithmetic, produced a crisis in Greek mathematics; … Euclid's* Elements *are not a textbook of geometry, but rather the final attempt of the Platonic School to resolve this crisis by reconstructing the whole of mathematics and cosmology on a geometrical basis, in order to deal with the problem of irrationality systematically rather than* ad hoc*, thus inverting the Pythagorean programme of arithmetization."*[80]

Não é portanto estranho que no âmbito da arquitectura sejam consideradas grandezas incomensuráveis. Vitrúvio tinha em consideração o uso da $\sqrt{2}$, quer nos detalhes das ordens, quer na construção de formas adequadas para os átrios das casas. Como tal também não é de estranhar a inclusão da $\sqrt{2}$ em tratados do Renascimento, como os de Alberti, Cesariano, Serlio ou Palladio. No entanto, Rudolf Wittkower sugere que é seguro afirmar que nenhum arquitecto renascentista pôs, de facto, em prática proporções irracionais.[81] Isto estará relacionado com a tal dificuldade de efectivar uma grandeza incomensurável, sendo preferida a utilização de aproximações através de razões comensuráveis (p.e. 7:5 aproxima-se da $\sqrt{2}$).

Para além da $\sqrt{2}$, grandeza muito importante na história da matemática e que conta com uma constante menção em escritos arquitectónicos ao longo do tempo, podemos referir uma outra grandeza incomensurável responsável pelo desenvolvimento de um sistema proporcional específico com um manifesto impacto no panorama arquitectónico: o Modulor, fruto do crescente interesse verificado nos finais do século XIX e início do século XX pelo número de ouro.

---

[80] Karl Popper, *The Open Society and its Enemies*, Routledge & Kegan Paul, 1966, vol. I, p.319 *in* Richard Padovan, *Proportion*, p.137

[81] *"It is probably right to say that rarely did Palladio or any other Renaissance architect use irrational proportion in practice"*, Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, p.108

A secção áurea

O número de ouro é um número irracional normalmente representado pela letra grega φ (*phi*) e é conhecido pelo menos desde Euclides, sendo que existem alguns autores[82] defensores de que o conhecimento de algumas das propriedades deste número remonta a tempos precedentes. A verdade é que os *Elementos* são a referência literária mais antiga conhecida em que nos aparece, directa ou indirectamente, menção a este número.

Os *Elementos* de Euclides são constituídos por treze livros. Do livro I ao Livro VI dedica-se à geometria elementar, do livro VII ao X a questões numéricas, e do livro XI ao XIII à geometria dos sólidos. Na terceira definição do livro VI, encontramos:

> *"Uma linha recta se diz dividida em extrema e média razão, quando toda a linha he para o segmento maior, como este segmento maior he para o segmento menor"*[83]

Euclides utiliza a secção áurea essencialmente para resolver dois problemas geométricos: a inscrição do quadrado num semicírculo e a construção de figuras como o pentagrama, o pentágono ou o decágono, sendo que a sua perspectiva euclidiana sobre a secção de ouro se manteve quase intacta ao longo do tempo.

Porém, no século XIX registou-se um interesse crescente na secção de ouro, nome que terá sido aparentemente popularizado nessa altura. Esta redescoberta da secção áurea e a sua exploração toma porventura dimensões sem equivalente histórico, visto que nesta altura os estudos levados a cabo sobre a secção áurea libertam-se da concepção euclidiana para abrangerem uma vasta área de conhecimento[84]. O número de ouro deixa de ser apenas um apoio mecânico ao processo geométrico para passar a ser o valor central de uma nova perspectiva universal. Surgem diversas sugestões da sua aplicação em áreas como a biologia, morfologia, botânica, psicologia e ainda nas artes.

---

[82] Nomeadamente Thomas L. Heath, *A History of Greek Mathematics* (1921), ou B. Van der Waerden, *Science Awakening*, (1954), segundo Roger Herz-Fischler, *A Mathematical History of the Golden Number*, New York: Dover Publications, 1998, p.68

[83] Euclides, *Elementos*, seis primeiros livros do undécimo e duodécimo da versão latina de Frederico Commandino, Coimbra: Universidade, 1846, p.183

[84] "*It is hardly an exageration to say that the golden section remained preserved like a fly in amber in very much the same mathematical context which Euclid had given it"*- P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.54

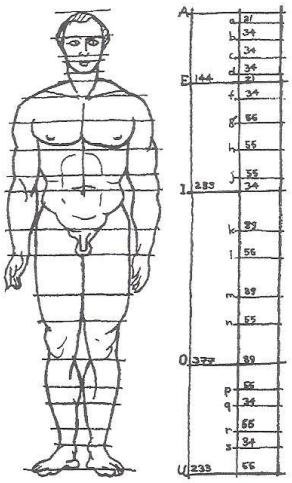


Figura 33
Adolf Zeising, análise proporcional do corpo humano baseada na secção áurea

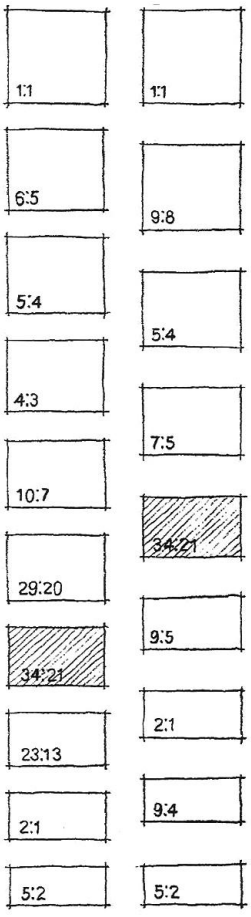


Figura 34
Representação do estudo conduzido por Fechner, com os rectângulos preferidos assinalados

O primeiro autor a explanar estas hipóteses terá sido Adolf Zeising[85]. No ramo da botânica, Zeising descobriu a presença da secção de ouro na disposição dos ramos ao longo do caule das plantas e na disposição veios das folhas. A partir daí expandiu a pesquisa para esqueletos de animais, para a geometria de cristais, para a propagação da luz, do som, do magnetismo, e por fim às proporções do corpo humano. Em todos estes fenómenos Zeising discernia uma lei universal baseada na secção áurea.

Quanto às proporções do corpo humano, Zeising distingue quatro zonas principais: do topo da cabeça aos ombros, dos ombros ao umbigo, do umbigo aos joelhos, e dos joelhos à planta do pé. Cada uma destas zonas seria, por sua vez subdividida em cinco segmentos, perfazendo um total de 20 (fig. 33). Aqui é interessante notar que a proporção das duas zonas superiores para as duas inferiores é 1:φ, assim como a das duas inferiores para o total, antecipando, de certa forma, os pressupostos antropométricos desenvolvidos pelo *Modulor*.

Mais tarde (1976) Gustav Fechner, conhecido como o fundador da *estética experimental*, desenvolveu estudos que vieram aproximar o número de ouro à psicologia[86]. Realizou experiências sobre preferências estéticas segundo as quais determinadas pessoas sem cultura artística eram levadas a escolher entre várias figuras de diferentes proporções. As hipóteses de escolha recaíam sobre dez cartões rectangulares, todos com a mesma área, cujas formas variavam entre o quadrado (1:1), e o rectângulo composto por dois quadrados e meio (5:2) (fig. 34). Analisando os dados recolhidos constatou-se que a forma mais popular seria o rectângulo 34:21, uma forma que ao ser definida por dois números da série de Fibonacci constitui uma aproximação ao rectângulo áureo. A popularidade das restantes figuras decrescia à medida que se aproximavam das extremidades com excepção para o quadrado que amealhou um número ainda significativo de votos.

A verdade é que o método experimental de Fechner também saiu desvalorizado devido à quantidade de variáveis que implica, nomeadamente, o número da amostra, o seu grau de instrução, a quantidade de figuras que constituem as opções ou a sua disposição sequencial.

[85] Em obras desenvolvidas entre 1854 e 1858
[86] Através da obra *Vorschule der Aesthetik* publicada em 1876

Nesse sentido, Padovan[87] defende que não será sensato reduzir um método de comprovação de um valor estético a uma manifestação banal como o apelo às massas, sendo então o julgamento estético comparado a uma prospecção de mercado. P.H. Scholfield[88] afirma ainda que nenhuma forma possui por si só valor estético, apesar de admitir que a secção áurea pode constituir um meio para um fim estético.

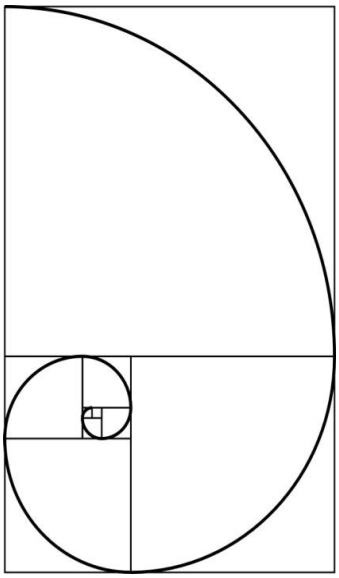


Figura 35
Espiral áurea

Um outro contributo na exploração das propriedades da secção áurea importante de referenciar será o de William Schooling. O seu trabalho é incorporado na obra publicada em 1914 de Theodore Cook intitulada *The Curves of Life*, onde são desenvolvidas formas espirais. As espirais mais importantes discutidas no livro e com correspondência a manifestações na natureza são as espirais baseadas em progressões geométricas. Destas, T. Cook oferece mais relevo àquela baseada em φ, que corresponde precisamente ao trabalho desenvolvido por Schooling (fig. 35).

O factor mais relevante do contributo de Schooling reside precisamente no facto de não se olhar apenas para a secção de ouro como uma construção geométrica isolada ou como uma relação independente de entidades baseada em φ, para se passar a encarar uma progressão geométrica contínua. Scholfield ainda acrescenta como consequência outras constatações importantes:

> *"He does, however, state the property of the φ series which gives it its peculiar value. It is the only geometric progression the successive terms of which can be obtained by addition as well as by multiplication by the common ratio in the ordinary way. While it was not perhaps the first time that the value of geometric progression had been consciously realized, it was the first time that the importance of the additive properties of a geometric progression had been stressed."*[89]

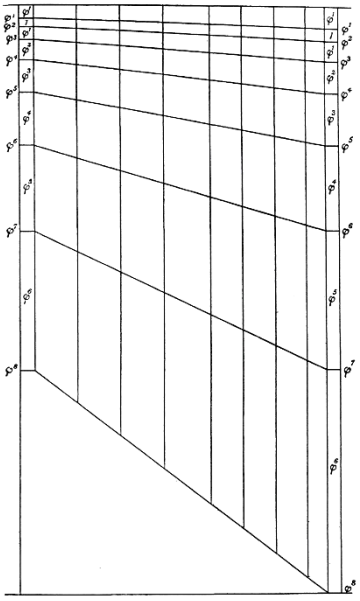


Figura 36
Escala universal baseada em φ por Theodore Cook

Para além do contributo de Schooling, a obra de Theodore Cook conta ainda com uma "escala universal" baseada em φ. Esta consiste em duas linhas paralelas, cada uma dividida segundo a razão de ouro. Entre estas linhas paralelas encontra-se um conjunto de outras linhas oblíquas que ligam cada divisão da escala inferior à divisão correspondente na escala maior. A partir daqui, qualquer linha desenhada paralela às duas iniciais e entre elas, encontra-se igualmente dividida numa sequência de φ ao intersectar-se com as linhas oblíquas (fig. 36). Pode-se dizer, de certa forma, que este modelo é

[87] Richard Padovan, *Proportion*, p.312
[88] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.101
[89] *Idem*, p. 111

um antecessor do Modulor, já que as linhas paralelas se assemelham às escalas vermelha e azul do modelo de Corbusier.

Quanto à arquitectura, as teorias da aplicação da secção áurea, quer no período clássico, quer no período medieval ou mesmo no Renascimento, que eventualmente foram surgindo já durante o século XX, tendem a ser desacreditadas à luz das mais recentes investigações e interpretações.[90] Actualmente é relativamente consensual a ideia de que a importância da secção de ouro na arquitectura foi, em certas instâncias, inflacionada com base em pressupostos exagerados e evidências indirectas.

A interpretação que Matila Ghyka[91] faz de alguns compartimentos nas obras de Palladio, em que defende o desenvolvimento de volumes segundo as razões 1, $\sqrt{\varphi}$, φ, é um exemplo disso mesmo, assim como a análise que Jay Hambidge[92] faz do Partenon.

Jay Hambidge representa um papel importante na proliferação do uso de razões incomensuráveis. O seu livro *The Elements of Dynamic Symmetry* (1926) constitui uma peça valiosa nesse sentido. Padovan[93], no sentido de explicar os fundamentos de Hambidge sobre o conceito de *simetria dinâmica*, enuncia analogias entre *simetria estática* e processo aritmético e entre *simetria dinâmica* e processo geométrico, assumindo, no entanto, a simplificação que analogias em questão estão sujeitas. Assumindo os mesmos pressupostos poderíamos estabelecer então correspondências entre *simetria estática* e comensurabilidade e entre *simetria dinâmica* e incomensurabilidade, apesar destes conceitos se definirem muito para além destas correspondências.

Na obra em questão, Hambidge descreve em diferentes lições (ou capítulos) as características de algumas figuras geométricas como o quadrado, o rectângulo $\sqrt{2}$, o rectângulo $\sqrt{3}$, o $\sqrt{4}$, o $\sqrt{5}$, ou o rectângulo de ouro, explanando ainda lições sobre rectângulos recíprocos, diagonais, gnómones, entre outras.

Daqui retiramos a percepção de que a tónica do discurso de Hambidge recai sobre figuras baseadas em grandezas incomensuráveis e, partindo da

[90] Como é exemplo a posição de Marco Frascari, *Contra Divinam Proportionem*, in Nexus II: architecture and mathematics, ed. Kim Williams, Florence: Edizioni dell'Erba, 1998
[91] Matila Ghyka, *Geometry of Art and Life*, (1946)
[92] Jay Hambidge, *The Elements of Dynamic Symmetry*, (1926)
[93] Richard Padovan, *Proportion*, p.85

explicação de Padovan, baseia-se em processos geométricos. Também por estas razões, e seguindo a opinião de Wittkower[94], Padovan caracteriza o discurso de Hambidge como tendencioso[95], ao contrário da interpretação de Wittkower sobre processos aritméticos e processos geométricos, em que ambos são encarados como duas vias alternativas (diferentes mas igualmente legítimas) de abordagem cultural ao problema das proporções. Para Hambidge, os processos aritméticos e a comensurabilidade ao serem "estáticos" são intrinsecamente inferiores aos processos geométricos e à incomensurabilidade, as "simetrias dinâmicas":

> *"There is no question of the superiority of the dynamic over the static… Static symmetry, as the name implies, is a symmetry which has a sort of fixed entity or state… The dynamic is a symmetry suggestive of life and movement."*[96]

Padovan baseia-se, com elevada perspicácia, na lição 9 do livro de Hambidge para exemplificar o funcionamento da *simetria dinâmica*.[97] A referida lição é dedicada ao rectângulo $\sqrt{4}$, ou duplo quadrado. Sobre esta forma refere que pode ser tratada "estaticamente" ou "dinamicamente".

Pode ser tratado "estaticamente" através da sobreposição do seu recíproco, ou seja, um outro rectângulo semelhante em que o comprimento assume a medida da largura do inicial, e cuja área corresponde a um quarto da área do primeiro. Como tal, o rectângulo inicial pode ser subdividido em 4 rectângulos semelhantes (fig. 37).

Por outro lado, ao tratarmos o mesmo rectângulo "dinamicamente" conseguiríamos, por exemplo, inscrever dois rectângulos de ouro numa posição central, cujo comprimento corresponderia à largura do rectângulo inicial. Os rectângulos sobrantes nas extremidades estariam sob a razão $1:\varphi^2$ ou aproximadamente 1:2,618, que corresponde ao rectângulo de ouro expandido por um quadrado (fig. 38).

Através deste método, aplicação de simetrias dinâmicas, Hambidge parte para uma explicação do Partenon baseada fundamentalmente em três figuras base: o quadrado, o rectângulo de ouro e o rectângulo $\sqrt{5}$. A partir da conjugação destas figuras elabora esquemas referentes ao desenho da planta

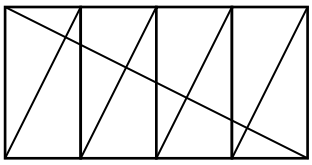


Figura 37
Divisão "estática" do duplo quadrado

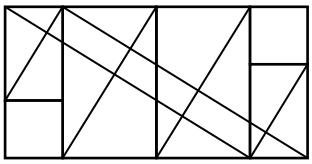


Figura 38
Divisão "dinâmica" do duplo quadrado

[94] *"He was biased, and in this lay his strenght"* – Rudolph Wittkower, *The changing concept of proportion*, *in* Richard Padovan, *Proportion*, p.84
[95] Richard Padovan, *Proportion*, p.85
[96] Jay Hambidge, *The Elements of Dynamic Symmetry*, New York: Dover Publications, 1967, p.xvii
[97] Richard Padovan, *Proportion*, p.86

e da fachada do edifício, de forma a conseguir a melhor aproximação possível aos levantamentos efectuados. No entanto, tais conjugações produzem razões de complexidade elevada, como $2:\varphi^3$ ou $\varphi^2: 2\sqrt{5}$.

Esta análise é contraposta mais tarde por interpretações de Arnold W. Lawrence[98] ou de Rhys Carpenter[99], baseada em razões de números inteiros. Estas interpretações surgem, naturalmente, assumindo-se como mais prováveis, apesar de dependerem de uma margem de erro maior em relação às medidas efectivas do edifício. A razão que justifica tal margem de erro sem afectar a probabilidade de veracidade da teoria consiste no facto de ser natural essa tal margem de erro quando falamos de construções desta escala.

Já a opinião de Ghyka sobre o uso de φ nas obras palladianas, avançada em 1946, foi alvo de suspeitas que suscitaram a manifestação da opinião contrária por parte da generalidade dos estudiosos da matéria na altura.

Rudolf Wittkower[100] adianta uma explicação alternativa baseada na utilização da razão 5:3, dois números consecutivos da sucessão de Fibonacci e por isso uma aproximação, embora algo imprecisa, ao número de ouro. Apesar da imprecisão referida, esta explicação parece mais provável que aquela baseada na utilização explícita da secção áurea, primeiro pela referência directa à razão 5:3 que encontramos nos escritos palladianos[101] (o quadrado mais dois terços do mesmo), e ainda pela consolidação que ganha à luz da teoria da analogia musical. A razão 5:3 é o equivalente à sexta maior na música, uma consonância que começa a ganhar reconhecimento precisamente no século XVI.

P.H. Scholfield[102] atribui também um maior grau de probabilidade à hipótese avançada por Wittkower, acrescentando ainda a possibilidade de Palladio ter simplesmente retirado a razão 5:3 dos escritos vitruvianos[103] sem sentir, por isso, qualquer necessidade de justificar o seu uso.

Apesar de tudo, a posição de Ghyka terá sido motivadora de discursos semelhantes, como é o caso da hipótese avançada recentemente por Rachel

---

[98] A.W. Lawrence, *Greek Architecture*, (1957)
[99] R. Carpenter, *The Architects of the Parthenon*, (1970)
[100] Rudolf Wittkower , *Architectural Principles in the Age of Humanism*, p.134
[101] Andrea Palladio, *Los cuatro libros de arquitectura*, L. I, Cap. XXI, p.31
[102] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.52
[103] "A largura e o comprimento dos átrios regulam-se de três maneiras. A primeira consiste em dividir o comprimento em cinco partes e dar três à largura", Vitrúvio, *Os dez livros de arquitectura*, L. VI, Cap. III, 3, p.226

Fletcher[104] acerca da utilização da razão de ouro numa obra palladiana, mais concretamente na Villa Emo em Fanzolo, desta feita na sua concepção global e não de forma pontual. Esta hipótese também foi prontamente refutada, nomeadamente por Lionel March[105], baseada em complexas análises de cariz científico, e vem, por outros meios, desvalorizar também as hipóteses de utilização do número de ouro no Renascimento ao denunciar o cariz especulativo da perspectiva de Fletcher.

A verdade é que não se revela extremamente rebuscada a afirmação da utilização da secção áurea durante o Renascimento. O tratado desenvolvido por Luca Paccioli[106] é um exemplo a considerar apesar da perspectiva sobre a secção áurea manifestada não se afastar da visão euclidiana, sendo utilizada apenas para a construção de figuras geométricas ou de poliedros. P.H. Scholfield dá ainda como exemplos[107] a igreja de planta pentagonal desenvolvida por Serlio e o Palácio Farnese em Caprarola de Vignola, que, pelas opções formais tomadas dependiam da construção euclidiana do pentágono, e consequentemente também dependiam da secção áurea. No entanto, salvaguarda que a utilização do pentágono na arquitectura Renascentista é, de facto, muito rara. Para além disso, defende que o uso da secção de ouro nestes casos não implicaria um reconhecimento da mesma como instrumento genérico de proporção, mas que seria antes apenas a ferramenta de auxílio à construção geométrica das formas pretendidas:

> *"(...) the use of the golden section in drawing them* [pentagons] *implies no understanding of it as an instrument of proportion rather than a geometrical construction. (...) However interested some writers may have been in the golden section as mathematicians, there is little evidence that its value was appreciated in design, except as a purely mechanical means of constructing a regular pentagon."*[108]

Apesar das várias perspectivas de aplicação de φ à arquitectura, o maior contributo para a problemática da proporção em arquitectura foi deixado por Le Corbusier com o Modulor, assumindo-se claramente como um sistema e é dotado de uma elevada operatividade no que diz respeito ao processo projectual, característica que não se regista noutros sistemas baseados em φ.

---

[104] Rachel Fletcher, *Golden Proportions in a Great House: Palladio´s Villa Emo*, pp. 73-85 in *Nexus III: Architecture and Mathematics*, ed. Kim Williams, Pisa: Pacini Editore, 2000
[105] Lionel March, *Palladio´s Villa Emo, The Golden Proportion, Hypothesis Rebuted*, pp.85-104 in *Nexus Network Journal*, vol.3, nº 2, 2001
[106] Luca Pacioli, *De Divina Proportioni*, (1509)
[107] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.52
[108] *Idem*, pp.52,54

"Most systems of this type which have been developed entirely ignore the problem of architectural proportion. It has been assumed that this problem could safely be left to the architect. But (...) by the time the dimensions have been fixed it may well be too late for the architect to introduce proportion into his design. The Modulor provides dimensions which not only allow him to do so, but do it for him almost automatically."[109]

[109] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.122

O Modulor

O Modulor é um sistema proporcional baseado em duas escalas intercaladas (vermelha e azul), que se relacionam segundo a razão 2:1 e cujos termos de cada escala se desenvolvem na razão φ:1. É sem dúvida o sistema proporcional baseado em φ mais conhecido e divulgado. Já foi referido como outro exemplo a escala universal baseada em φ desenvolvida por Theodore Cook, cujas semelhanças com o Modulor são evidentes. No entanto o sistema desenvolvido por Le Corbusier vai mais longe.

A principal diferença passará pelo facto de o Modulor pressupor medidas fixas, ao contrário da escala de Cook que se mostra mais versátil ao não atribuir condicionantes desta ordem. Apesar das desvantagens que este factor acarreta (e que mais tarde vai constituir a base para a crítica ao sistema), o Modulor consegue desta maneira uma relação métrica directa com o corpo humano, põe-se de acordo com as exigências de produção em massa e com os processos de estandardização, e ainda visa suprir as discrepâncias entre diferentes sistemas de medida, nomeadamente entre o sistema métrico decimal e o sistema anglo-saxónico baseado em pés e polegadas.

O desenvolvimento do Modulor decorre a partir de 1943, culminando com a sua apresentação em 1950 através da publicação da primeira edição do livro homónimo. O discurso do livro assenta em bases autobiográficas, onde o autor nos surge como um narrador da história de um longo processo de descoberta. De certa forma surge também como uma síntese do percurso do autor, sendo intrinsecamente decorrente do desenvolvimento desse mesmo percurso, aparecendo, porventura, como um aperfeiçoamento dos valores explorados ao longo do mesmo. Não será rebuscado afirmar que este sistema surge na continuidade da pesquisa elaborada anteriormente sobre "traçados reguladores"[110].

O fascínio de Corbusier pelos traçados reguladores terá surgido porventura aquando das suas viagens a Itália, mais particularmente da segunda, realizada em 1911, em que terá visitado Roma. O estudo da arquitectura clássica e renascentista foi importante para o desenvolvimento do seu interesse na busca da ordem no traçado e de harmonia na composição arquitectónica. Richard Padovan refere--se a Corbusier como um "Arquitecto

[110] Le Corbusier, *Por uma Arquitetura*, trad. Ubirajara Rebouças, São Paulo: Perspectiva, 2009, p.41

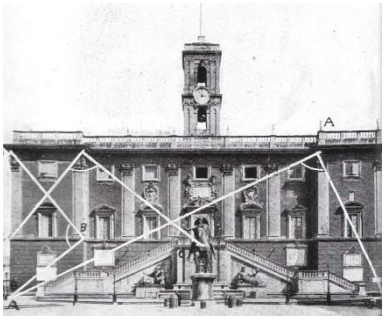


Figura 39
Le Corbusier, análise proporcional do Capitólio de Roma de Miguel Ângelo

Clássico"[111], invocando a ligação que adquiriu com a própria filosofia clássica desenvolvida pela escola pitagórica e platónica, segundo a qual o cosmos é discernível e a ordem universal deve ser replicada pelo homem.

> *"A arquitectura é a primeira manifestação do homem criando seu universo, criando-o à imagem da natureza, aceitando as leis da natureza, as leis que regem nossa natureza, nosso universo."*[112]

Estes traçados reguladores consistiam em diagonais de rectângulos significativos no contexto da composição global[113], que pelo seu paralelismo ou perpendicularidade evidenciavam a presença de figuras semelhantes. A repetição de tais figuras governa a globalidade da composição. A este processo Corbusier deu o nome de "lugar do ângulo recto". Miguel Ângelo representa um papel importante nesta constatação:

> *"Um dia, à luz de uma lamparina a petróleo do seu* [Corbusier] *pequeno quarto em Paris, uma série de postais estão espalhados sobre a mesa. O seu olhar fixa a imagem do Capitólio de Miguel Ângelo, em Roma. A sua mão vira um outro postal ao contrário, com o verso branco voltado para cima, e movimenta instintivamente um dos cantos (ângulo recto) sobre a fachada do Capitólio. Subitamente, surge um axioma plausível: o ângulo recto gera a composição; os lugares (do ângulo recto) comandam-na."*[114] (fig. 39)

O princípio da repetição de figuras similares não surge como uma novidade, apesar da aparência de "descoberta por acaso" que o discurso de Corbusier possa sugerir. Um dos maiores contributos que o século XIX oferece à teoria das proporções é aquele deixado por August Thiersch, baseado fundamentalmente neste princípio:

> *"We have found, in observing the most successful products of art in all important periods, that in each of them a fundamental shape is repeated, and that the parts form, by their composition and disposition, similar figures. Harmony results from the repetition of the fundamental form of the plan throughout its subdivisions."*[115]

Este princípio foi desenvolvido mais tarde pelo suíço Heinrich Wolfflin, por William Lloyd em Inglaterra e por Barca em Itália. Juntamente com os contributos de Cook e Hambidge, este princípio poderá ter influenciado a metodologia de Corbusier, apesar de não haver indícios concretos que o

[111] Richard Padovan, *Proportion*, p.28
[112] Le Corbusier, *Por uma Arquitetura*, p.45
[113] No caso concreto de *Por uma Arquitetura* (1923) aplicado apenas à composição das fachadas
[114] Le Corbusier, *O Modulor*, trad. Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010, p.43
[115] August Thiersch in *Handbuch der Architektur*, vol. IV, Darmstadt, 1883, *in* P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.102

comprovem. Estas visões constituem a excepção relativamente à perspectiva dominante durante o século XIX, assente na recusa da questão da proporção como elemento chave no processo arquitectónico em prol da intuição pessoal, atitude patente, por exemplo, no "individualismo romântico" que caracteriza o movimento literário da época. Esta perspectiva ainda tem reminiscências no início do século XX, e merece a atenção da crítica arquitectónica nesse sentido.[116] Os próprios textos de Corbusier do início do século reflectem essa questão, incorporando inclusivamente "lembretes aos Senhores Arquitectos"[117]. Por isso, não será de admirar que a teoria de Thiersch sobre repetição de figuras semelhantes tenha assumido um papel importante na formação de Corbusier, servindo como resposta a dúvidas que surgiam no início de carreira quando

> *"aos vinte e três anos, sobre o seu estirador, desenha a fachada de uma casa que vai construir. Uma angustiante questão surge na sua mente: «Qual é a regra que ordena, que unifica todas as coisas? Encontro-me perante um problema de natureza geométrica…"*[118]

É portanto difícil precisar a "origem" do Modulor. É o fruto da pesquisa arquitectónica levada a cabo desde de 1910 (aos vinte e três anos) ou 1911 (viagem a Roma e Atenas), no sentido de encontrar uma *regra que ordena*. As preocupações que o Modulor procura dar resposta já estão patentes em *Por uma Arquitectura*, publicado em 1923. No capítulo intitulado "Os Traçados Reguladores", Corbusier repara:

> *"Notem que essas plantas* [casas ou templos] *são regidas por uma matemática primária. Há medidas. Para construir bem, para bem repartir os esforços, para a solidez e a utilidade da obra, as medidas condicionam o todo.* (…)
> *Para construir bem e para repartir seus esforços, para a solidez e utilidade da obra, ele* [construtor] *tomou medidas, admitiu um módulo, regulou seu trabalho, introduziu a ordem.* (…)
> *Medindo, ele estabeleceu a ordem. Para medir, tomou seu passo, seu pé, seu cotovelo ou seu dedo. Impondo a ordem com o seu pé ou com seu braço, criou um módulo que regula toda a obra; e esta obra está em sua escala, em sua conveniência, em seu bem-estar, em sua medida.*"[119]

Aqui, já se exalta a introdução da ordem e a criação de um módulo. Para além disso encontramos referências a dois factores de extrema importância

[116] Podemos referir, por exemplo, o teor dos escritos de Loos.
[117] Le Corbusier, *Por uma Arquitetura*, p.11
[118] Le Corbusier, *O Modulor*, p.42
[119] Le Corbusier, *Por uma Arquitectura*, pp.43,44

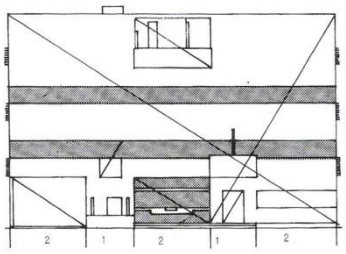


Figura 40
Le Corbusier, análise proporcional da Villa Stein

na caracterização do Modulor: a questão da definição métrica, e a antropometria. O homem estabeleceu medidas através do seu corpo.

Como já vimos, o interesse sobre a questão da secção áurea (outro factor indispensável na caracterização do Modulor) em finais do século XIX e inícios do século XX era crescente. Corbusier já teria conhecimento das possibilidades da secção de ouro bem antes da elaboração do Modulor. Na publicação de 1950, o autor dá a conhecer a utilização prévia da secção áurea em cinco das suas obras, nomeadamente a Villa Stein de 1927 (a única obra arquitectónica entre as mencionadas)[120] (fig. 40). No entanto em 1923 já refere:

> *"Mas ao determinar as distâncias respectivas dos objectos, ele inventou ritmos, ritmos sensíveis ao olho, nítidos nas suas relações. E esses ritmos estão no nascimento de comportamentos humanos. Ressoam no homem por uma fatalidade orgânica, a mesma fatalidade que faz com que as crianças, os velhos, os selvagens, os letrados tracem a secção áurea."*[121]

A elaboração concreta do sistema proporcional começa em 1943, quando Gerald Hanning, um colaborador de Corbusier, lhe pede a atribuição de um trabalho. Em pleno período de guerra, em que o trabalho na construção se encontra estagnado, Corbusier encarrega Hanning de desenvolver uma "grelha de proporções" que respondesse ao seguinte enunciado:

> *"Considere o homem-com-o-braço-erguido, com 2,20 m de altura; insira-o em dois quadrados sobrepostos, de 1,10 m por 1,10 m; justaponha um terceiro quadrado aos dois primeiros. Este terceiro quadrado deverá dar-lhe a solução. O «lugar do ângulo recto» deve poder ajudá-lo a posicionar o terceiro quadrado."*[122]

A solução que nos é apresentada em *Le Modulor* baseia-se na construção do rectângulo de ouro a partir da bissecção do quadrado. Para introdução do duplo quadrado a partir do "lugar do ângulo recto" Corbusier procede a outros três passos. Primeiro une a extremidade do rectângulo áureo ao ponto que define a bissecção do quadrado no lado oposto (GF). Seguidamente, traçando a perpendicular a partir deste ponto (F), obtém um novo ponto (J) na intersecção com o prolongamento do segmento AB. Completando o rectângulo GHIJ obteríamos o duplo quadrado (fig. 41).

[120] Le Corbusier, *O Modulor*, p.53
[121] Le Corbusier, *Por uma Arquitetura, p.44*
[122] Le Corbusier, *O Modulor*, p.55

A verdade é que, se pensarmos no duplo quadrado e inscrevermos um semicírculo no seu lado maior, ao aplicarmos as lições euclidianas que nos dizem que a amplitude de um ângulo inscrito é metade da de um ângulo ao centro, percebemos que o "lugar do ângulo recto" se situa nas intersecções do semicírculo com o rectângulo. Tratando-se de um duplo quadrado a intersecção é apenas uma, correspondente ao ponto de tangência, situado precisamente ao centro do lado maior oposto (fig. 42).

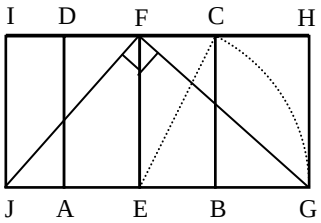


Figura 41
Duplo quadrado construído por Le Corbusier traçando um ângulo recto ao centro do quadrado original

Hanning ao aperceber-se disso comunica a Corbusier em 1944 a constatação de que "há apenas um ângulo recto possível, mais precisamente, o que é formado pelas diagonais dos dois quadrados"[123]. Mais tarde, em 1948, Corbusier dirige-se ao matemático R. Taton para tirar as dúvidas. Este confirma que os dois quadrados iniciais, segundo o método corbusiano, teriam que ser na verdade rectângulos com um dos lados 1,006 vezes maior que o outro.

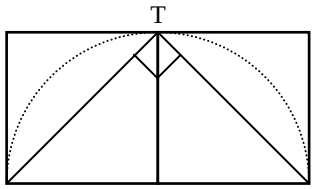


Figura 42
Ângulo recto possível inscrito num duplo quadrado

Esta discrepância seria facilmente corrigida. Não se revela extremamente complexa a construção de um duplo quadrado a partir do rectângulo de ouro inicial, bastaria rebater a largura e duplicá-la (fig. 43). No entanto Corbusier, apesar de assumir a incongruência, não apresenta qualquer tipo de correcção, argumentando que *"na prática quotidiana, seis milésimos de um valor constituem o que se intitula uma quantidade negligenciável"*[124]. Padovan refere que Corbusier não avança para uma rectificação como a descrita devido ao facto de se perder a relação com o "lugar do ângulo recto" e consequentemente com as suas pesquisas anteriores: *"Le Corbusier's earlier obsession with regulating lines put him on the wrong track."*.[125]

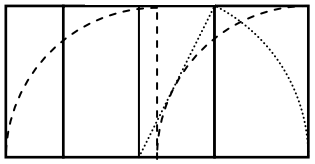


Figura 43
Construção do duplo quadrado a partir do rectângulo de ouro

Se quisermos ser rigorosos, ao olhar para o enunciado que Le Corbusier descreve, concluímos que o duplo quadrado é a figura base e não aquela construída. A correcta solução para o problema seria simples e consistiria na colocação do terceiro quadrado exactamente ao centro (fig. 44). Isto leva-nos a especular que o enunciado base seria de facto mais complexo do que aparenta. O terceiro quadrado teria portanto que satisfazer outras condições. Ao conhecermos as características do modelo final, haverá legitimidade em considerar que tal condição pode provavelmente passar pela garantia de relação entre a medida do "homem-com-o-braço-erguido" e a sua altura. O

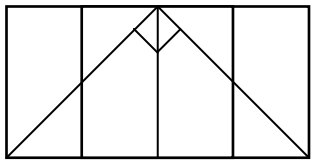


Figura 44
Solução do enunciado de Le Corbusier

[123] Le Corbusier, *O Modulor*, p.6
[124] *Idem*, p.263
[125] Richard Padovan, *Proportion*, p.322

aparecimento da secção áurea surge-nos com naturalidade como o factor que garante esta condição quando observamos a opinião de Corbusier sobre o tópico:

> *"O número de ouro gera uma parte das coisas que constituem o nosso espectáculo exterior – por exemplo, a ramificação de uma folha, a estrutura de uma árvore colossal ou de um arbusto, a estrutura óssea de uma girafa ou de um homem – coisas que têm sido o nosso pão de cada dia, ou a nossa excepcional experiência visual, durante milhões de anos, coisas que constituem o nosso meio."*[126]

Por tais factores, Corbusier terá considerado que, apesar da imprecisão, o modelo apresentado era aquele que melhor respondia a determinados pressupostos que teria em mente previamente, nomeadamente a assunção de que a secção áurea é a chave para as proporções do corpo humano.

No entanto, é preciso ter presente que *"the fact that the modulor was erected on these rather shaky foundations does not necessarily rule it out as a valid system of proportion."*[127]

Um outro aspecto importante a considerar, para além da capacidade que o sistema tem de se assumir como um instrumento de proporção arquitectónica, é o facto de se trabalhar com valores específicos. Segundo P.H. Scholfield este aspecto é uma das mais importantes características do Modulor, transformando-o num sistema de carácter "analítico", *"analytical in the sense that the problem of proportion is reduced from two or three dimensions to one"*[128].

Sendo o Modulor construído à base do valor de φ, uma grandeza incomensurável, pressupondo construções geométricas, a fixação de determinados valores para a constituição de uma escala contínua de medidas, retira a necessidade de se proceder a tais construções geométricas no acto projectual. As relações proporcionais são obtidas quase automaticamente. Para além da operatividade do processo projectual, oferece também operatividade ao processo construtivo, sendo de notar que a intenção de racionalizar a construção advém do início da elaboração do sistema. Ganha ainda mais sentido no contexto do pós-guerra, dada a necessidade emergente de reconstrução e em que os processos de pré-fabricação e estandardização ganham força.

---

[126] Le Corbusier, *Modulor 2*, trad. Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010, p.22
[127] Richard Padovan, *Proportion*, p.322
[128] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.121

"O meu sonho é o de instalar, nas obras que mais tarde cobrirão o país, uma «grelha de proporções» - traçada sobre uma parede ou nela apoiada, feita de folhas de ferro soldadas – que será a régua do estaleiro, a bitola que fornecerá uma série ilimitada de combinações e proporções. O pedreiro, o carpinteiro, o marceneiro, nela virão continuamente escolher as medidas para as suas obras, as quais, diversas e diferenciadas, serão testemunhos de harmonia."[129]

A "bitola" inicial, como já vimos, seria a medida de 2,20 m para a altura do homem-com-o-braço-erguido decorrente da sobreposição de dois quadrados de 1,10 m. Este valor corresponderia à altura do umbigo. O facto de se desenvolver o sistema a partir do número 110 (em centímetros) proporciona uma relação directa com a série de Fibonacci, visto constituir o dobro do número 55 presente na série (fig. 45). Representando o esquema em centímetros obteríamos a escala vermelha a partir do dobro da sequência de Fibonacci e a escala azul a partir do dobro da vermelha. Estando a altura total humana relacionada com a altura do umbigo pela razão φ:1 o dobro do termo seguinte da série de Fibonacci (89) corresponderia à altura base do homem, 178 cm.

Fibonacci	Vermelha	Azul
8	16	32
13	26	52
21	42	84
34	68	136
55	110	220
89	178	356
144	288	576

Figura 45
Relação entre a sequência de Fibonacci e a primeira proposta para as escalas vermelha e azul do Modulor em centímetros

Posteriormente Le Corbusier apresenta um modelo baseado na sua própria altura 1,75 m. Este procedimento fez com que as escalas perdessem a relação que dispunham com a sequência de Fibonacci e por conseguinte pressupunha arredondamentos mais arrojados.

No entanto este sistema ainda sofreria alterações. Um dos objectivos do Modulor, declarado várias vezes pelo autor, seria o de compatibilizar o sistema métrico com o sistema de pés e polegadas. Para tal, Corbusier altera a medida base correspondente à altura do homem para seis pés. A julgar pelas sucessivas alterações na medida base, somos levados a supor que a pretensão de compatibilização dos dois sistemas métricos não estaria nos planos iniciais e que terá surgido no decorrer do processo de desenvolvimento do Modulor, o que acabou por motivar esta alteração específica. P.H. Scholfield e Richard Padovan, ambos estudiosos da matéria e ambos britânicos, observam facilmente, mas com notável perspicácia, que com esta alteração o sistema ganha novamente relação com a sequência de Fibonacci quando encaramos as medidas em polegadas. Seis pés correspondem a 72 polegadas (6x12), que por sua vez é a metade do número de Fibonacci 144. Desta forma (em polegadas) a escala azul é coincidente

[129] Le Corbusier, *O Modulor*, pp.54,55

Fibonacci	Vermelha	Azul
8	4	8
13	6 1/2	13
21	10 1/2	21
34	17	34
55	27 1/2	55
89	44 1/2	89
144	72	144

Figura 46
Relação entre a sequência de Fibonacci e a proposta final para as escalas vermelha e azul do Modulor em polegadas

Fibonacci	Vermelha	Azul
8	10	20
13	16	33
21	26	53
34	43	86
55	70	140
89	113	226
144	183	366

Figura 47
Relação entre a sequência de Fibonacci e a proposta final para as escalas vermelha e azul do Modulor em centímetros

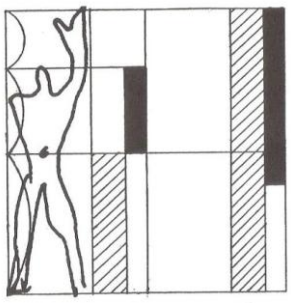


Figura 48
Vertente antropométrica do Modulor

com a série de Fibonacci e a escala vermelha é a metade desses valores (fig. 46).

A verdade é que a concordância entre os dois sistemas de medida revela-se uma tarefa muito ambiciosa. Ao se estabelecer a medida base em conformidade com o sistema pé-polegada, estabelece-se também um distanciamento face ao sistema métrico decimal, distanciamento esse que é inerente e que é motivado pelas próprias diferenças que caracterizam ambos os sistemas. As propriedades aditivas que a secção áurea oferece deixam de ser evidentes e perde-se a relação com a série de Fibonacci que se consegue discernir quando se analisa em polegadas (fig. 47). O facto de haver necessidade de se proceder a arredondamentos provoca algumas discrepâncias, como nota Padovan:

> *"The equivalent metric measures do not work out so well, being merely decimal approximations of the foot-inch values. (...) Consequently the sum of two consecutive measures don't always equal the next, as it must if measurements are to fit together exactly in a building: for example, 0.26 + 0.43 = 0.69, not 0.70."*[130]

Como também já foi referido, o Modulor trata-se de uma regra que apresenta uma vertente antropométrica muito vincada. *"Pode então afirmar que essa regra introduz o corpo humano nos seus pontos essenciais de ocupação do espaço."* (fig. 48). No entanto, ao considerarmos medidas derivadas do corpo humano ficamos com algumas limitações quando necessitamos de usar medidas que, quando idênticas às do corpo humano, não se revelam convenientes:

> *"Because its measures are identical with those of the body (or meant to be), the system lacks some of the most necessary functional dimensions, such as the height of a normal door or the length of a bed, which must exceed the normal height of a man by a comfortable margin."*[131]

Talvez pela mesma razão, P.H. Scholfield atribui alguma importância a uma série de subdivisões das escalas do Modulor evidentes em algumas ilustrações do sistema. Apesar de não haver menção destas medidas no livro, são usadas esporadicamente em exemplos de aplicações do Modulor que nos são fornecidos. Estas medidas são resultantes da adição aos pares de diferentes medidas não consecutivas de cada série.

[130] Richard Padovan, *Proportion*, p.327
[131] *Idem*, p.331

"The addition of these subdivisions to the Modulor increases very greatly the additive properties of its dimensions, and therefore its flexibility. But it also increases the number of shapes which the scale will produce, so that their indiscriminate use would tend to destroy its effectiveness as a system of proportion."[132]

O facto de dizermos que o Modulor surge como uma tentativa de sintetizar um ponto de vista face à arquitectura, pode induzir erroneamente a sugestão de que o Modulor se trata do culminar de um processo de aprendizagem. Pelo contrário, como vimos, o seu processo de elaboração foi evolutivo, com avanços e recuos, constantemente ajustando-se e adaptando-se a novas constatações. Aquilo que começou como uma tarefa de "passatempo", devido à falta de trabalho, transformou-se quase numa criação com pretensões de regulação métrica à escala global. Tal facto torna-se evidente quando Corbusier manifesta a dúvida:

"O Modulor, que é a chave que abre, num certo domínio a porta-do-milagre-dos-números, *terá aberto uma* porta qualquer, *entre cem ou mil portas milagrosas que podem ou poderiam existir nesse âmbito, ou terá aberto, por sorte, precisamente a que havia de abrir? (...) trago a dúvida sempre comigo, (...) reservando-me o direito de duvidar sempre das soluções oferecidas pelo Modulor, conservando a minha liberdade intacta, que apenas deve depender da minha sensibilidade e não da minha razão."*[133]

Com o Modulor, para lá de todas as implicações que tem no âmbito da proporção arquitectónica, também aprendemos que a pesquisa arquitectónica é contínua e que as certezas não são definitivas. Para além do engenho com que é concebido e das possibilidades que oferece (e que são sobejamente mencionadas) creio que uma das grandes vitórias de Corbusier com o Modulor é o facto de ter tido a percepção, depois de todo o entusiasmo, de que este não se tratava de um instrumento que, por si só, servia de garantia para a "boa arquitectura", mas que seria antes uma ferramenta de apoio à definição métrica de um projecto. Podemos aplicar ao Modulor a opinião que Corbusier manifesta a propósito dos traçados reguladores:

"O traçado regulador é um meio; não uma receita."[134]

[132] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.122
[133] Le Corbusier, *O Modulor*, pp.83,84
[134] Le Corbusier, *Por uma Arquitetura*, p.41

O Convento de La Tourette

O convento de La Tourette foi construído para a ordem dominicana entre 1953 e 1960. O projecto foi encomendado pelo Reverendo Padre Couturier, um retiro para cem pessoas, sendo que cerca de oitenta seriam estudantes, onde se dedicaria o tempo exclusivamente à oração e ao estudo. O terreno indicado para a construção do convento situava-se numa recém-adquirida propriedade dominicana com oitenta hectares em Éveux-sur-l'Arbresle nos arredores de Lyon, outrora pertencente ao senhor de La Tourette. O local específico onde se situa o edifício consiste numa encosta de morfologia algo acidentada com o desnível a sentir-se na direcção nascente-poente. O principal critério de escolha terá sido o aproveitamento da vista sobre a área florestal desenvolvida a poente.

As linhas programáticas gerais foram definidas pelo Reverendo Couturier, bem como as intenções principais. Sugeriu a visita da abadia de La Thoronet e forneceu os escritos da Regra Dominicana de Santo Agostinho. Da correspondência enviada ao arquitecto constam também determinadas directrizes:

> *"O plano tradicional, você deve prever à volta do claustro três grandes volumes: o da igreja; em frente o do refeitório; no terceiro lado, o capítulo e por fim, no quarto lado, duas grandes salas de reuniões. No primeiro andar, uma grande biblioteca. O resto do edifício deve ser ocupado por salas de dimensão média."*
>
> *"para nós, a pobreza dos edifícios deve ser bastante estrita, sem nenhum luxo ou algo supérfluo, e, consequentemente, isto implica que as necessidades vitais sejam respeitadas: o silêncio, a temperatura suficiente para o trabalho intelectual contínuo, os percursos de ida e volta reduzidos ao mínimo.* […] *Lembre-se de que o nosso modo de vida é absolutamente comum a todos nós e, por isso, não convida a nenhuma diferenciação pessoal no interior dos grupos."*[135]

Como tal, a organização do edifício distingue diferentes elementos através da correspondência com diferentes vertentes da vida monástica. Para além da igreja a norte, devidamente evidenciada através de um subtil afastamento do conjunto e que se destina à satisfação das exigências de âmbito espiritual, encontramos o edifício organizado segundo duas vertentes básicas de organização, isto é, a vida individual, a vida colectiva.

[135] Reverendo Padre Couturier citado por Sérgio Ferro, *Le Corbusier, Le couvent de la Tourette* Parenthèses, 1987, Marseille, p.13, *in* Marine Simões, *Iannis Xenakis, Entre Musique et Architecture*, p.26

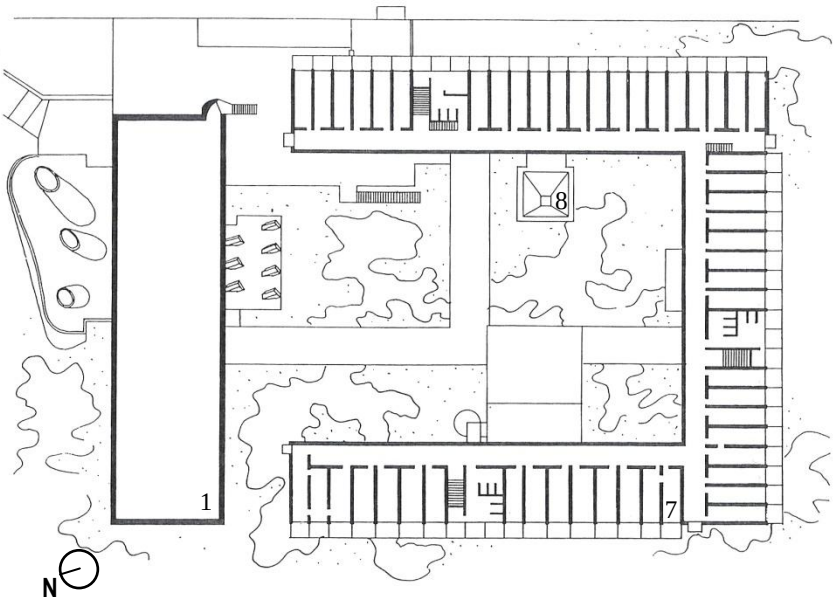
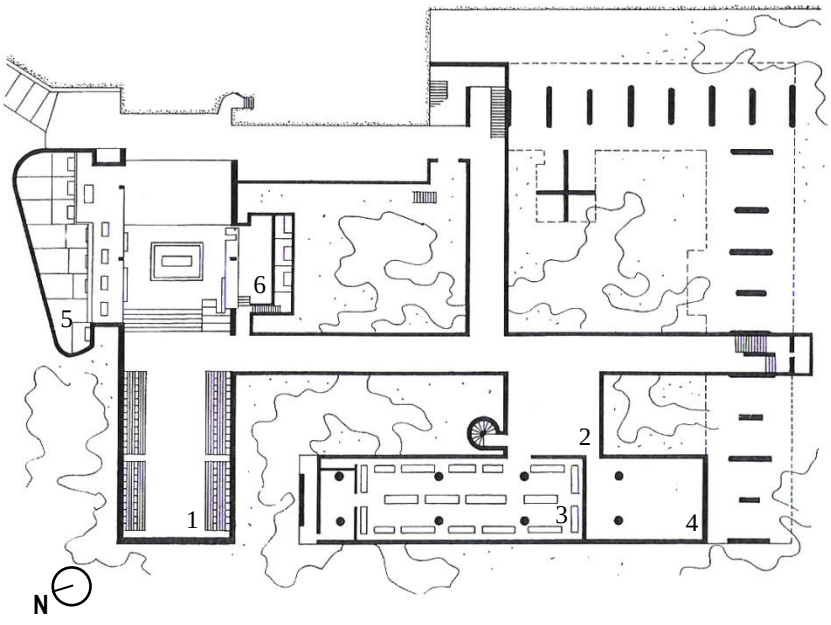


Figura 49
Planta tipo dos pisos superiores com áreas individuais



1- Igreja
2- Átrio
3- Refeitório
4- Sala do Capítulo
5- Cripta
6- Sacristia
7- Celas
8- Oratório

Figura 50
Planta do piso inferior com áreas colectivas

Correspondendo a estas vertentes surgem então três alas que, com o complemento da igreja a norte, formam um quadrilátero que vem sugerir a tipologia tradicional dos edifícios com o mesmo programa, enunciando a presença de um claustro ao centro.

Estas três alas albergam nos dois pisos superiores as celas individuais, quer dos alunos, quer dos professores. No piso imediatamente inferior encontram-se as áreas colectivas, nomeadamente as salas de aula, o oratório, a sala de leitura, as salas de convívio e a biblioteca. O refeitório e sala do capítulo, bem como a cozinha encontram-se respectivamente nos dois pisos inferiores, desenvolvidos apenas na ala poente aproveitando as características topográficas. Estes espaços, ao se situarem na ala poente e dado o tratamento envidraçado das fachadas, usufruem de uma vista privilegiada para o vale.

O volume da igreja recebe um destaque especial, não só pelo afastamento face ao restante conjunto, mas também devido ao tratamento conferido, uma caixa encerrada de betão, cujas paredes delimitadoras se apresentam maciças, quase cegas. Tal opção deve-se não só a questões funcionais, como é exemplo a intenção de proteger o conjunto do vento norte, mas também como meio de intensificar a actividade litúrgica através da pontualidade com que a luz surge. No topo oriental encontra-se uma fresta vertical a marcar a aresta de canto que anuncia de imediato o sol nascente. No topo oposto encontra-se um rasgo horizontal situado no encontro da parede com o tecto que vem denunciar o pôr-do-sol. É interessante pensar que tais particularidades poderão ter surgido logo a partir das primeiras impressões do local. Aquando da primeira visita ao terreno escreve:

> *"Cogí, como acustumbro, mi cuaderno de dibujo. Dibujé la carretera, dibujé los horizontes, puse la orientación del sol, «espié» la topografia, decidí el lugar donde estaría."*[136]

De forma quase independente à estrutura global do conjunto, surgem dois pequenos volumes que se anexam ao da igreja: a cripta a norte e a sacristia a sul. Estes elementos caracterizam-se fortemente pelos artifícios de introdução luminosa desenvolvidos na cobertura. No caso da sacristia estes artifícios consistem em sete "canhões" inclinados, de forma prismática e truncados obliquamente. No caso da cripta regista-se a presença de três destes elementos, desta feita em forma cónica, também inclinados e obliquamente seccionados.

[136] Le Corbusier *in* Pedro de Llano, *Le Corbusier: viaxe ó mundo dun creador a través de vintecinco arquitecturas*, Coruña: Fundación Barrié de Maza, 1997, p.182

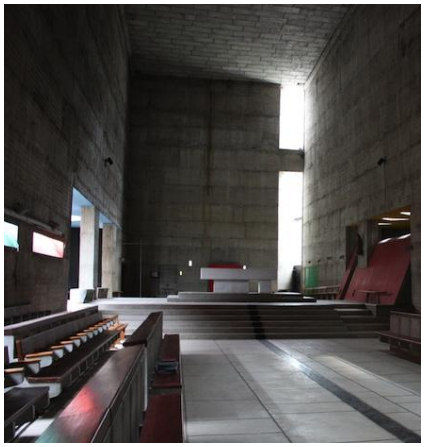


Figura 51
Interior da Igreja, vista em direcção a poente

Figura 52
Interior da Igreja, vista em direcção a nascente

Figura 53
Cobertura inclinada do volume do átrio, condutas de circulação e volume da sacristia ao fundo com as clarabóias prismáticas

Figura 54
Interior da cripta

Figura 55
Volume da cripta

Figura 56
Volume do oratório

Na cripta situam-se sete altares destinados às missas que cada sacerdote tinha que celebrar individualmente uma vez por dia. Estes altares dispunham-se num nível ligeiramente inferior àquele da nave e encontram-se protegidos por uma meia parede de elevada expressão cromática. O cromatismo verificado nesta parede encontra-se presente também no tecto e na superfície interior dos cones inclinados, factores que conjugados com a forma em piano-de-cauda da parede exterior fazem da cripta um espaço plasticamente muito expressivo, capaz de produzir algumas das imagens mais icónicas do edifício.

No pátio central, o deambulatório que habitualmente se encontra nos claustros tradicionais é reinterpretado assumindo a forma de condutas, corredores que se dispõem em formato cruciforme cruzando-se no átrio. Estes percursos organizam as grandes circulações do convento, permitindo a realização dessas mesmas circulações da forma mais directa. A conduta maior remata na entrada da igreja, constituindo o seu único acesso. A outra conduta, mais curta, permite o acesso directo ao refeitório e à Sala Capitular a partir da entrada do edifício. O átrio onde se cruzam caracteriza-se principalmente pela sua cobertura inclinada.

O oratório constitui também um elemento de destaque. Assume alguma independência ao se afastar da estrutura volumétrica base do conjunto. O tratamento utilizado faz com que assuma a pele de "manifesto às formas simples". Segundo Corbusier, *"as formas primárias são as formas mais belas porque se lêem claramente."*[137] O oratório vai ao encontro desta ideologia visto consistir numa forma cúbica coroada por uma pirâmide. As pontuais entradas de luz vêm também aqui proporcionar uma variedade de efeitos dramáticos na vivência do espaço, factor recorrente em toda a obra.

As celas representam o elemento com maior ligação às medidas do Modulor. Estas definem-se metricamente em 5,92 m de comprimento, 1,83 m de largura e 2,26 m de altura. A repetição deste módulo vai definir as medidas das diferentes alas, sendo que a ala nascente comporta 24 módulos, a ala sul 19 e a ala poente 8, aos quais se acrescentam 10 celas de 2,26 m de largura em vez de 1,83 m, destinadas aos padres professores. O corredor caracteriza-se pela sua secção quadrada, visto que os seus 2,26 m de altura decorrentes da série azul são transportados para a largura.

[137] Le Corbusier, *Por uma Arquitetura*, p.11

Figura 57
Interior das celas individuais

Figura 58
Interior das celas individuais

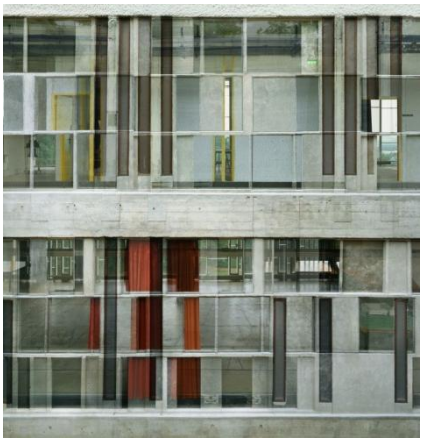


Figura 59
Painéis da fachada interior das áreas colectivas, subdivididos de acordo com o Modulor

Figura 60
Pormenor dos painéis da fachada interior das áreas colectivas

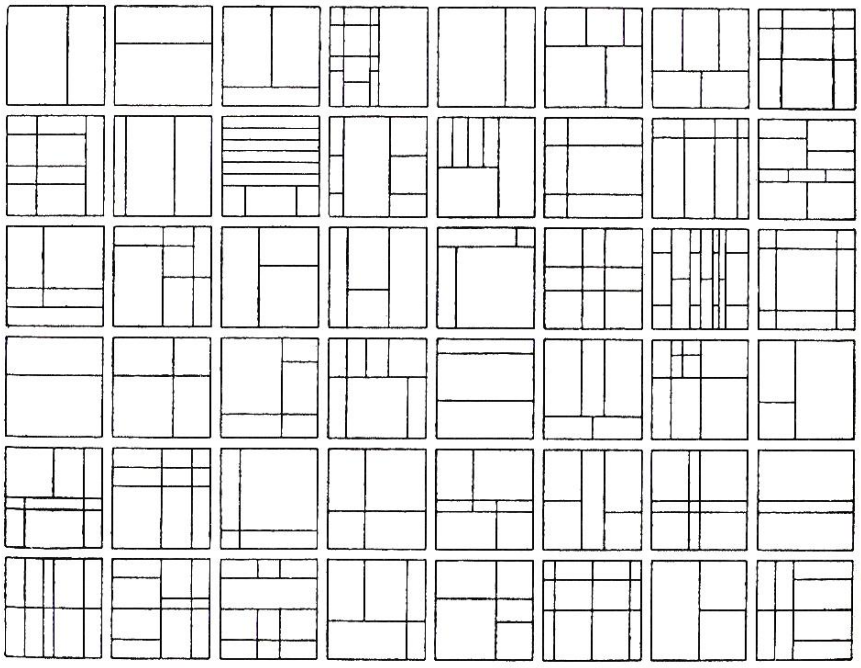


Figura 61
Exemplo do "jogo de painéis" apresentado em *Le Modulor*

Analisando mais aprofundadamente, para além da simples correspondência que estas medidas estabelecem as duas escalas do Modulor, podemos observar que quando relacionamos o comprimento com a largura do módulo obtemos a razão 2φ:1, que geometricamente corresponde à justaposição na horizontal de dois rectângulos de ouro pelos seus lados menores (fig. 62). Quanto à relação do comprimento com a altura obtemos a razão φ^2:1, correspondente à justaposição do quadrado ao rectângulo de ouro pelo seu lado menor (fig. 63). Relativamente à relação da largura com a altura, a razão obtida é 2:φ, cuja correspondência geométrica é obtida pela justaposição na vertical de dois rectângulos de ouro segundo os seus lados maiores (fig. 64).

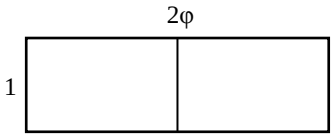


Figura 62
Esquema proporcional da planta das celas

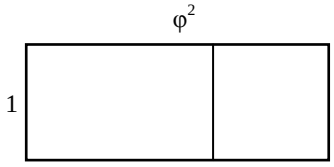


Figura 63
Esquema proporcional da secção longitudinal das celas

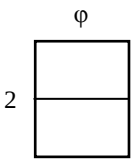


Figura 64
Esquema proporcional da secção transversal das celas

A utilização do Modulor está também patente no tratamento conferido às fachadas dos pisos que albergam as áreas colectivas. As fachadas interiores, voltadas para o pátio, são compostas por painéis quadrados com 2,26 m de lado que são subdivididos de forma variada, produzindo figuras baseadas nas medidas do Modulor. A partir destas figuras cria-se um jogo diversificado de cheio-vazio. Uma interpretação interessante a fazer baseia-se na observação de que estes elementos surgem como a materialização do "Jogo dos Painéis" descrito por Le Corbusier na publicação do Modulor[138] (fig. 61). Segundo o autor:

> *"O «Jogo dos Painéis» tem como bom efeito o de mostrar que no seio dessa geometria impecável, mas que poderíamos supor implacável, a personalidade se instala com toda a liberdade."*[139]

Nas fachadas que comunicam para o exterior aposta-se naquilo que Corbusier chamou *"paredes de vidro ondulatórias"*. Estas consistiam na conjugação de lâminas verticais de betão de 5 cm de espessura com os elementos envidraçados que se situariam entre elas. A particularidade destas paredes reside no facto das lâminas encontrarem-se distanciadas entre si segundo medidas variáveis. Cria-se assim um ritmo aparentemente aleatório, traduzindo efeitos visuais expressivos. O Modulor serviu aqui como ferramenta de determinação da distribuição horizontal das lâminas de betão, criando envidraçados que variavam desde os 13 cm decorrentes da escala azul até aos 183 cm da escala vermelha.

O contributo de Iannis Xenakis na elaboração destas fachadas é de assinalar. A escolha do distanciamento das lâminas de betão advém do paralelo que o

[138] Le Corbusier, *O Modulor*, p.115
[139] *Idem*, p.119

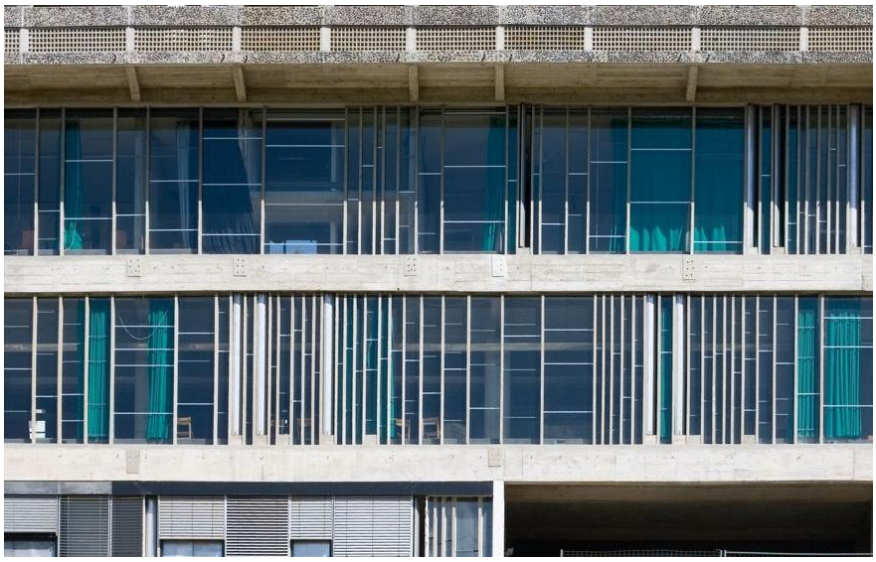


Figura 65
Fachada sul do convento com as "paredes de vidro ondulatórias"

Figura 66
"Parede de vidro ondulatória", vista interior

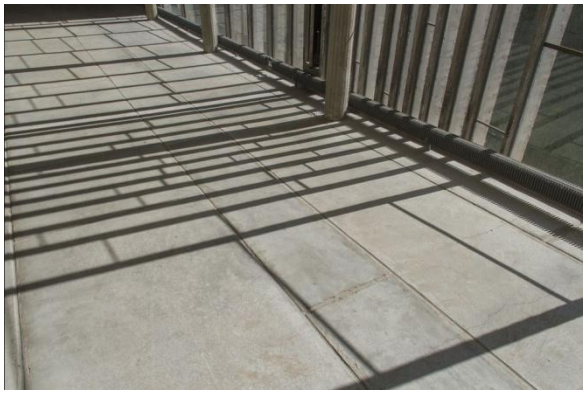


Figura 67
Pormenor das lâminas de betão das "paredes de vidro ondulatórias"

Figura 68
Pormenor do efeito visual produzido pelas "paredes de vidro ondulatórias"

colaborador grego do escritório de Corbusier estabeleceu com a sua obra musical *Metastasis*. Esta composição surge como um culminar do estudo feito por Xenakis no âmbito musical, onde, para além das relações tonais entre notas consecutivas, são também calculados os períodos de duração das mesmas a partir da série de Fibonacci. A conversão da duração das notas de *Metastasis* na largura dos envidraçados inspira muitas vezes a assunção destas fachadas como materialização arquitectónica duma partitura musical.

Já as dimensões globais do edifício não demonstram qualquer dependência do sistema proporcional. Aquando da análise proporcional da Unidade de Habitação de Marselha, P.H. Scholfield chega a uma conclusão semelhante:

> *"The Modulor was used for determining the dimensions of a great variety of detail. But although the additive properties of the scale are used to some extent, the process is never carried very far. The Modulor provided the dimensions of the individual flats, of various structures on the roof, and of some decorative sculpture, but not, apparently, the larger dimensions of the building."*[140]

É crível que as dimensões gerais do convento sejam decorrentes apenas da multiplicação do módulo correspondente às celas tantas vezes quantas necessárias de forma a garantir a satisfação das exigências do programa. Neste sentido a decisão projectual terá consistido na forma de distribuição das celas pelas três alas do convento, sendo que as alas nascente e poente teriam que manifestar dimensões semelhantes. Por sua vez também as dimensões da ala sul teriam de manifestar capacidade de compromisso com o eixo longitudinal da igreja para que fosse legível a geometria base do conjunto, baseada na ideia do quadrilátero.

É claro que aqui não há uma forma fidedigna de aferir como decorreu o processo de definição métrica do edifício, ou qual foi o critério de distribuição das celas pelas alas ou sequer se este critério foi de facto determinante no dimensionamento global. Entramos portanto na esfera especulativa. No entanto pode ajudar-nos a dar sentido a algumas opções tomadas. É possível que Corbusier valorizasse a vertente antropométrica do sistema que desenvolveu, não sentindo necessidade de associar o Modulor às grandes dimensões, já que a relação destas com o corpo humano não é imediata.

[140] P.H. Scholfield, *The Theory of Proportion in Architecture*, p.124

Figura 69
Convento de La Tourette, vista geral

Figura 70
Convento de La Tourette, vista geral

Figura 71
Convento de La Tourette, vista geral

Por outro lado, o facto de o início do projecto ter ocorrido já volvidos dez anos desde o início do desenvolvimento do Modulor pressupõe que a perspectiva do autor sobre o sistema proporcional já tivesse sido alvo de um longo processo de maturação. Por essa altura o Modulor já se disseminara no seio da comunidade arquitectónica com relativo sucesso, sendo que a sua utilização se mostrava, por vezes, excessiva e indiscriminada, assumindo-se o sistema quase como uma receita. Isto poderá explicar o eventual afastamento do Modulor por parte do arquitecto no que diz respeito ao dimensionamento geral do conjunto ou da igreja em particular, casos em que terá confiado na sua "*sensibilidade e não na* [sua] *razão.*"[141]

> *"Sobre as mesas de desenho, vi por vezes coisas mal alinhadas, desagradáveis; «é por causa do Modulor», então, tanto pior para o Modulor, apague isso. Você pensa que o Modulor é uma panaceia para as pessoas desajeitadas ou desatentas? Os seus olhos são os seus juízes, os únicos que deveria conhecer."*[142]

A par dessa difusão do Modulor mas em sentido oposto, já se sentiam críticas incisivas ao sistema apoiadas na alegada esterilização do processo criativo que este proporcionava. É interessante pensar que a composição dos painéis delimitadores das áreas comuns, voltados para o pátio, ou mesmo as *paredes de vidro ondulatórias*, possam ter surgido como uma resposta a estas críticas. Estes elementos vêm demonstrar uma utilização do Modulor não como um instrumento de apoio à definição métrica do projecto, mas como uma ferramenta de exploração criativa, capaz de produzir variados efeitos visuais, com uma vertente plástica acentuada, sem no entanto descorar a harmonia e a unidade como finalidades arquitectónicas.

[141] Le Corbusier, *O Modulor*, p.84
[142] Le Corbusier citado por Sérgio Ferro, *Le Corbusier, Le couvent de la Tourette*, Parenthèses, 1987, Marseille, p.85, *in* Marine Simões, *Iannis Xenakis, Entre Musique et Architecture*, p.30

IV – O Sistema Plástico

Dom Hans van der Laan

A figura de Dom Hans van der Laan não é sobejamente conhecida dentro do panorama arquitectónico, no entanto a sua importância no ramo, e particularmente no que diz respeito à temática da proporção em arquitectura, é de assinalar. Van der Laan (1904-1991) nasceu em Leiden no sul da Holanda e desde cedo estabeleceu contacto com a actividade arquitectónica por influência de seu pai, também ele arquitecto. A arquitectura surgiu então naturalmente e desde cedo como a escolha da carreira a seguir. Acabado o ensino corrente aos dezassete anos, ingressou num curso de matemática avançada antes de começar os estudos em arquitectura na universidade de Delft em 1923. Rapidamente se desiludiu com a vertente académica dos estudos arquitectónicos, abandonando o curso no final do terceiro ano para se filiar à ordem monástica Beneditina.

Quanto ao seu contributo para a teoria das proporções em arquitectura destaca-se a descoberta do número plástico em 1928, dois anos após ter entrado no mosteiro. O livro sobre o assunto, *Het plastische getal* (O número plástico), foi publicado em 1960, ao qual se seguiram dois outros de carácter mais generalista, explicitando as suas visões sobre a arquitectura e arte, nomeadamente *De architectonische ruimte*[143] em 1977 e *Het vormenspel der liturgie* em 1985. Richard Padovan é um dos mais activos divulgadores do pensamento arquitectónico de Van der Laan, tendo inclusivamente traduzido alguns dos seus escritos.

De acordo com Padovan:

> *"Dom Hans van der Laan was a philosopher of architecture, or rather he philosophized through architecture. He did not merely use*

[143] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space*

philosophy in order to construct a theory of architecture, but used architecture in order to construct a philosophy."[144]

A natureza assume-se como um factor determinante nessa "filosofia construída" por Van der Laan e, consequentemente, como nos casos anteriores que vimos, determinante também na sua maneira de pensar a arquitectura.[145] Contudo diferencia-se dos outros casos ao não procurar os princípios que regem a própria natureza de forma a podê-los aplicar nas criações do homem, como se de uma busca por unidade conceptual entre natureza e arquitectura se tratasse. Para Van der Laan a arquitectura é uma abstracção do intelecto humano imposta sobre a natureza, como um enquadramento no *continuum* natural de forma a torná-lo mensurável e inteligível aos sentidos do homem. No entanto, não queremos dizer que a arquitectura é desprovida de qualquer relação com a natureza, pelo contrário. Van der Laan era apologista de um ponto de vista marcadamente empírico, acreditando que o contacto inicial do homem com a natureza é o ponto de partida de toda a criação e pensamento:

"We derive our knowledge in the first instance from material things by way of the senses… From this sensory images the intellect abstract its ideas… Once in possession of these ideas, we can bring them into relation with each other by thinking."[146]

Segundo o autor, sem estas imagens sensoriais iniciais não seria possível qualquer processo de criação, e tais processos só se desencadeiam após um estímulo, uma impressão. Essas impressões estariam posteriormente sujeitas a um processo de interpretação por parte do intelecto, aquilo a que Padovan chama de abstracção.

"He [Van der Laan] *distinguishes between the initial* impression *we receive of the external world through the senses, and the* expression *we project outwards into the form of works of art. The work of art is necessarily quite different in appearance from the impression of nature from which it has been distilled. The most obvious aspect of this abstraction is the straight-edged geometry of human artifacts and, in Van der Laan's case, the strict rectilinearity he sought in his work."*[147]

Por esta ordem de ideias conseguimos perceber que esta sequência de concepção (impressão, intelectualização, expressão) seria para Van der Laan a única admissível para o surgimento da obra do homem. Esta seria então:

---

[144] Richard Padovan, *Proportion*, p.362
[145] O primeiro capítulo do seu livro *Architectonic Space* intitula-se precisamente *Nature and Architecture*
[146] D. Hans van der Laan *in* Richard Padovan, *Proportion*, p.34
[147] Richard Padovan, *Proportion*, p.35

uma projecção de uma percepção intelectual sobre uma impressão inicial, manifestada em forma de objecto de arte, que por sua vez *"may in turn give rise to further abstraction and intellectualization."*[148] Nas palavras de Hans van der Laan:

> *"In the first instance our mind is activated by the perception of natural things. Later, the stimulus comes also from the things we ourselves make, but the forms of nature remains always the objective starting point of our making: here art connects with and completes the natural creation."*[149]

Um aspecto importante a realçar é o facto de este raciocínio distinguir claramente o objecto natural da imagem intelectual.

> *"The intellect is not, like animal instinct, determined by nature, but directs itself freely towards its goal and itself chooses the means of reaching it. The form of a house brought into being in this way is likewise not determined by nature, like the nest of a bird. Of necessity it contrasts with all naturally produced forms."*[150]

Ao contrário de Le Corbusier, por exemplo, que acreditava numa transposição dos princípios (ainda que abstractos) da natureza para a arquitectura, Van der Laan realçava a sua dualidade. Numa certa instância, pode-se considerar que esta dualidade se manifesta no conflito que se reconhece entre o homem e a natureza, entre o natural e o construído. Van der Laan reconhecia o carácter agreste da natureza em confronto com a necessidade de abrigo do homem, ou o desejo humano de perceber, precisar e medir em confronto com a imensurável continuidade do espaço natural.

> *"The space of nature has aspects that leave us at loss… The sheer fact that we refer to natural space using negative terms like «immeasurable», «invisible», and «boundless» indicates that it lacks something for us. We do not feel altogether in our element within it. Architecture, then, is nothing else but that which must be added to natural space to make it habitable, visible and measurable."*[151]

É a partir deste raciocínio que conseguimos passar de forma coerente do ponto de partida do processo cognitivo (impressão) para o ponto de partida do processo arquitectónico em Van der Laan: a construção do muro. O muro, ou parede, é o primeiro manifesto físico do homem para delimitar o seu espaço, o espaço onde se sente seguro e alheio às ameaças que o mundo natural lhe oferece. A partir do seu espaço delimitado por paredes, a sua

[148] Richard Padovan, *Proportion*, p.37
[149] D. Hans van der Laan *in* Richard Padovan, *Proportion*, p.37
[150] Richard Padovan, *Proportion*, p.34
[151] *Idem*, p.35

habitação, o homem consegue finalmente discernir limites, e ao fazê-lo define medidas e define uma escala para medir o mundo envolvente.

Para além disso, sendo a habitação o elemento protector perante as ameaças exteriores, Van der Laan assume-a como a representante do corpo humano perante o mundo. Segundo os mesmos parâmetros mas em sentido inverso, o seu interior funciona como um "pequeno mundo", como a representação do mundo exterior para o corpo humano. Ou seja:

> *"With respect to our body the space within the house takes the place of natural environment, but in a tempered and adapted form. And with respect to the environment the wall of the house takes the place of the body, which it represents in a strengthened form, confronting on its behalf the forces of nature."*[152]

Richard Padovan confere uma significativa importância a este trinómio (corpo : habitação : mundo), realçando que, no caso do arquitecto holandês, as relações daqui inerentes são de cariz puramente abstracto, não se tratando, portanto, de conceber a habitação à imagem do mundo, ou do homem, como aconteceu com Corbusier ao derivar um sistema proporcional das medidas do corpo humano. Neste caso, quando fala de relações de cariz abstracto, Padovan refere-se ao estabelecimento de relações proporcionais entre os elementos:

> *"Van der Laan transposes the qualitive analogy into a quantitive one, literally a proportion relation: «The wall is to the body, as the interior space is to the natural environment»* [D. Hans van der Laan]. *One can write this as a proportion between two ratios, W/B : A/N, where W, B, A and N stand respectively for «wall», «body», «architectonic space» and «natural space». Now, in such cases, the proportion remains unaffected when the terms of the two ratios are interchanged* (…). *Thus the proportion can be rewritten as W/A : B/N. «So one can say that the wall relates to the interior space as the body relates to the environment»* [D. Hans van der Laan]. *"*[153]

A conclusão a tirar deste exercício é expressa claramente pelas palavras do próprio Van der Laan:

> *"In the relation between wall and walled-off space we can see an objective image of our own relation to surrounding nature."*[154]

A visão de Van der Laan aqui exposta, baseada na pura delimitação espacial por meio de paredes, assume-se, de facto, como o ponto de partida

[152] D. Hans van der Laan *in* Richard Padovan, *Proportion*, p.352
[153] Richard Padovan, *Proportion*, p.352
[154] D. Hans van der Laan *in* Richard Padovan, *Proportion*, p.352

da arquitectura. Este processo, como já vimos, é gerador de uma série de relações abstractas que podem ser expressas sob forma de proporção, mas também estabelece relações concretas em que a temática da proporção adquire uma dimensão mais palpável. Em *Architectonic Space* o autor refere que a criação do espaço arquitectónico está dependente da relação entre duas paredes. Na relação entre as dimensões das próprias paredes e a sua distância estabelece-se uma questão de proporção.

> *"To cut off a piece of space from the major space a second wall is needed that relates to the first in such a way that a new space is generated between the two. Besides a division of the major space by each wall itself, a space here comes into being between the walls, and the third architectonic datum – the architectonic space – is born. Architectonic space involves not only* (…) *a matter of a mere bisection of natural space by means of a single slab-shaped solid wall. Rather, it represents a new space artificially separated from the original space, which comes into being through the mutual correspondence of two division-walls."*[155]

No seguimento desta noção de correspondência entre duas paredes divisórias, Van der Laan avança com um conceito que apelida de "vizinhança mútua" (*mutual neighbourhood*)[156] que consiste precisamente na relação entre as dimensões de dois objectos e a sua distância. Toda a teoria formulada por Van der Laan é, como se pôde perceber, baseada em pressupostos empíricos e, nesse sentido, a percepção assume um papel fundamental no processo de concepção arquitectónica desenvolvido pelo autor. Como tal, para explicar o conceito, utiliza uma analogia simples. Considerando representativamente duas pedras, refere que um observador entra na "vizinhança" de uma pedra grande mais depressa do que de uma pequena, caso a distância para ambas seja igual. A relação entre o tamanho da pedra e a distância face ao observador é uma questão de proporção. É este factor o responsável pela percepção aos olhos do observador de que a pedra menor se encontra mais longe que a maior, embora a distância efectiva seja a mesma:

> *"If we walk towards a stone we arrive sooner in the neighbourhood of a large stone than of a small one* (…)*; it is a matter of* proportion*. If the large stone is for instance twice as big as the small one, we enter its neighbourhood twice as quickly: at double the distance, we are as much in its neighbourhood as in that of the small one. Hence we can also say*

[155] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space, : fifteen lessons on the disposition of Human Habitat*, Leiden: E. J. Brill, 1983, I, 15, p.10
[156] *Idem*, IV, 7, p.36

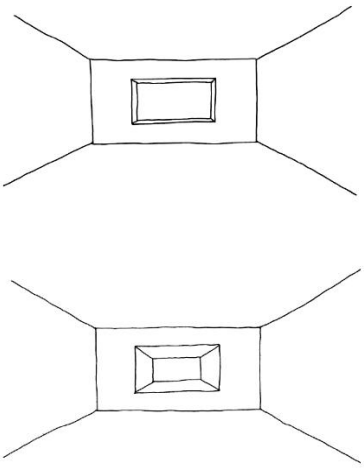


Figura 72
Influência da espessura da parede na percepção do espaço

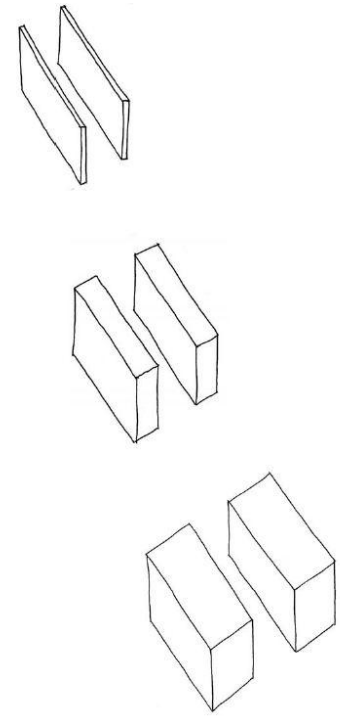


Figura 73
Relação entre a espessura das paredes e a distância entre elas

that two large stones are closer together than two small ones, although the distance is the same in both cases."[157]

Seguindo o mesmo raciocínio aplicado à arquitectura, podemos concluir que para Van der Laan a definição métrica de um espaço não passa simplesmente pela consideração da distância entre as superfícies interiores das paredes delimitadoras, mas sim pela consideração da massa completa dessas paredes e pela relação das suas dimensões com a distância entre as mesmas. O espaço é definido pela tridimensionalidade dos seus limites.

"A mass owes its form to the correspondence between its opposite surfaces; in the case of a wall these are its inner and outer faces. (…) *The space that arises between walls cannot have a form in the same sense as does the solid wall; both the inside space and the wall would then owe their form to the same inner face of the wall, which is impossible. A form can exist only against a formless ground, which means that a surface can only belong to one form. So a space owes its form not to a bounding surface, but to the form of a bounding mass."*[158]

Portanto,

"to create an in-between space, we must build solidly designed walls in each other's neighbourhood and the neighbourhood is dependent upon the proportion between the thickness of the walls and their distance to each other."[159]

Depois de apreendidas as ideias do arquitecto holandês sobre o processo de concepção arquitectónica, como já vimos baseado na percepção visual, é natural considerar-se a espessura das paredes em função do dimensionamento do espaço já que esta afecta directamente a percepção que temos desse mesmo espaço (fig. 72).

"If the walls are too thick in relation to the size of the space, the space appears as a hollowed-out cavity within the mass, usurping its form. If they are too thin (…) *it appears as a space bubble enclosed by surfaces whose thickness is negligible with respect to the space. To avoid both extremes, wall thickness and space should lie at the limits of an order of size, so that the wall thickness acts as a unit for the width of the space."*[160] (fig. 73)

Aparentemente fica a ideia de que tal relação corresponderia à relação proveniente dos limites da "ordem de tamanho", um conceito importante na

[157] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space*, IV, 7, p.36
[158] *Idem*, IV, 5, p.35
[159] D. Hans van der Laan, *The Liturgical Framework of the Abbey of Vaals*, in Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001, p.44
[160] Richard Padovan, *Proportion*, p.356

teoria do número plástico, como veremos adiante, ou seja, sensivelmente 1:7. No entanto, o próprio Padovan, em distintos pontos do mesmo discurso, refere que tal proporção não é assim tão directamente definível.[161] Por outro lado, será porventura nos escritos do arquitecto holandês que podemos encontrar os apoios pretendidos para esclarecer a questão:

> *"The thickness of the walls must for the sake of their mutual neighbourhood be at least 1/7 of their distance apart, the specific character of the architectonic space demands that it be no more than this. Only one conclusion is possible from these contrary indications: every wall-thickness must be precisely 1/7 of the distance apart."*[162]

A afirmação parece demasiado definitiva, sendo difícil o seu eventual cumprimento de forma estrita. Porém, o que interessa aqui realçar é a importância que a relação entre a dimensão do espaço e a espessura da parede acarreta, apresentando-se como o processo primário de manifestação de proporção em arquitectura.

> *"The relation of the walls to the space is the primary architectonic proportion that affords us «an objective image of our own relation to the surrounding nature»* [D. Hans van der Laan]. *But since the relation of the body to natural space is not mathematically definable, it still gives us no indication as to what that primary architectonic proportion should be."*[163]

Para o caso, não se torna preponderante perceber qual a proporção concreta para este "processo primário", ou se o número plástico surge como resposta a este problema ou se este problema decorre dos estudos desenvolvidos sobre o número plástico. O importante a reter é o facto de que a temática da proporção surge enraizada numa consistente filosofia de cariz abrangente. Van der Laan tinha a perfeita noção de que o número plástico consistia numa criação humana que se impunha sobre a natureza por via da arquitectura.

> *"For Van der Laan artistic form is not derived from nature, but imposed upon it; and this applies also to proportion. He makes clear that the plastic number is a strictly human creation, projected onto the external world. He regards this imposition of measure through architecture as so important that one can say that we build* in order *to manifest proportion, if for no other reason."*[164]

---

[161] *"What this proportion must be is not yet clear.",* Richard Padovan, *Proportion*, p.356
[162] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space*, XI, 4, p.136
[163] Richard Padovan, *Proportion*, p.356
[164] *Idem*, p.35

O Número Plástico

A teoria de proporções de Dom Hans van der Laan é desenvolvida segundo preceitos diferentes da maioria dos outros sistemas. Em primeiro lugar não constitui nenhum sistema de medidas ou razões fixas que se impõe aos objectos criados. Numa outra instância, preocupa-se mais com a o tamanho das coisas, com a sua escala, do que com a sua forma. A questão da medida é abordada como uma criação intelectual do homem com o objectivo principal de dominar e entender o mundo que nos rodeia, um mundo com uma infinidade de tamanhos. Aqui entra a questão abordada no capítulo anterior, o *continuum* aristotélico, em que se encara o espaço como infinito contínuo, onde não se reconhecem limites ou uma unidade base, advindo daí o problema da quantificação das criações do homem:

> *"The great problem with defining the quantity or magnitude of the things we make lie on the fact that magnitude* (…) *is not discrete like our abstract quantity, but continuous like concrete size. We ourselves can only count things with the unit of the things we count for yardstick, while the things themselves, in terms of their magnitude, do not have any unit of their own because they are infinitely divisible.* (…) *I cannot give a name to a concrete magnitude, in the same way that I can to a quantity: one, two, three, and so on. But I can give a name to things that are roughly the same size: I name them as being of the same magnitude. Now, it is no longer a question of the size of a given thing but of a thing of a specific magnitude of which I can form a mental picture."*[165]

A citação transcrita introduz outra questão muito importante na teoria de proporções de Van der Laan. Mais que uma quantificação precisa do valor específico de cada objecto, interessa compreender a que "intervalo" as suas dimensões pertencem numa escala predeterminada pelo intelecto. Esta qualificação de dimensões em diferentes intervalos de tamanhos, nos quais se depreende um limite inferior e um superior, é que vem possibilitar a questão da proporção, baseada precisamente na relação dos referidos limites. Segundo Van der Laan, não faz sentido falar de proporção se considerarmos a medida de cada objecto individualmente, dado que é possível discernir uma infinidade de tamanhos nos objectos encontrados na natureza:

> *"Van der Laan does not regard his measures as mathematically fixed, but rather as typical representatives of a certain cluster of possible sizes of things in the real world: sizes that the intellect recognizes as belonging to the same «type». Since the sizes of these things (pebbles on*

[165] D. Hans van der Laan, *The Liturgical Framework of the Abbey of Vaals*, in Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001, p.40

a beach, leaves on a tree, etc.) form a continuum it makes no sense to try to distinguish them individually, so they cannot strictly speaking be said to have a «proportion» to each other. However, when the leaves or pebbles are sorted into groups – large, medium, small, and so on – then a proportion does arise between the limits of these groups. Proportion is a matter of classification and of relative scale."[166]

Aos intervalos que dividem o *continuum* de dimensões encontradas na natureza, Van der Laan chama "tipos de tamanho". O limite superior de um "tipo de tamanho" corresponde exactamente ao limite inferior do tipo seguinte. A grande questão depois de lançadas estas bases seria definir exactamente segundo que razão variam os limites dos diferentes tipos. É a resposta a esta questão que dá origem ao número plástico, que, segundo o autor, surge naturalmente da perspectiva humana sobre a natureza. Funciona como um quadro de referência projectado artificialmente pelo intelecto sobre o mundo natural.[167]

A premissa genérica em que a definição do número plástico assenta é então puramente empírica, e baseia-se na percepção humana. Mais concretamente, foca-se no limite da capacidade humana de percepcionar diferenças de tamanho. A razão base do número plástico advém da diferença mínima de tamanho entre dois objectos, que seja suficiente para ser instantaneamente reconhecida quando ambos os objectos são encarados separadamente. Encarando tais objectos em simultâneo, essa diferença seria muito inferior. A psicologia estima que nestas circunstâncias (comparados os objectos de forma directa) a diferença mínima perceptível pelo olho andaria na casa dos 4%. No entanto, o valor considerado por Van der Laan é de cerca de 25%. Um exemplo prático deste fenómeno poderá ajudar a compreender os seus preceitos:

"Many years ago, a visitor told Van der Laan that a new length of cigarette had just been introduced, called «King Size». Van der Laan asked to compare examples of both types of cigarette. The difference turned out to be almost exactly the basic ratio of the plastic number. Asked how he knew this would be the case, he answered that it was inevitable. The manufacturer's choice of length must be governed by two parameters: on one hand the new must be recognizably longer than the regular one, but on the other he wants to give as little extra tobacco

[166] Richard Padovan, *Proportion*, p.363
[167] *"The system of proportion is like a frame of reference projected onto, or imposed upon, the natural world, and the purpose of architecture is to manifest that framework."*, *Idem*, p.362

as he can get away with. Therefore the King Size has to be the first size just large enough to be obviously larger than the normal one."[168]

Sendo um processo empírico Van der Laan baseia-se em experiências do quotidiano para perceber de que forma se processa a percepção humana. Para ilustrar o processo em causa Van der Laan dá o exemplo[169] de uma experiência efectuada em que se consideram 36 quadrados de cartão cujos tamanhos variam de forma contínua segundo a razão 1:25. Depois de dispostos aleatoriamente, pedia-se a voluntários para organizar os quadrados por tipos de tamanho, começando por pôr de parte aqueles pertencentes ao grupo dos maiores até aparecer um quadrado que não fosse grande o suficiente para pertencer a esse grupo. Este quadrado seria o primeiro representante de um segundo tipo de tamanho, e assim sucessivamente até se esgotarem os exemplares.

"Each time, one hesitates whether to treat a certain square as the smallest of a larger group or as the larger of a smaller one. These are in fact transition-measures that separate the groups from one another. Finally only the smallest are left."[170]

Segundo o autor, a resposta normal ao desafio consiste na formação de 5 grupos de 7 cartões cada (5x7=35), sendo que o quadrado sobrante estabelece o limite inferior da série. A relação obtida entre os limites dos diversos tipos seria sensivelmente 4:3. Porém, o carácter experimental deste processo suscita evidentemente as mesmas críticas que foram apontadas aos estudos de Fetchner sobre o número de ouro (analisados no capítulo anterior). É preciso realçar que as experiências conduzidas servem apenas como um exemplo demonstrativo de como se pode desenvolver um sistema proporcional a partir do fenómeno da continuidade. Por outro lado, o sistema também ganha sentido depois de estudos matemáticos complexos.

Apesar de haver uma noção de que o intervalo em questão se definia sensivelmente segundo a razão 4:3, Van der Laan avança para uma concretização do seu valor específico a partir das propriedades dos números mórficos. Desta forma, o número plástico é a solução da equação cúbica $x^3 - x - 1 = 0$, aproximadamente 1,325, e é geralmente representado por um Ψ (psi). A expressão algébrica vem definir algumas das propriedades de

[168] Richard Padovan, *Dom Hans Van der Laan and the Plastic Number*, in *Nexus IV: Architecture and Mathematics*, eds. Kim Williams and Jose Francisco Rodrigues, Fucecchio (Florence): Kim Williams Books, 2002, p.184
[169] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space*, pp.49-54
[170] *Idem*, p.52

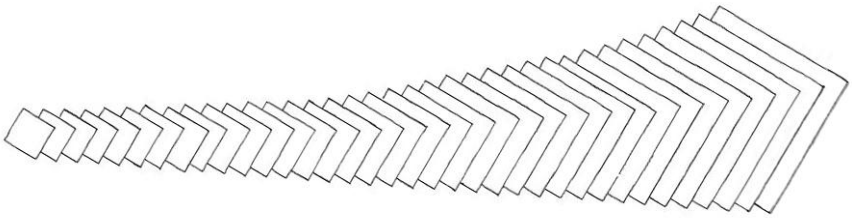


Figura 74
36 cartões representando um *continuum* de dimensões

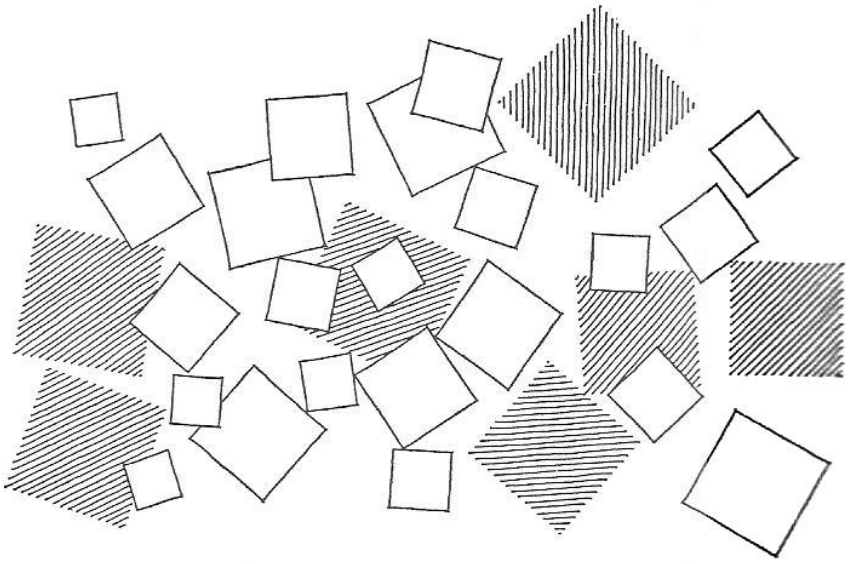


Figura 75
36 cartões dispostos aleatoriamente

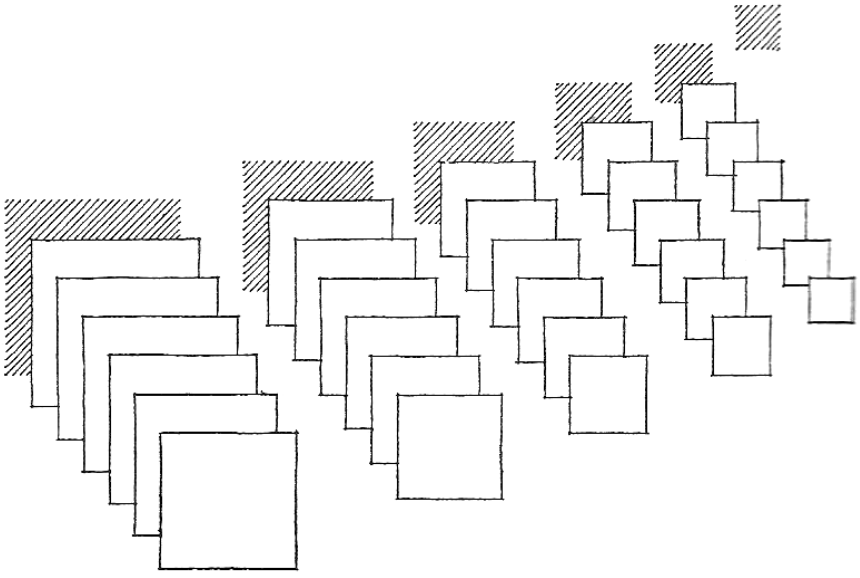


Figura 76
Agrupamento dos cartões por “tipos de tamanho”

que se pode tirar partido quando se monta um sistema baseado no número plástico. Em primeiro lugar, numa sequência regida segundo esta razão o termo maior num conjunto de quatro termos é igual à soma dos dois menores, ou seja $P_n=P_{n-2}+P_{n-3}$ para n>3. Em segundo lugar a diferença entre os dois termos maiores de uma sucessão de seis termos é igual ao termo menor, já que $\Psi^5 - \Psi^4 = 0$.

Comparando com o número de ouro[171], o número plástico, produz um maior número de razões diferentes, sem que no entanto deixem de estar inter-relacionadas. Tal situação deve-se ao facto de a razão básica de progressão ser menor (1,325 face a 1,618), proporcionando mais medidas dentro de um determinado intervalo. A grande virtude do sistema são portanto as múltiplas propriedades aditivas que o caracterizam, ou seja, as medidas podem ser combinadas de mais maneiras de forma a produzir medidas maiores do sistema. Já vimos algumas dessas propriedades que advêm da sua caracterização algébrica, mas mais adiante estudaremos outras possibilidades.

Antes disso convém ter em conta que, para a prática arquitectónica, Van der Laan desconsidera a notação algébrica devido à dificuldade que decorre da manipulação de grandezas irracionais, sendo portanto perfeitamente assumido o processo de arredondamento.

> *"Van der Laan himself rejects algebraic expression, on the grounds that the architectonic reality of buildings and spaces consist of measurable quantities, and even of tangible units, like bricks. The irrational numbers that arise from algebra have no place in it."*[172]

> *"We must in fact make a distinction between a mathematical calculation of the ratios between the measures of a system and their expression by means of the plastic number. A mathematical calculation gives us only abstract numbers with many decimals, and then lose contact with concrete reality of the plastic datum."*[173]

A melhor maneira, então, de perceber as implicações deste sistema será, porventura, voltando aos exemplos concretos. Padovan explica o sistema através do enunciado de uma experiência semelhante à conduzida por Van der Laan, neste caso com seixos em vez de cartões quadrados (facto que para o efeito se revela indiferente). Padovan sugere a utilização de 50 exemplares com dimensões compreendidas entre 16mm e 114mm. Processando-se a

[171] Outro número mórfico, solução da equação quadrática $x^2 - x - 1 = 0$
[172] Richard Padovan, *Proportion*, p.367
[173] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space*, IX, 1, p.99

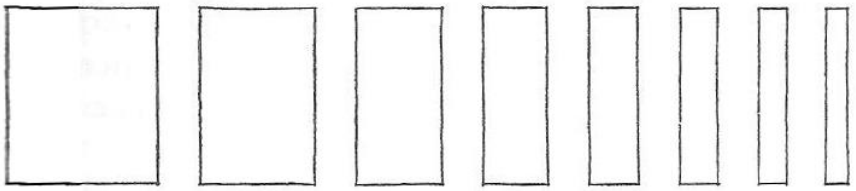


Figura 83
8 figuras representantes das razões do número plástico

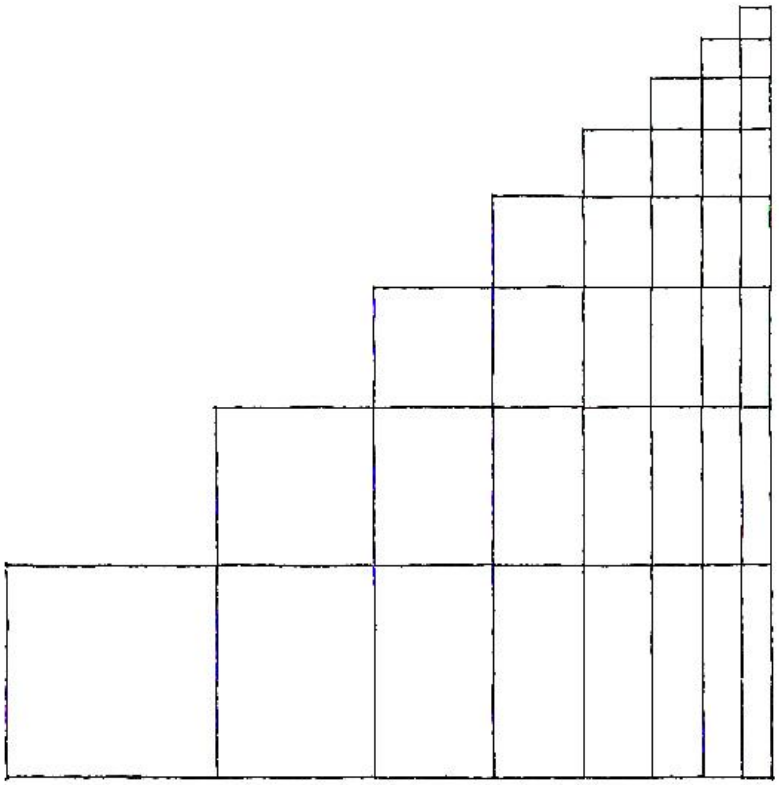


Figura 84
36 figuras resultantes das razões do número plástico

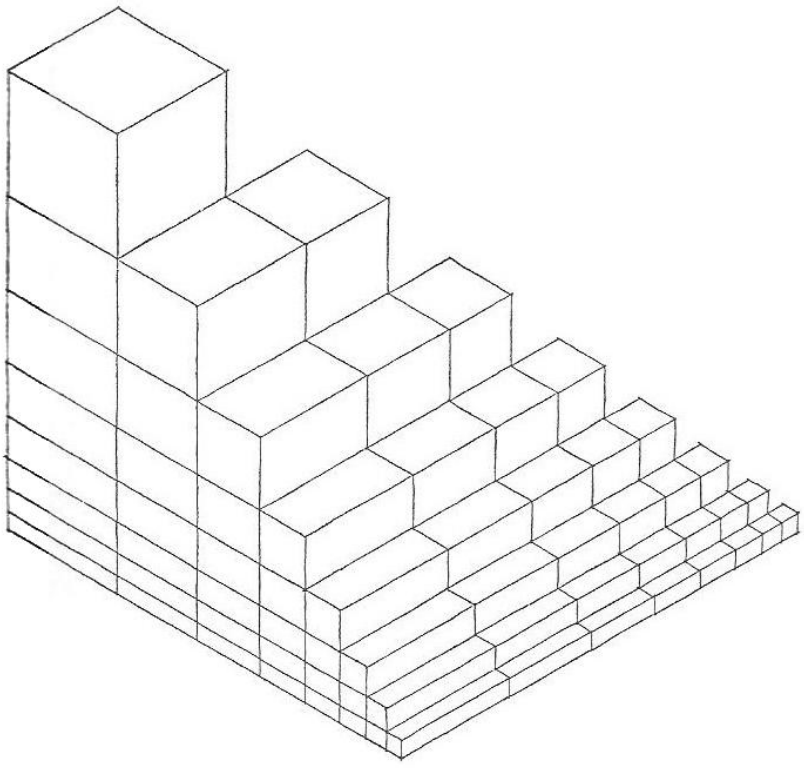


Figura 85
Conjunto de 120 formas resultantes das razões do número plástico

o intervalo maior (por exemplo 86:114) divide-se segundo a média harmónica quando retiramos o valor do primeiro termo ao último (114-116=98), e divide-se de acordo com a média contra-harmónica (fig. 82) quando adicionamos o valor do primeiro termo ao penúltimo (86+16=102).

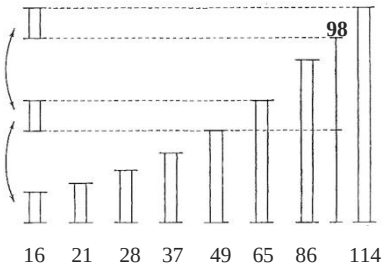


Figura 81
Divisão harmónica do último intervalo, retirando ao 8º termo o valor do 1º, obtendo o dobro do 5º

Conduzindo a análise um pouco mais longe poderíamos ainda afirmar que a soma de cinco termos consecutivos, os primeiros de um conjunto de nove, daria origem ao nono termo (12+16+21+28+37=114). Todavia, para Van der Laan esta propriedade que envolve nove termos seria pouco relevante. O facto de Padovan utilizar na sua experiência 50 exemplares para produzir 7 "tipos de tamanho", e consequentemente 8 limites, torna-se importante para perceber outro conceito-chave na teoria de proporções de Van der Laan: a "ordem de tamanhos". Para além dos limites de cada tipo de tamanho, o arquitecto holandês considerava um outro limite, também proveniente da percepção humana, segundo o qual duas medidas perdem relação directa. Sendo a diferença demasiado grande, neste caso maior que 1:7, a medida inferior seria naturalmente negligenciada. Um exemplo prático que se pode usar para perceber melhor este conceito baseia-se no desafio de dimensionar uma folha de papel. A resposta passa pela indicação de apenas duas dimensões, no caso o comprimento e a largura, sendo ignorada a espessura. A relação entre 16 e 114, os valores utilizados por Padovan, é sensivelmente 1:7, definindo assim uma "ordem de tamanho", constituída por sua vez por 7 "tipos de tamanho" e 8 limites.

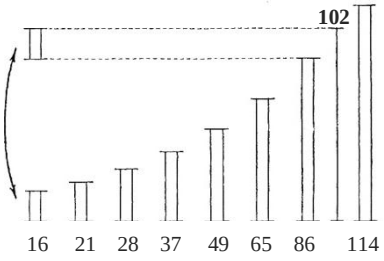


Figura 82
Divisão contra-harmónica do último intervalo, adicionando ao penúltimo termo o valor do 1º

Segundo Van der Laan:

> *"Within the limits of a type of size we call all concrete sizes identical; there is as yet no question of proportion.*
> *Within the limits of an order of size the types of size can be compared with each other; here it is a question of proportion.*
> *Beyond the limits of an order of size no relation is any more possible between types of size; there can no longer be any question of proportion."*[174]

Esta noção de classificação de tamanhos constitui uma das características mais inovadoras do sistema de Van der Laan para a temática em estudo. Mais que medidas precisas ou relações algébricas interessa saber de que forma o ser humano distingue as dimensões e de que forma as relaciona. Os conceitos de "tipo de tamanho" e "ordem de tamanho", intimamente ligados ao processo perceptivo do ser humano, são para

[174] D. Hans Van der Laan *in* Richard Padovan, *Dom Hans Van der Laan and the Plastic Number*, in *Nexus IV*, 2002, p.188

Padovan o verdadeiro avanço que a teoria de Van der Laan oferece ao pensamento sobre a questão das proporções:

> *"The real merit of Van der Laan's theory lies not in the specifics of his system but rather in the fundamental concept of types and orders of size, which could be applied to any system. Proportion in art should not be bound by rigid algebraic formulae or geometrical constructions, but thought of in terms of broad perceptual categories."*[175]

A escolha dos valores 16 e 114 como limites da ordem de tamanho exemplificativa também não é inocente. Poder-se-ia, no mesmo sentido, considerar valores entre 18mm e 130 mm já que a relação é sensivelmente a mesma. Contudo a sequência demonstrada por Padovan é um excerto da sequência $P_n=P_{n-3}+P_{n-2}$ quando $P_{n1}=P_{n2}=P_{n3}=1$ (1, 1, 1, 2, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 16, 21, 28, 37, 49, 65, 86, 114, 151, 200, …), mais tarde denominada precisamente sequência de Padovan[176]. Esta sequência converge no seu limite no número plástico, da mesma maneira que a sequência de Fibonacci converge no número de ouro. Para além disso, ainda tem a particularidade de constituir a base para a construção de uma espiral de triângulos equiláteros (fig. 86).

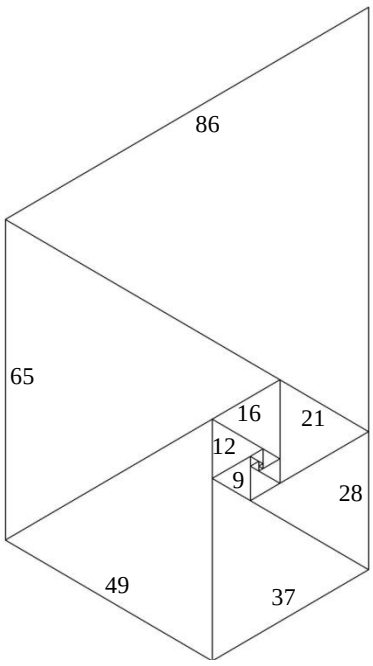


Figura 86
Espiral de triângulos equiláteros com base na sequência de Padovan

As duas razões principais do sistema baseado no número plástico são então 3:4 e 1:7 (aproximações de $1:\Psi$ e $1:\Psi^7$), que definem, respectivamente, a razão entre os limites de um "tipo de tamanho" e de uma "ordem de tamanho". Contudo, cada ordem de tamanho pode produzir 8 razões diferentes, razões essas que geram um limitado número de 8 formas claramente distinguíveis (fig. 83). Relacionando cada termo com um dos limites obtemos as razões: 1:1, 4:3, 7:4, 7:3, 3:1, 4:1, 16:3 e 7:1.[177]

A partir destas razões, o processo de transposição para a tridimensionalidade seria imediato. Bidimensionalmente estas razões produzem 36 figuras diferentes (fig. 84), mas sendo as formas, como os espaços, definidos metricamente segundo três dimensões, Van der Laan avança com uma série de 120 propostas para volumes tridimensionais baseados nas razões provenientes dos estudos efectuados no âmbito do número plástico (fig. 85).

---

[175] Richard Padovan, *Dom Hans Van der Laan and the Plastic Number*, in *Nexus IV*, 2002, p.189

[176] Popularizada por influência de Ian Stewart com a sua coluna *Mathematical Recriations* de Junho de 1996 publicada pela revista *Scientific American*

[177] Estes valores são convergentes racionais para a sequência 1:1, $1:\Psi$, $1:\Psi^2$, $1:\Psi^3$, $1:\Psi^4$, $1:\Psi^5$, $1:\Psi^6$ e $1:\Psi^7$

Sistema harmónico		Sistema plástico	
8:9	(24:27)	6:7	(24:28)
3:4		3:4	
2:3		2:3	
9:16	(36:64)	4:7	(36:63)
1:2		1:2	
4:9	(12:27)	3:7	(12:28)
3:8		3:8	
1:3		1:3	
8:27		2:7	(8:28)
1:4		1:4	
2:9	(6:27)	3:14	(6:28)
3:16		3:16	
1:6		1:6	
4:27		1:7	(4:28)

Figura 87
Comparação entre as razões dos dois sistemas

> *"As long as it was a matter of solid forms, this confrontation was straightforward: with the range of measures of the plastic number that had been developed into an eightfold system of measurements, a range of 36 shapes could be developed – blocks, bars and slabs, each with their different samples of thick, long, flat, narrow and wide."*[178]

> *"The forms that can be achieved with the 36 figures number altogether 120. (...) The blocks are 60 in number; the bars, slabs and white forms each"*[179]

A juntar a isto, o sistema plástico ainda tem a particularidade surpreendente de se "encostar" ao sistema pitagórico-platónico utilizado durante o Renascimento, mesmo tendo partido de pressupostos completamente diferentes, como a utilização de apenas uma progressão geométrica que, por sua vez, se baseia numa razão irracional. Padovan observa[180] que quando conjugadas as razões possíveis entre os dois sistemas e quando comparadas entre si, estas são idênticas ou quando diferem não apresentam uma margem de erro superior a 4% (fig. 87).

Resumindo, o contributo de Hans Van der Laan para a temática das proporções consiste numa abordagem inteiramente empírica, assente na percepção humana; considera a escala antes da forma; não se preocupa com medidas concretas mas com a categorização das mesmas em diferentes "tipos de tamanho" e com a relação entre os seus limites; e as proporções não se estendem indefinidamente mas estão contidas dentro de categorias mais abrangentes, as "ordens de tamanho". Tudo isto surge apoiado numa sólida teoria ontológica com base na observação da fenomenologia envolvente.

> *"God, he* [Van der Laan] *observes, makes things infinitely small, infinitely large, infinitely many; but He has not allowed us to discover the limits of the universe, or to find out how small things can be. All we can do is distil, out of this chaos of measures with which nature confront us, a yardstick of our own. And with this yardstick – the seven measures of the plastic number – we can measure the things that we make, imitating the way God has measured out His own creation.*
> *«Architecture then appears to be a game in which we replay, under the eyes of God, the whole system of natural creation. We do with seven measures what He has done with infinitely many».* [D. Hans van der Laan]*".*[181]

[178] D. Hans van der Laan, *The Liturgical Framework of the Abbey of Vaals*, in Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, p.43
[179] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space*, X, 10, pp.124,125
[180] Richard Padovan, *Proportion*, p.361
[181] *Idem*, p.39

A Extensão da Abadia de Vaals

A primeira obra em que Dom Hans van der Laan teve a oportunidade de pôr em prática os princípios arquitectónicos que desenvolveu foi a extensão da abadia beneditina em Vaals[182], uma região no extremo sul da Holanda, junto à fronteira com a Alemanha. A construção da abadia começou em 1922 e seria destinada aos monges de Merkelbeek. A responsabilidade da obra coube a Dominikus Böhm e a Martin Weber, sendo o primeiro um arquitecto reconhecido pelas suas construções de programa religioso realizadas na Alemanha. O projecto original (fig. 88) segue o modelo tradicional dos mosteiros beneditinos, com a igreja desenvolvida longitudinalmente segundo o eixo nascente-poente e o claustro desenvolvido a sul desta. O volume envolvente ao claustro constitui o elemento construído deste projecto inicial, sendo fortemente caracterizado por dois volumes cilíndricos nas extremidades da fachada sul. Programaticamente este edificado alberga o refeitório, os aposentos do abade e as celas dos monges distribuídas em três pisos.

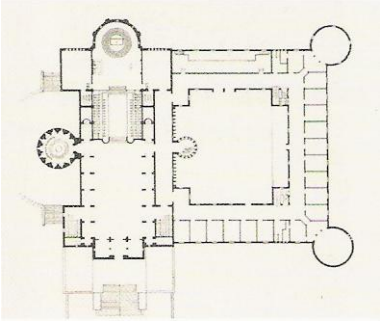


Figura 88
Projecto original da Abadia de Vaals

As obras foram interrompidas um ano após a chegada dos monges a Vaals devido a dificuldades financeiras, sendo retomadas mais tarde, em 1927, dada a mudança de congregação no mosteiro. Aquando do início da Segunda Guerra Mundial, os trabalhos foram novamente suspensos, ficando a igreja num estado de construção muito primário. As consequências políticas decorrentes da Guerra abalaram o seio da comunidade monástica e como resultado, nos primeiros tempos do pós-guerra, o edifício deixou de cumprir os seus propósitos originais, funcionando como armazém do exército norte-americano e mais tarde como refúgio de famílias retornadas.

O complexo foi acoplado à abadia de Oosterhout em 1947 e em 1951, sob a supervisão de Dom Vincent Truyen, tendo treze monges rumado a Vaals com o objectivo de dar ao mosteiro uma nova vida. Pouco tempo depois, em 1956, Dom Hans van der Laan foi encarregue de levar a cabo a conclusão da obra através da adição da igreja, da biblioteca, da sacristia e de um segundo claustro.

[182] *"I tried to apply the Basic principles of architecture that I hadn't been able to figure out during my studies in Delft",* D. Hans van der Laan, *The Liturgical Framework of the Abbey of Vaals*, in Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, p.36

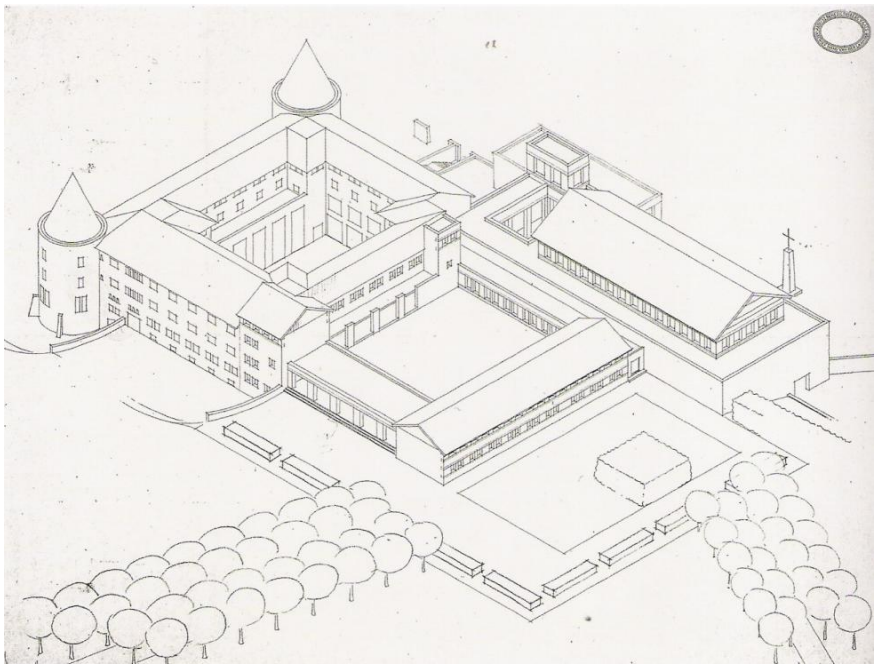


Figura 89
Axonometria geral do complexo

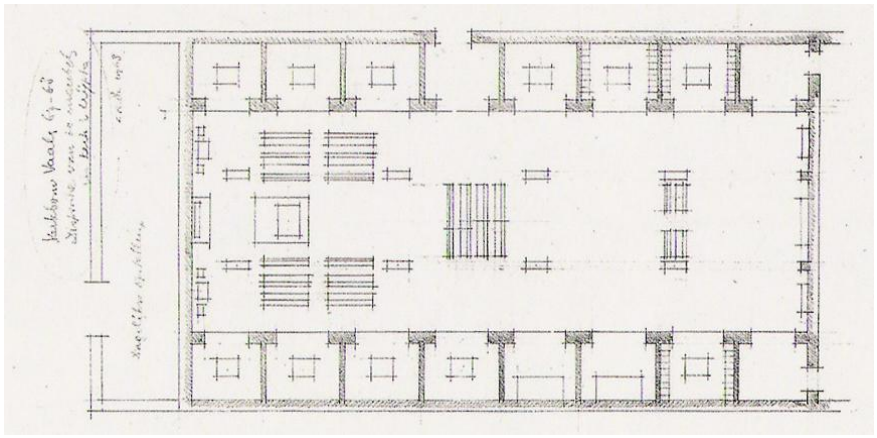


Figura 90
Planta da cripta para estudo de posicionamento de mobiliário da autoria de Van der Laan

Figura 91
Cripta

"When Van der Laan arrived, the abbey consisted of a building enclosed courtyard, rendered austere by its historicist style and bare brickwork."[183]

Para além das construções novas, Van der Laan foi responsável por uma operação de restauro do edificado pré-existente, procedendo, no decorrer deste processo, a algumas alterações pontuais. A título de exemplo poderíamos referir a eliminação da torre cilíndrica destinada a acessos verticais situada no pátio do claustro, a inclusão de um porticado no piso térreo do lado norte ou a adição de novas aberturas na fachada sul, onde se situava o refeitório.

Porém, o edificado novo, começado a construir em 1956 prolongando-se por cerca de trinta anos, constitui naturalmente o elemento da obra onde os seus conceitos e teorias conseguem atingir uma expressividade mais notória. O projecto apresenta evidentes diferenças face ao original, situação quase inevitável quando se tem em consideração um programa mais alargado. No projecto do monge holandês a igreja encontra-se orientada segundo um eixo norte-sul, sendo que no lugar previsto para a igreja do projecto inicial se desenvolve o segundo claustro, a uma cota superior à do primeiro. Adossado a este segundo claustro surge então a igreja a poente e o volume da sacristia e biblioteca a norte. No mesmo volume da igreja encontra-se o "átrio", adjacente à última do lado sul, sendo que a poente deste se situa o volume de entrada.

Além destas estruturas, convém ainda referir a cripta, elemento que marcou o início da renovação da abadia conduzida por Van der Laan. A cripta foi concluída em 1961 e encontra-se abaixo do nível térreo muito por força das condições topográficas da colina onde foi encastrada. Este espaço de planta rectangular, situado sob a igreja, é caracterizado por duas fileiras de pilares cuja métrica se define pelo posicionamento de uma série de capelas laterais. Os materiais usados neste espaço, à semelhança de toda a obra, são simples e racionais, sendo aparente o betão armado das vigas ou os tijolos que constituem as paredes apesar de coberto com uma delgada camada de argamassa. O pavimento é formado por lajetas compostas de uma mistura de cimento e seixos. O único apontamento de maior requinte encontra-se no tratamento conferido à parede de fundo onde se utilizam blocos de pedra. O mesmo tipo de pedra é utilizado também nos altares das capelas.

[183] Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, p.52

Figura 92
Vista geral do complexo
a partir de poente

Figura 93
Volume central da igreja
emergente face à base

Os jogos de luz desenvolvidos neste espaço constituem um dos factores de maior expressividade que se pode encontrar no complexo:

> *"The light is an integral part of the construction: it enters the crypt only from the left and the shadows it creates are in a sense its only «decoration». Its impact can be verified by observing the two flights of steps that lead into the crypt from the entrance courtyard; though they are completely symmetrical, they appear very different, due to the way the light falls on them."*[184]

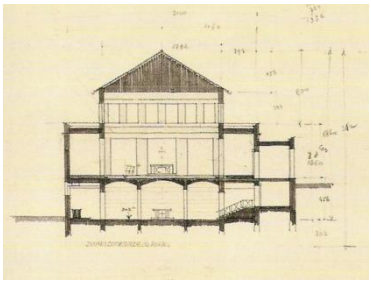


Figura 94
Corte transversal da igreja

O tratamento da luz é muito importante na ambiência conferida ao espaço, mas é através da sua conjugação com outros factores não menos importantes na caracterização arquitectónica que este espaço ganha toda a sua mística:

> "*This space is both suggestive and austere, its atmosphere is created by an essential architecture consisting of matter and light, of measure and rhythm."*[185]

O ritmo, as medidas, a luz e os materiais são variáveis arquitectónicas cujo tratamento é cuidadosamente pensado em cada parte da obra, não sendo a cripta uma excepção. Numa certa instância podemos afirmar que o espaço da cripta, o primeiro a ser construído, surge como um prenúncio dos valores explorados em toda a obra.

> *"The characteristic feature of the whole Vaals complex appears here for the first time: the masterly assemblage of absolutely ordinary elements and materials from which a mysterious, sacred aura emanates."*[186]

Sobre a cripta encontra-se então a igreja que, juntamente com o "átrio" adjacente e o volume de entrada, foi concluída em 1967. A igreja aparece-nos como uma reinvenção do modelo basilical, com uma nave central e uma espécie de grande deambulatório que a envolve por três lados, separado por um porticado. Tridimensionalmente o modelo basilical também é evocado (fig. 94). Do volume base que alberga a totalidade da igreja e o "átrio" emerge o volume da nave que se assume com alguma independência dado o contraste entre a recorrência de vãos neste volume e a estrutura quase sem fenestração da base, ou o contraste entre a cobertura plana da base e a cobertura inclinada do volume emergente (fig. 93).

[184] Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, p.54
[185] *Idem*, p.52
[186] *Idem*, p.54

Figura 95
Interior da igreja

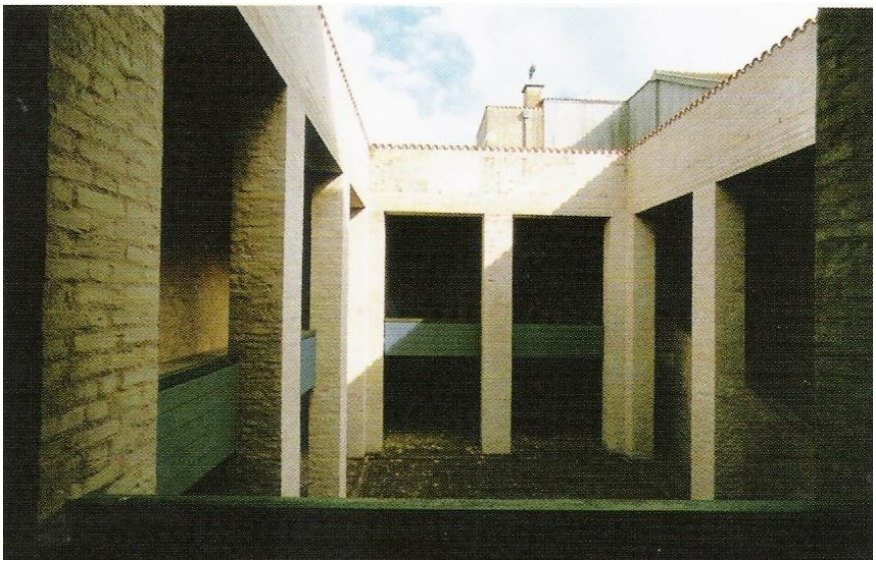


Figura 96
Átrio

Figura 97
Piso inferior do átrio

A iluminação da igreja processa-se então (continuando a analogia com o modelo basilical) no correspondente clerestório. As janelas estão dispostas sequencialmente segundo uma métrica constante, excepção feita às janelas das extremidades, mais estreitas que as restantes. Por baixo das janelas, na mesma parede, encontra-se uma série de pórticos que marcam a transição do espaço central da nave para as galerias envolventes. Os pórticos também obedecem a uma métrica regular, sendo que os das extremidades também contam com uma largura menor que os restantes. Apesar de sobrepostas na mesma parede, a sequência das janelas não aparenta correspondência métrica com a dos pórticos (também porque o número de unidades é distinto), ficando a ideia de que os alinhamentos se processam de forma independente. Esta ocorrência é identificada e apadrinhada pelo próprio Van der Laan:

> *"There are again many possible arrangements for these more extended dispositions, because stacking of piers or Windows need not repeat the same symmetries. The upper rows can be spaced more closely than the lower ones, or vice-versa."*[187]

O altar situa-se no final da nave e em frente a este encontram-se três filas de bancos destinados ao público. Em cada lado da nave central dispõem-se duas filas adicionais de bancos destinados às actividades litúrgicas dos monges. Estes elementos, a par de todas as peças de mobiliário no mosteiro, foram desenhados por Dom Hans van der Laan. A madeira utilizada na confecção destas peças é a mesma utilizada na construção do sóbrio ripado do tecto da nave.

Adjacente à igreja encontra-se o "átrio", o elemento que articula todos os espaços do complexo. Apresenta um pátio no centro, *"resembling a room open to the sky"*[188], e desenvolve-se em dois pisos, sendo que o piso superior é formado apenas por galerias em torno do pátio. É através desse piso que se acede à igreja e ao novo claustro, estabelecendo ainda ligação com o edifício pré-existente. Já a partir do piso inferior é possível aceder à cripta e comunicar com o espaço exterior a partir do volume de entrada.

Este volume de entrada, para além de funcionar como o principal filtro de transição entre interior e exterior e de abarcar os serviços de portaria necessários, ainda alberga alguns compartimentos destinados a alojamento de hóspedes. A articulação deste volume com o volume do "átrio" é marcada pela presença de uma pequena torre sineira de planimetria rectangular. Os

[187] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space*, XI, 15, p.144
[188] Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, p.54

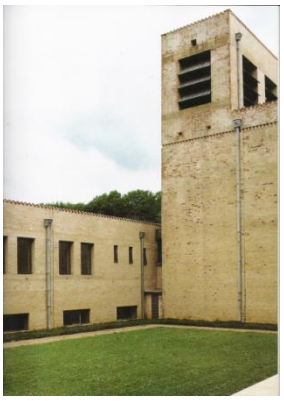


Figura 98
Volume de entrada e volume da igreja e átrio

Figura 99
Articulação do volume de entrada com o átrio e torre sineira

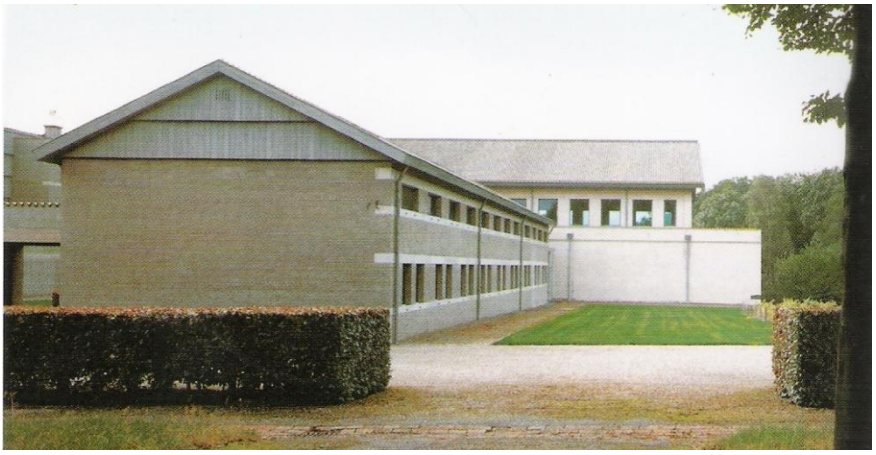


Figura 100
Volume da biblioteca e sacristia

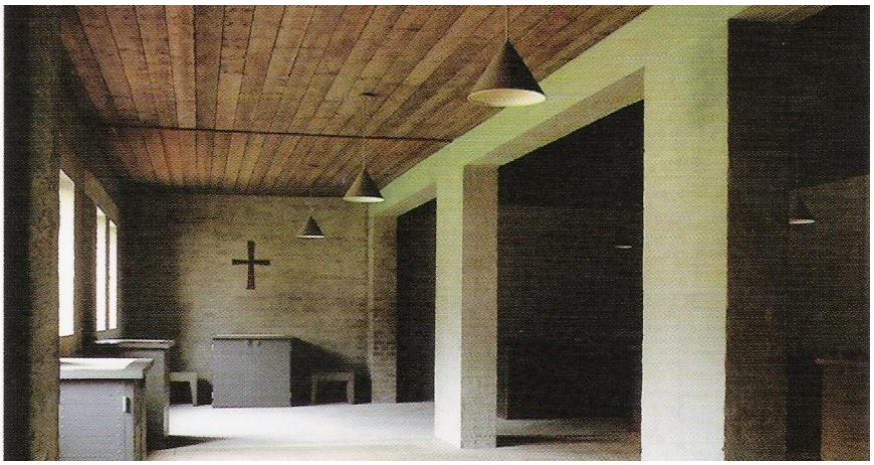


Figura 101
Sacristia

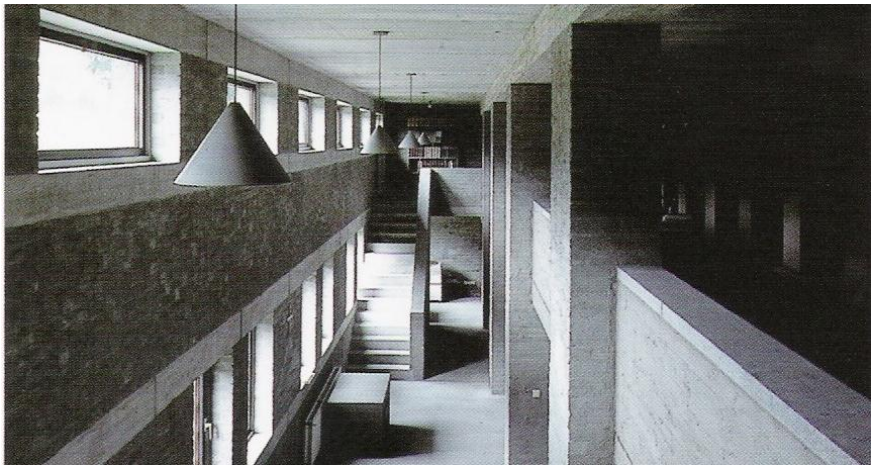


Figura 102
Biblioteca, espaço com pé-direito duplo

cinco sinos que abriga estão afinados segundo a escala pentatónica desenvolvida por Pitágoras, aquela em que o canto gregoriano se apoia.

A ampliação da abadia em Vaals ficou concluída em 1986 quando se completou a construção do volume destinado à biblioteca e sacristia, situado no extremo norte do complexo e disposto na perpendicular ao volume da igreja. Quer a sacristia, quer a biblioteca apresentam uma planta rectangular simples. O primeiro espaço, mais próximo da igreja, desenvolve-se num piso apenas e é caracterizado por um porticado que divide o espaço quase axialmente. No interior podemos encontrar aparadores, de desenho personalizado, bem como vestes e outros objectos litúrgicos desenhados pelo arquitecto. Já a biblioteca, justaposta à sacristia pelo lado nascente, estende-se por dois pisos. A volumetria geral, à semelhança da sacristia, é subdividida através de uma cortina porticada próxima da fachada norte, definindo uma pequena área de circulação de pé-direito duplo. Nas extremidades encontram-se as escadas de acesso ao piso superior, com desenvolvimento apenas a sul do plano definido pelo referido porticado. Tanto este espaço como o imediatamente inferior incorporam as mesas de leitura e as estantes dos livros.

O volume que alberga estes dois espaços funciona ainda como um dos elementos delimitadores do novo claustro, mais concretamente do lado norte. *"The upper cloister at Vaals is the core of the new extension"*[189]. Este espaço é ainda definido a sul pelo edificado pré-existente, a poente pelo volume da igreja e a nascente pelo último elemento arquitectónico introduzido em Vaals por Hans van der Laan, um espaço coberto que surge, de certa forma, na continuidade da galeria que se desenvolve em dois lados do claustro. A galeria faz a transição entre o pátio do claustro e os volumes da igreja e da biblioteca e sacristia, sendo que o espaço coberto a nascente desempenha uma função semelhante, já que constitui um acesso directo entre a biblioteca e o edifício antigo. Por outro lado, também podemos afirmar que este espaço surge como o remate da dita galeria, visto ter sido projectado com evidente autonomia face à mesma. As próprias dimensões do espaço, bem como a métrica distinta conferida às arcadas, vêm enfatizar esse factor, podendo portanto funcionar também como um espaço de estar exterior coberto para além de se assumir como um local de passagem. A opção de construir este espaço de tal forma está relacionada sobretudo com a intenção de rematar o claustro a nascente, tornando-se também num filtro entre interior e exterior.

[189] Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, p.55

Figura 103
Claustro novo

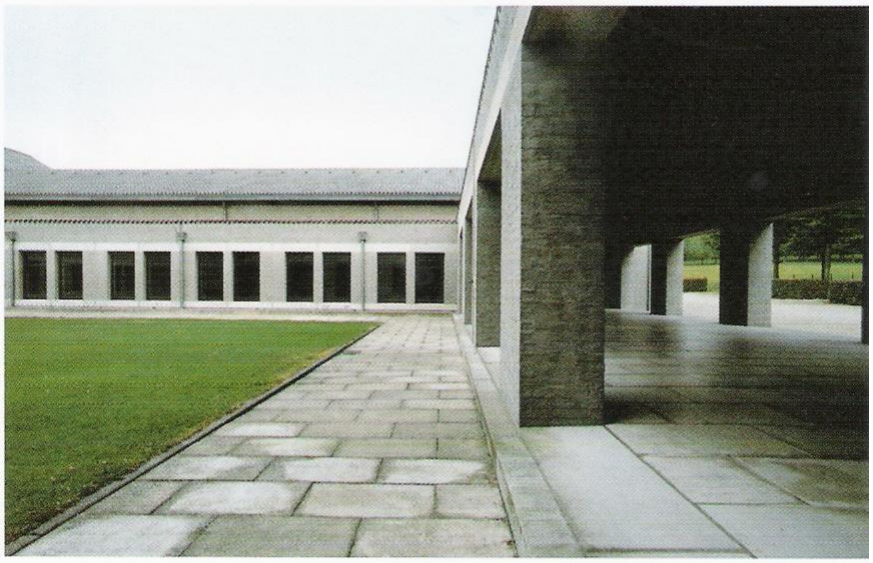


Figura 104
Claustro novo e espaço exterior coberto de remate a nascente

Figura 105
Galeria do claustro novo

Nesse sentido, este espaço:

> *"is also a kind of covered square and marks the threshold between the cloister (with its definitive image and its geometry) and nature. It also seems to be intended to indicate their close interdependence."*[190]

Um outro aspecto importante abordado pelo arquitecto em Vaals prende-se com o arranjo paisagístico conferido à área envolvente ao complexo monástico. Quer o posicionamento das árvores, quer o desenho dos campos de plantação e dos espaços relvados, foram pensados de forma a poderem tirar o melhor partido da relação com os espaços interiores e com a floresta nas imediações. Neste arranjo também se enquadra o espaço do cemitério, com as campas dispostas segundo um semicírculo e enunciadas por um bloco singular de pedra. Dom Hans van der Laan foi neste local sepultado em 1991.

Como seria espectável, o projecto de Van der Laan tem na teoria do número plástico um forte apoio para a definição métrica dos diferentes espaços. O próprio arquitecto é incisivo ao referir que o número plástico é a ferramenta que confere um elevado grau de requinte aos espaços e formas arquitectónicas, bem como todos os outros elementos desenhados para Vaals:

> *"With a harmonious subordination, however, of all of the spaces and shapes of architecture, as of the forms of dishes, furniture and clothing to the rules of the plastic number that underlies the expressivity of the design, the simple fundamental form of all these things can take on a great refinement."*[191]

A razão base do número plástico 1:Ψ, ou aproximadamente 3:4, é recorrente ao longo do projecto. As próprias dimensões em planta do novo claustro regem-se segundo esta razão, sendo que a podemos encontrar também, por exemplo, no "átrio" ou na sacristia. Outra medida recorrente no projecto de implantação do mosteiro é 7:3, uma das razões recomendadas por Van der Laan decorrente dos estudos sobre o número plástico[192]. Esta é a proporção entre o comprimento e a largura do corpo de entrada, do espaço exterior coberto a nascente do claustro ou ainda das dimensões gerais da biblioteca. O pequeno espaço, de acessos verticais, situado a poente da sacristia e que faz a sua articulação com o volume da igreja também é desenhado segundo esta razão, no entanto com orientação oposta.

---

[190] Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, p.55
[191] D. Hans van der Laan, *The Liturgical Framework of the Abbey of Vaals,* in Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, p.44
[192] Aproximadamente Ψ^3

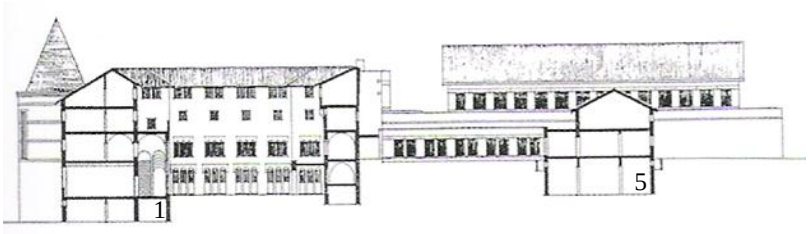


Figura 106
Corte pelo volume da sacristia, pelos dois claustros e edifício antigo, esc. 1:1000

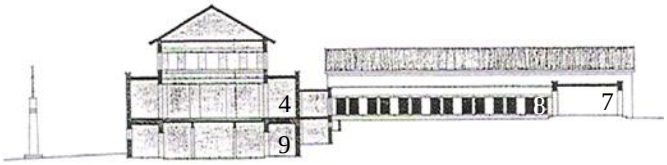
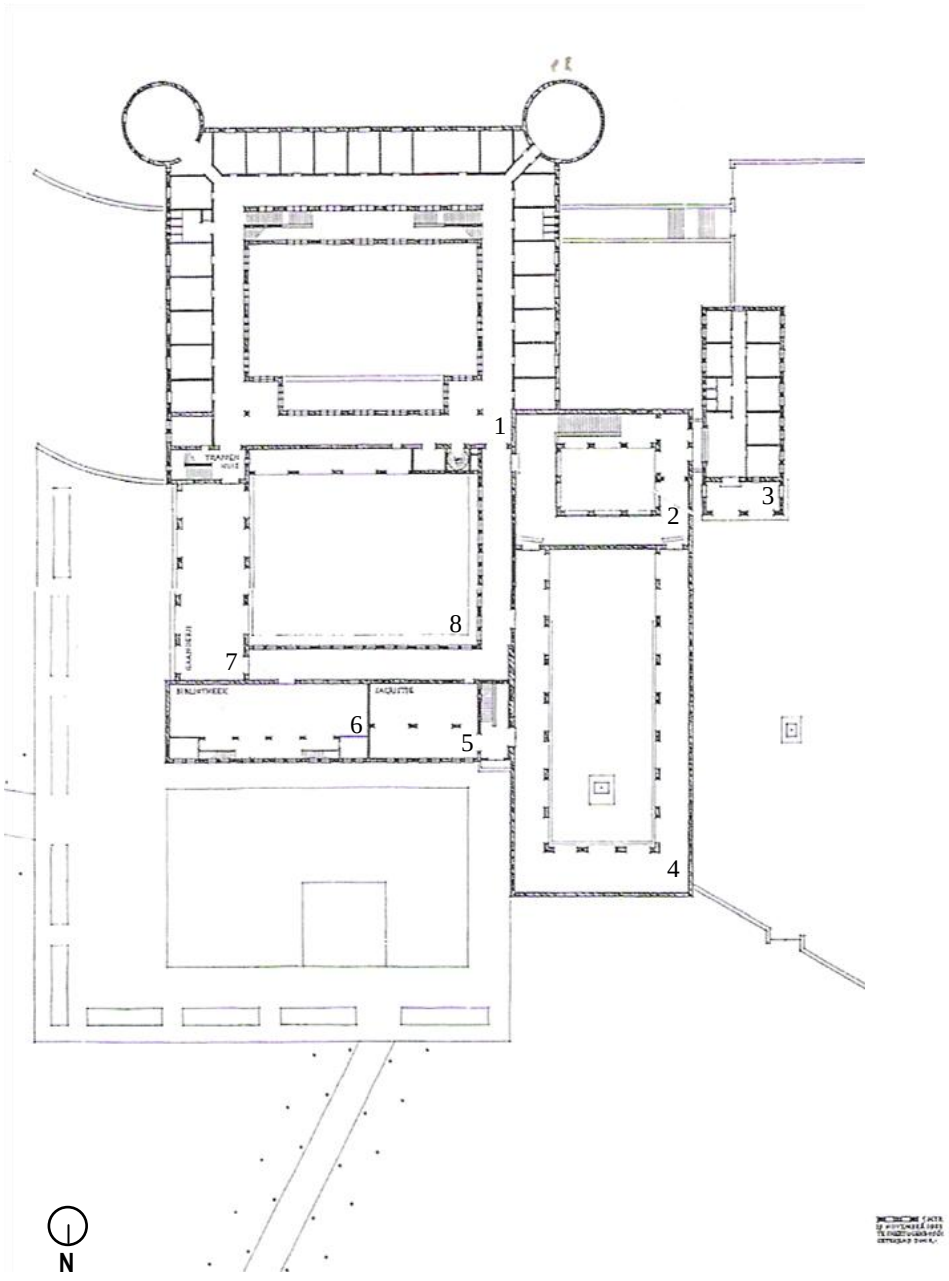


Figura 107
Corte transversal da igreja e claustro novo, esc. 1:1000



1- Edifício pré-existente
2- Átrio
3- Volume de entrada
4- Igreja
5- Sacristia
6- Biblioteca
7- Espaço exterior coberto
8- Claustro novo
9- Cripta

Figura 108
Planta geral da Abadia de Vaals, esc. 1:1000

Assim o corpo de remate norte do claustro é composto pela biblioteca (7:3), pela sacristia (4:3) e pelo espaço de acessos verticais (3:7). Reduzindo as proporções dos três espaços ao mesmo denominador, podemos dizer que o corpo em questão é constituído pela conjugação da razão 49:21 da biblioteca, 28:21 da sacristia e 9:21 do espaço de acessos. Repare-se que todos os termos (9, 21, 28 e 49) pertencem à sequência de Padovan, portanto facilmente se percebe a presença do número plástico na relação entre os diferentes espaços. Convém referir porém que estes termos representam apenas relações abstractas, não tendo portanto qualquer correspondência com nenhum sistema métrico concreto. No entanto, através destas indicações métricas abstractas baseadas numa unidade fictícia, conseguimos discernir de imediato algumas das propriedades do sistema proporcional desenvolvido por Van der Laan postas em prática num exemplo arquitectónico concreto. O volume em questão é um bom exemplo para tal finalidade. Analisando as dimensões globais, ou seja 49+28+9=86 de comprimento por 21 de largura, percebemos que a justaposição de diferentes espaços concebidos com base no sistema plástico produz formas também elas pertencentes ao mesmo sistema, dado que 86 também é um termo da sequência de Padovan. A razão proveniente das dimensões globais deste corpo (86:21) pode ser designada como $1:\Psi^5$, ou aproximadamente 4:1.

O claustro, como já foi referido, partilha a mesma razão da sacristia (4:3), sendo que as suas dimensões, em termos absolutos, variam segundo a razão 1:2. Convertendo de modo a que obedeça à mesma escala que os espaços analisados anteriormente, ficamos com o espaço do claustro caracterizado pela razão 56:42. Neste caso, ambos os termos não constam na sequência de Padovan, mas, como vimos na discrição das propriedades do sistema plástico, o dobro de qualquer termo da referida sequência constitui a divisão harmónica de um intervalo superior da mesma sequência. Desta forma, 42 é a divisão harmónica do intervalo entre 37 e 49, e, por sua vez, 56 é a divisão harmónica entre 49 e 65.

O "átrio", para além de ter a mesma proporção do pátio do claustro superior (3:4), também varia as suas dimensões absolutas segundo essa mesma razão. O comprimento do "átrio" é portanto igual à largura do pátio do claustro, 42 unidades no sistema aqui adoptado, sendo a sua largura 32. O termo 32 também corresponde à divisão harmónica de um intervalo da sequência de Padovan, nomeadamente 28:37. Já o pátio central descoberto encontra-se sujeito a compromissos com alinhamentos provenientes do

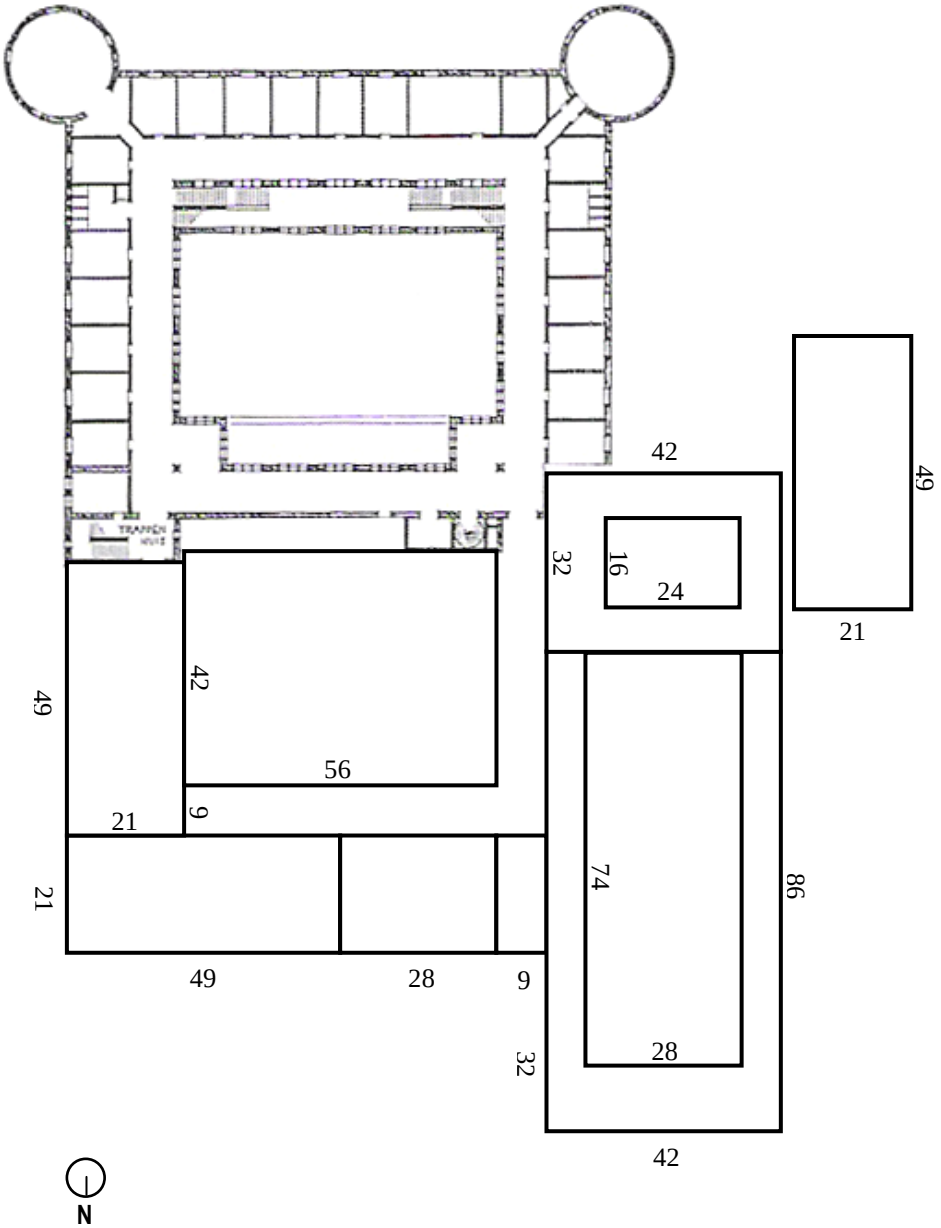


Figura 109
Análise proporcional
da Abadia de Vaals

edifício pré-existente, mais concretamente no que aos seus limites nascente e sul diz respeito, fazendo com que as galerias em torno do mesmo possuam dimensões distintas. Contudo, a concordância com o sistema aplicado na restante ampliação não é posta em causa. Pondo em conformidade com o sistema métrico abstracto aplicado nos demais elementos arquitectónicos já analisados, diríamos que o pátio se define segundo a razão 24:16, sendo 16 um termo da sequência de Padovan, e 24 a divisão harmónica de um dos seus intervalos, especificamente aquele compreendido entre 21 e 28.

Já a igreja toma emprestada a largura do pátio do claustro ou o comprimento do "átrio" visto surgir na continuidade do mesmo: 42 unidades. O comprimento total da igreja é, por sua vez, igual ao comprimento total do corpo de remate a norte do claustro: 86 unidades. A medida correspondente à largura do "átrio" (32), vai definir o avanço do volume da igreja para norte a partir do volume que alberga a biblioteca e a sacristia. A largura da nave central toma emprestada a dimensão correspondente ao comprimento da sacristia, 28 unidades, sobrando, portanto, 7 para a largura de cada uma das galerias laterais. A relação da largura das galerias com a da nave central manifesta-se então segundo a razão 1:3, também uma das razões recomendadas pelo autor[193]. Quanto ao comprimento da nave, segundo a bitola aqui utilizada, define-se por 74 unidades. O termo 74 entra na lógica do sistema plástico da mesma forma que os termos previamente mencionados: 24, 32, 42 e 56, já que constitui a média harmónica entre 65 e 86, dois termos da sucessão de Padovan.

Transpondo a análise para o campo tridimensional e mantendo o volume da igreja como exemplo, podemos verificar a mesma coerência global presente no estudo planimétrico. A secção transversal da nave revela a razão base do número plástico (4:3), sendo esta repetida nos pórticos e nas janelas do clerestório. A excepção regista-se nas janelas e nos pórticos das extremidades, cuja largura é inferior. A relação entre as dimensões destes elementos com a largura dos pilares que formam o porticado também se processa com base no mesmo sistema. Supondo que a largura dos pilares é 12 unidades (número da sequência de Padovan), as dimensões do pórtico central seriam 32 para a largura e 42 para a altura[194], e as dimensões das janelas seriam 16 unidades por 21. Os elementos de excepção (das

[193] Como aproximação simples de 1: Ψ^4

[194] Já vimos que ambos os termos (32 e 42) não pertencem à sequência de Padovan mas que dividem intervalos da sequência segundo a sua média harmónica.

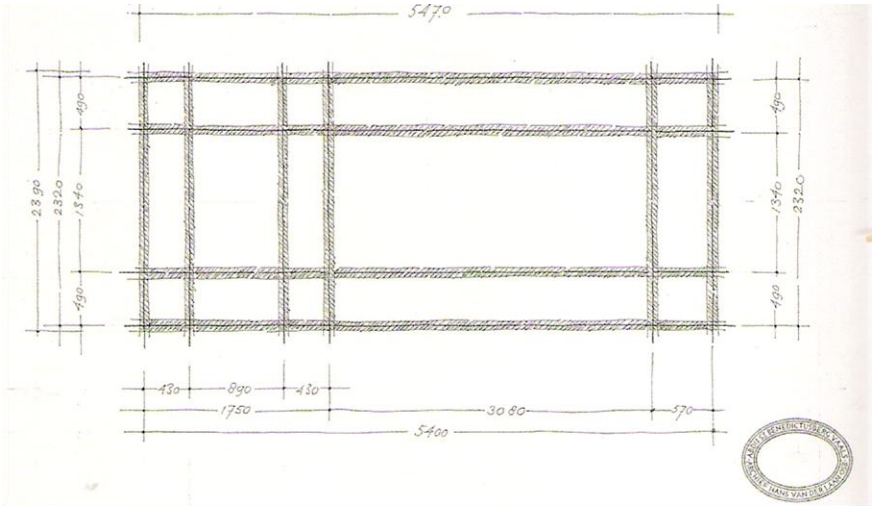


Figura 110
Planta esquemática cotada referente à igreja e átrio da autoria de Van der Laan

Figura 111
Análise da fachada norte da igreja

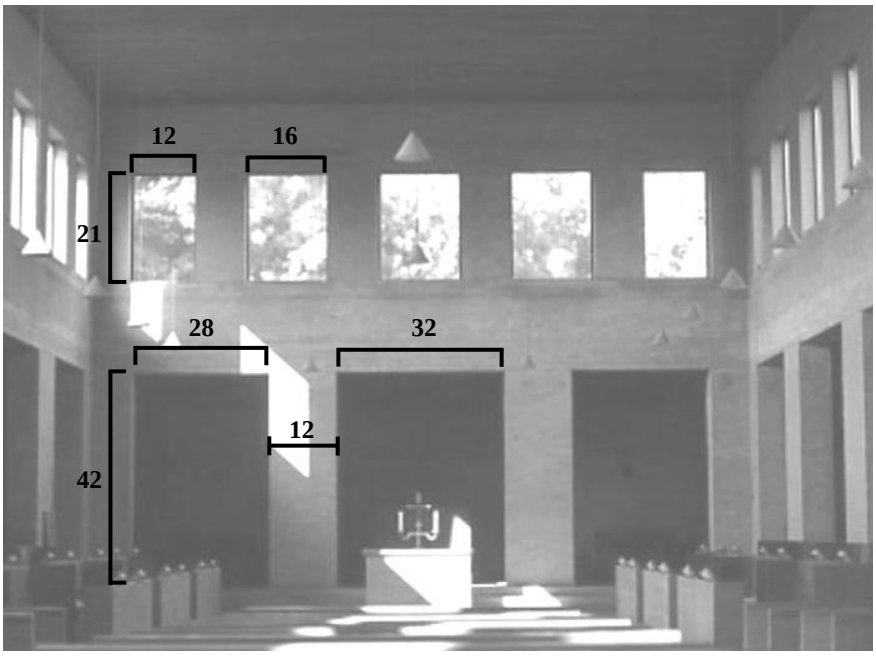


Figura 112
Análise da fachada norte da igreja

extremidades) também se enquadram no mesmo sistema, sendo atribuídas 12 unidades para a largura das janelas e 28 no caso dos pórticos (fig. 112). Será pertinente relembrar que as análises efectuadas anteriormente se baseiam em valores abstractos, sem que tais valores representem efectivamente medidas concretas. Porém os valores indicados na análise aqui exposta representam aproximadamente as dimensões reais quando estas se consideram em decímetros.

Como também já foi referido, a relação entre a espessura da parede e o dimensionamento do espaço representa um factor de extrema importância na teoria arquitectónica de Van der Laan. Continuando com a igreja como exemplo e atentando particularmente nas galerias laterais, podemos afirmar que a sua forma espacial deriva da relação entre as duas paredes que a definem, uma completamente sólida, sem qualquer abertura, e outra "perfurada". Os pórticos desta "parede perfurada" revelam a espessura da parede.

> *"The piercing of the wall to reveal its thickness is therefore important for reading not only of the form of the mass itself, but also of the spatial form derived from it; for by its relation to the distance between the walls the thickness determines their mutual neighbourhood, the spread of which gives the space its form."*[195]

Com o auxílio de desenhos cotados pelo arquitecto (fig. 110) conseguimos quantificar a espessura real das paredes, 70 cm. Do mesmo modo percebemos que a relação desta medida com a largura das galerias laterais, concretamente 490 cm, se expressa segundo a razão 1:7. Esta razão é precisamente o limite considerado pelo monge holandês a partir do qual duas medidas deixam de ter relação aparente. Obviamente, as mesmas paredes que definem as galerias laterais também definem o espaço da nave central, e assim sendo, na relação entre a espessura das paredes com a largura da nave, o limite considerado por Van der Laan (1:7) é ultrapassado. Para compreendermos esta discrepância é necessário ter em consideração um outro conceito: o de "massa virtual". Neste caso, a largura da nave, definida pela superfície interior das "paredes perfuradas", não deve simplesmente relacionar-se com a massa destas mesmas paredes, mas antes com a "massa virtual" definida pela totalidade das galerias laterais. Van der Laan avança para uma explicação da relação entre a parede as galerias e a nave:

[195] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space,* XII, 2, p.146

Figura 113
Galeria da igreja

Figura 114
Vista geral da igreja
a partir da galeria

"The bar-shaped space of a gallery, the mutual neighbourhood of whose walls spread longitudinally, can also be extended laterally into a slab-shaped hall [nave], *with the gallery acting as a spatial unit for the hall. The relation between the widths of hall and gallery* (…) *must be based on a common term – in this case the wall* (…)*. Superposition of hall and gallery can occur on one side of the hall or on both. In the latter case the hall is peripherally enclosed by galleries, so its width is never directly confronted with wall-thickness; the distance between its walls is related throughout to the wall-thickness by means of the width of the gallery, thus ensuring their mutual neighbourhood."*[196]

A importância dada à relação entre as dimensões dos espaços e a espessura das paredes pode explicar o facto de se incluir uma parede porticada em todos os espaços projectados por Van der Laan, mesmo naqueles em que aparentemente não existe nenhuma exigência estrutural que as justifique, como acontece, por exemplo, na sacristia.

Em Vaals encontram-se portanto presentes diversos conceitos arquitectónicos desenvolvidos por Dom Hans van der Laan ao longo da sua vida. Contudo, aqueles que se revelam mais fascinantes envolvem directa ou indirectamente o problema das relações métricas entre os diversos espaços do complexo e em que as propriedades do sistema proporcional plástico emergem com evidente astúcia e elegância.

"The rules of the plastic number sets everything within a network of proportions and is the invisible measure of the design of the edifice, which is both simple and complex and deserves to be regarded as a modern architectural masterwork."[197]

[196] D. Hans van der Laan, *Architectonic Space*, XII, 10, pp.154,155
[197] Alberto Ferlenga e Paola Verde, *Dom Hans van der Laan: Works and Words*, p.55

V – Considerações Finais

O estudo levado a cabo roçou (e a maior parte das vezes mais do que isso) uma larga variedade de temas como cosmologia, metafísica, arqueologia, música, estética, metrologia, morfologia ou antropometria. A grande dificuldade registada durante o seu processo de desenvolvimento consistiu no esforço de o manter objectivamente exposto, sem que este desenrolasse em explanações paralelas pelas diferentes temáticas referidas.

Este esforço em balizar o estudo sempre dentro dos limites definidos pelo tema genérico "*proporção em arquitectura*" não impediu no entanto que se lançassem as bases consideradas necessárias para uma natural e mais eficaz compreensão dos conceitos em jogo. A atenção dada a outras considerações revelou-se crucial na inteligibilidade do tema central do trabalho desenvolvido.

A verdade é que toda esta abrangência conceptual era inimaginável antes das primeiras leituras sobre a temática. As noções prévias sobre a temática caracterizavam-se como preconceitos soltos que sugeriam uma especificidade inerente, como se a temática adviesse de um dedutivo processo de raciocínio que culminaria numa perspectiva unilateral de aplicação à arquitectura. O estudo aqui apresentado veio revelar algumas surpresas neste sentido. A temática engloba portanto várias perspectivas e diferentes teorias, certas vezes tão contraditórias que chegam a sugerir, de parte a parte, a desconsideração da validade efectiva de cada uma.

De um ponto de vista mais concreto; ou matemático, se quisermos; encontramos na prática arquitectónica do Renascimento a exploração de uma perspectiva pitagórico-platónica baseada na conjugação de números inteiros. Vimos que as possibilidades de conjugação de termos menores de um sistema deste tipo, de forma a produzir termos maiores pertencentes ao mesmo sistema são relativamente reduzidas, no entanto a actividade arquitectónica exige uma apropriada precisão métrica e, por isso, vê com

bons olhos um sistema proporcional constituído por números inteiros. Neste sentido a obra de Palladio aparece-nos como um extraordinário exemplar.

Já Le Corbusier e Van der Laan apoiam-se em razões incomensuráveis para o desenvolvimento dos seus sistemas. O facto de se basearem em números irracionais específicos vem aumentar de forma exponencial as propriedades aditivas dos sistemas. O Modulor apoia-se no número de ouro parcialmente para garantir uma das suas características mais interessantes, a relação com o corpo humano. Para além disso, ao intercalar duas progressões geométricas garante um maior número de possibilidades de conjugação métrica. O sistema plástico de Van der Laan ganha particular interesse ao conseguir, com uma única progressão geométrica, criar uma vasta gama de possibilidades de conjugação de termos do mesmo sistema sem que isso resulte num afastamento face ao sistema.

Segundo um ponto de vista conceptual, vimos também duas posições distintas. A primeira explora a condição unitária da relação entre o homem e a natureza, transpondo para a arquitectura as leis universais que regem a natureza. Os princípios arquitectónicos do Renascimento abraçam esta perspectiva e por isso adoptam para a arquitectura os números que garantiam a concordância de sons e que, segundo Platão, definiam a relação entre os planetas. Le Corbusier também procurou nos fenómenos da natureza os princípios fundadores do Modulor, impulsionado pela crença do seu tempo de que o número de ouro abarcava a chave para a compreensão do universo.

A segunda posição aclama a dualidade inerente à relação entre homem e natureza, contrapondo a necessidade do intelecto humano de discernir ordem com a condição disforme, imensurável, ilimitada e caótica da natureza. A arquitectura, sendo uma criação humana, tem a capacidade de manifestar perante a natureza a ordem que o homem procura e não encontra na natureza. A proporção surge então do intelecto do homem e não como uma representação dos fenómenos naturais. Van der Laan assume-se, porventura, como o exclusivo representante desta posição ao desenvolver o sistema plástico, um sistema baseado na percepção humana.

Ainda relativamente aos casos de estudo abordados, creio que seja possível apontar alguns traços comuns apesar das diferenças evidentes quer a nível de abordagem matemática, quer a nível conceptual. Os objectivos que as motivam são semelhantes, baseando-se no desejo de manifestar uma subjacente ordem de correlação entre as diversas partes da obra

arquitectónica entre si e com o conjunto propriamente dito. O ponto de partida também é idêntico, apoiado na indagação sobre o papel da arquitectura no âmbito da relação entre o homem e a natureza. Os caminhos distintos que cada autor percorre desde o ponto de partida até ao cumprimento dos objectivos propostos, constituem o factor que expressa a singularidade de cada sistema proporcional.

Apesar da evidente dificuldade, seria ainda pertinente lançar algumas perspectivas sobre a posição da temática abordada no enquadramento arquitectónico actual. A meu ver, hoje em dia o panorama arquitectónico atravessa uma fase em que as novas possibilidades levantadas pelos avanços tecnológicos, quer a nível construtivo quer a nível projectual, conduzem a um natural processo de investigação e experimentação. A capacidade de manipulação e criação formal ganhou outras dimensões que a arquitectura até agora não se habituou a considerar. Os sistemas proporcionais aqui abordados coadunam-se com a criação de formas e espaços arquitectónicos tridimensionais baseados em geometrias simples, essencialmente paralelepipédicas. A vertente de exploração formal que se regista, caracterizada pela manipulação de geometrias complexas, como, por exemplo, superfícies de dupla curvatura, vem roubar algum espaço à afirmação de sistemas deste género. A intuição ganha terreno no desenvolvimento formal do objecto arquitectónico.

O tópico da intuição não é novidade e é de suma importância, não só quando se viaja por novos caminhos de processo arquitectónico, mas também quando já se baseou todo um percurso arquitectónico apoiado em sistemas proporcionais. O próprio Palladio admite o uso de proporções aparentemente distantes de qualquer sistema caso assim convenha[198] e, no mesmo sentido, Le Corbusier considera que os olhos são os definitivos juízes das relações métricas dos diversos elementos arquitectónicos.[199] A posição de Van der Laan segue naturalmente o mesmo caminho visto estar fortemente assente em pressupostos perceptivos.

Contudo, este novo tipo de geometrias emergentes, ao se apoiarem unicamente na vertente intuitiva do criador, colidem com um dos pressupostos motivadores do estudo apresentado: a capacidade de controlo da forma por parte do arquitecto[200]. De facto, as geometrias complexas

[198] Consultar p.49
[199] Consultar p.99
[200] Consultar p.22

multiplicam de forma exponencial as opções a tomar pelo arquitecto, no entanto, devem a sua definição a parâmetros específicos, cujas variadas conjugações produzem diferentes formas. A base para o controlo das formas passará então pela manipulação paramétrica, questão à qual, no meu entendimento, a arquitectura não deverá ficar alheia.

Um estudo interessante a conduzir a partir deste seria a transposição dos preceitos aqui abordados e entendidos como essenciais para a elaboração de sistemas proporcionais, para a elaboração de metodologias de sistematização paramétrica. Ou seja, a metodologia aqui analisada no que diz respeito à correlação entre comprimento, largura e altura de um espaço paralelepipédico, pode ganhar um novo sentido com o intuito de conseguir, de forma semelhante, uma coerente correlação entre os diversos parâmetros definidores da forma arquitectónica: um salto do métrico para o paramétrico.

Bibliografia

ACKERMAN, James S., *Palladio*, trad. Justo G. Beramendi, Madrid: Xarait, 1981

ALBERTI, Leon Battista, *Da arte edificatória*, trad. do latim por Arnaldo Monteiro do Espírito Santo, Lisboa: FCG, 2011

BLACKWELL, William, *Geometry in architecture*, Berkeley: Key Curriculum Press, 1984

BOLLNOW, O. Friedrich, *Hombre y espacio*, Barcelona: Labor Ed., 1969

CALTER, Paul A., *Squaring the circle: geometry in the art and architecture*, New York: Key College Publications, 2008

CUNHA, Rui Maneira, *As medidas na arquitectura*, Casal de Cambra: Caleidoscópio, 2003

ELAM, Kimberly, *Geometry of design: studies proportion and composition*, New York: PAP, 2001

EUCLIDES, *Elementos*, seis primeiros livros do undécimo e duodécimo da versão latina de Frederico Commandino, Coimbra: Universidade, 1846

FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words*, Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001

FLETCHER, Rachel, *Golden Proportions in a Great House: Palladio's Villa Emo*, in Nexus III: Architecture and Mathematics, ed. Kim Williams, Pisa: Pacini Editore, 2000

GHYKA, Matila C., *Esthétique des proportions : dans la nature et dans les arts*, Monaco: Ed. du Rocher, 1987

GHYKA, Matila C., *Geometry of Art and Life*, Whitefish: Kessinger Publishing, 2004

GRILO, Luís, *Processos de sistematização no projecto arquitectónico: abordagens tipológicas e abordagens paramétricas*, Porto: FAUP, 2009

HAMBIDGE, Jay, *The Elements of Dynamic Symmetry*, New York: Dover Publications, 1967

HERZ-FISCHLER, Roger, *A mathematical history of the golden number*, New York: Dover Publications, 1998

HUNTLEY, H. E., *The Divine Proportion: a study in mathematical beauty*, New York: Dover Publications, 1970

LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space: fifteen lessons on the disposition of Human Habitat*, Leiden: E. J. Brill, 1983

LE CORBUSIER, *Por uma Arquitetura*, trad. Ubirajara Rebouças, São Paulo: Perspectiva, 2009

LE CORBUSIER, *Le Modulor*, trad. Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010

LE CORBUSIER, *Le Modulor 2*, trad. Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010

LLANO, Pedro de, *Le Corbusier: viaxe ó mundo dun creador a través de vintecinco arquitecturas*, A Coruña: Fundación Barrié de la Maza, 1997

MARCH, Lionel, *Architectonics of humanism: essays on number in architecture*, Chichester: Academy, 1998

MARCH, Lionel, *Palladio's Villa Emo: The Golden Proportion Hypothesis Rebutted*, in Nexus Network Journal, vol. 3, nº2, 2001

MORAIS, João Sousa, *Metodologia de projecto em arquitectura*, Lisboa: Estampa, 1995

PACIOLI, Luca, *Divine proportion*, trad. Juan Calatrava, Madrid: Akal, 1991

PADOVAN, Richard, *Dom Hans Van Der Laan and the Plastic Number*, in *Nexus IV: Architecture and Mathematics*, eds. Kim Williams and Jose Francisco Rodrigues, Fucecchio (Florence): Kim Williams Books, 2002

PADOVAN, Richard, *Proportion: science, philosophy, architecture*, London: Spon Press, 1999

PALLADIO, Andrea, *I Quattro Libri dell'Architettura*, a cura di Licisco Magagnato e Paola Marini, Milão: Ed. di Polifilo, 1980

PALLADIO, Andrea, *Los cuatro libros de arquitectura*, traducidos é ilustrados con notas por Don Joseph Francisco Ortiz y Sanz, Madrid: Presbítero, 1977

PALLADIO, Andrea, *Los cuatro libros de arquitectura*, 1ª ed., Barcelona: Alta Fulla, 1987

PALLADIO, Andrea, *The Four Books of Architecture*, intr. Adolf K. Placzek, New York: Dover, 1965

QUARONI, Ludovico, *Proyectar un edifício – ocho lecciones de arquitectura*, trad. Angel Sánchez Gijón, Madrid: Xarait, 1980

SCHOLFIELD, P. H., *The Theory of Proportion in Architecture*, Cambridge: University Press, 2011

SIMÕES, Marine, *Iannis Xenakis: entre musique et architecture - les annees le Corbusier*, Porto: FAUP, 2007

SIZA, Álvaro, *01 Textos*, ed. Carlos Campos Morais, Porto: Civilização, 2009

VITRÚVIO, Marco, *Os dez livros de arquitectura de Vitrúvio*: corrigidos e traduzidos em português por Maria Helena Rua, Lisboa: Decist, 1998

WITTKOWER, Rudolf, *Architectural Principles: in the age of humanism*, Londres: Alec Tiranti, 1952

YTTERBERG, Michael, *Alberti's Sant'Andrea and the Etruscan Proportion*, in Nexus VII: Architecture and Mathematics, ed. Kim Williams, Turin: Kim Williams Books, 2008

ZUK, Radoslav, *From Renaissance Musical Proportions to Polytonality in Twentieth Century Architecture*, in *Nexus V: Architecture and Mathematics*, ed. Kim Williams & Francisco Delgado Cepeda, Fucecchio (Florence): Kim Williams Books, 2004

Lista de Figuras

Figura 1- Igualdade de duas razões, a:b = c:d, (desenho do autor)
Figura 2 - Proporção contínua, a:b = c:d, (desenho do autor)
Figura 3 - Duas progressões geométricas intercaladas, (tabela do autor)
Figura 4 - Duas progressões geométricas intercaladas com 2 e 3 como razões de crescimento, (tabela do autor)
Figura 5 – Tetraktys, (desenho do autor)
Figura 6 - *Lambda* platónico, (tabela do autor)
Figura 7 - *Areas* curtas médias e longas recomendadas por Alberti, (desenho do autor)
Figura 8 - *Lambda* platónico expandido apresentado por Ficino no comentário à tradução de *Timeu* e respectivo esquema de variação, (tabela do autor)
Figura 9 - Reinterpretação do *lambda* platónico expandido através das razões prescritas por Alberti e respectivo esquema de variação, (tabela do autor)
Figura 10 - Sequência numérica contínua baseada em razões musicais enunciada por Francesco Giorgi, (*in* PADOVAN, Richard, *Proportion: science, philosophy, architecture*, London: Spon Press, 1999)
Figura 11 - As sete "mais belas proporções" recomendadas por Palladio, (desenho do autor)
Figura 12 - Construção de um quadrado com o dobro da área do inicial, (desenho do autor)
Figura 13 - Adição de uma progressão aritmética de base 5 ao *lambda* platónico expandido proposta por Radoslav Zuk, (tabela do autor)
Figura 14- Villa Barbaro, planta e alçado frontal, (*in* PALLADIO, Andrea, *The Four Books of Architecture,* intr. Adolf K. Placzek, New York: Dover, 1965)
Figura 15- Villa Barbaro, vista geral, (http://www.trekearth.com/gallery/Europe/Italy/Veneto/Treviso/Maser/photo977311.htm, visitado em 27/09/2012))
Figura 16- Volume principal, (http://fotos.noticias.bol.uol.com.br/entretenimento/2012/02/06/arquiteria.htm, visitado em 27/09/2012)
Figura 17- Volume de remate das alas, (http://jacquelynhaas.wordpress.com/2012/07/18/villa-barbaro-villa-emo/, visitado em 27/09/2012))
Figura 18- Ninfeu, (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Villa_Barbaro_Maser_ninfeo_2009-07-18_f01.jpg, visitado em 27/09/2012))
Figura 19- Esquema da relação de larguras entre os compartimentos traseiros e dianteiros do corpo central, (desenho do autor com base na figura 14)
Figura 20- Variação das larguras dos compartimentos traseiros do corpo central e dos compartimentos das alas segundo a razão 2:1, (desenho do autor com base na figura 14)
Figura 21- Esquema da análise proporcional proposta por Lionel March, (desenho do autor com base na figura 14)
Figura 22- Relação métrica de 2:1 nas dimensões globais do corpo central, (desenho do autor com base na figura 14)
Figura 23- Correspondência métrica entre os compartimentos dos volumes de remate das alas com os compartimentos das alas e o pátio, (desenho do autor com base na figura 14)

Figura 24- Análise proporcional dos compartimentos dos volumes de remate das alas, (desenho do autor com base na figura 14)
Figura 25- Análise proporcional do *ninfeu*, (desenho do autor com base na figura 14)
Figura 26- Villa Thien, (*in* PALLADIO, Andrea, *The Four Books of Architecture*, intr. Adolf K. Placzek, New York: Dover, 1965)
Figura 27- Villa Pisani, (*in* PALLADIO, Andrea, *The Four Books of Architecture*, intr. Adolf K. Placzek, New York: Dover, 1965)
Figura 28- Villa Valmarana, (*in* PALLADIO, Andrea, *The Four Books of Architecture*, intr. Adolf K. Placzek, New York: Dover, 1965)
Figura 29- Discrepância entre as dimensões dos compartimentos das alas e as dimensões da arcada, (desenho do autor com base na figura 14)
Figura 30- Alçado frontal com indicações das dimensões das colunas e entablamento, (*in* PALLADIO, Andrea, *The Four Books of Architecture*, intr. Adolf K. Placzek, New York: Dover, 1965)
Figura 31- Paradoxo de Zenão, Aquiles e a tartaruga, (http://aristocratas.wordpress.com/2012/07/24/monotonia-em-serie/, visitado em 26/09/2012)
Figura 32- Paradoxo de Zenão, Dicotomia, (http://medicinabaseadaemevidencias.blogspot.pt/2012/03/o-mito-da-caverna-de-platao-o-axe-e.html, visitado em 26/09/2012)
Figura 33- Adolf Zeising, análise proporcional do corpo humano baseada na secção áurea, (*in* PADOVAN, Richard, *Proportion: science, philosophy, architecture*, London: Spon Press, 1999)
Figura 34- Representação do estudo conduzido por Fechner, com os rectângulos preferidos assinalados, (*in* PADOVAN, Richard, *Proportion: science, philosophy, architecture*, London: Spon Press, 1999)
Figura 35- Espiral áurea, (http://www.goldenmeancalipers.com/wp-content/uploads/2011/07/golden-mean-spiral1.png, visitado em 25/09/2012)
Figura 36- Escala universal baseada em φ por Theodore Cook, (*in* SCHOLFIELD, P. H., *The Theory of Proportion in Architecture*, Cambridge: University Press, 2011
Figura 37- Divisão "estática" do duplo quadrado, (desenho do autor)
Figura 38- Divisão "dinâmica do duplo quadrado, (desenho do autor)
Figura 39- Le Corbusier, análise proporcional do Capitólio de Roma de Miguel Ângelo, (*in* LE CORBUSIER, *Le Modulor*, trad. Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2011)
Figura 40- Le Corbusier, análise proporcional da Villa Stein, (*in* Baker, Geoffrey H., *Le Corbusier : analisis de la forma*, Barcelona: Gustavo Gili, 2000)
Figura 41- Duplo quadrado construído por Le Corbusier traçando um ângulo recto ao centro do quadrado original, (desenho do autor)
Figura 42- Ângulo recto possível inscrito num duplo quadrado, (desenho do autor)
Figura 43- Construção do duplo quadrado a partir do rectângulo de ouro, (desenho do autor)
Figura 44- Solução do enunciado de Le Corbusier, (desenho do autor)
Figura 45- Relação entre a sequência de Fibonacci e a primeira proposta para as escalas vermelha e azul do Modulor em centímetros, (tabela do autor)
Figura 46- Relação entre a sequência de Fibonacci e a proposta final para as escalas vermelha e azul do Modulor em polegadas, (tabela do autor)
Figura 47- Relação entre a sequência de Fibonacci e a proposta final para as escalas vermelha e azul do Modulor em centímetros, (tabela do autor)
Figura 48- Vertente antropométrica do Modulor, (*in* LE CORBUSIER, *Le Modulor*, trad. Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2011)
Figura 49- Planta tipo dos pisos superiores com áreas individuais, (*in* LLANO, Pedro de, *Le Corbusier: viaxe ó mundo dun creador a través de vintecinco arquitecturas*, A Coruña: Fundación Barrié de la Maza, 1997)
Figura 50- Planta do piso inferior com áreas colectivas, (*in* LLANO, Pedro de, *Le Corbusier: viaxe ó mundo dun creador a través de vintecinco arquitecturas*, A Coruña: Fundación Barrié de la Maza, 1997)
Figura 51- Interior da Igreja, vista em direcção a poente, (http://farm3.staticflickr.com/2079/3529492308_6c62726ddd_z.jpg?zz=1, visitado em 26/09/2012)

Figura 52- Interior da Igreja, vista em direcção a nascente, (http://www.gourmandisee.com/wp-content/uploads/2012/08/Corbusier-La-Tourette-4.jpeg, visitado em 26/09/2012)
Figura 53- Cobertura inclinada do volume do átrio, condutas de circulação e volume da sacristia ao fundo com as clarabóias prismáticas, (*in* Richard Copans, *Le Couvent de la Tourette,* 21:40)
Figura 54- Interior da cripta, (http://www.roslynoxley9.com.au/images/galleries/Seidler_Harry/019.jpg, visitado em 26/09/2012)
Figura 55- Volume da cripta, (*in* Richard Copans, *Le Couvent de la Tourette,* 17:17)
Figura 56- Volume do oratório, (*in* Richard Copans, *Le Couvent de la Tourette,* 22:00)
Figura 57- Interior das celas individuais, (*in* Richard Copans, *Le Couvent de la Tourette,* 10:00)
Figura 58- Interior das celas individuais, (*in* Richard Copans, *Le Couvent de la Tourette,* 10:02)
Figura 59- Painéis da fachada interior das áreas colectivas, subdivididos de acordo com o Modulor, (http://2.bp.blogspot.com/-I_JrgL0zF1M/TcI2SYUiCYI/AAAAAAAAASY/m-DPGKM8PsA/s1600/Windows%20.jpg, visitado em 26/09/2012)
Figura 60- Pormenor dos painéis da fachada interior das áreas colectivas, (http://www.bernardchauveau-editeur.com/linkeo/catalogue/images/15_subimage1_La_Tourette_photo_Couturier.jpg, visitado em 26/09/2012)
Figura 61- Exemplo do "jogo de painéis" apresentado em *Le Modulor*, (*in* LE CORBUSIER, *Le Modulor*, trad. Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2011)
Figura 62- Esquema proporcional da planta das celas, (desenho do autor)
Figura 63- Esquema proporcional da secção longitudinal das celas, (desenho do autor)
Figura 64- Esquema proporcional da secção transversal das celas, (desenho do autor)
Figura 65- Fachada sul do convento com as "paredes de vidro ondulatórias", (http://www.flickr.com/photos/andrewpaulcarr/4896597503/, visitado em 26/09/2012)
Figura 66- "Parede de vidro ondulatória", vista interior, (http://mw2.google.com/mw-panoramio/photos/medium/51205403.jpg, visitado em 26/09/2012)
Figura 67- Pormenor das lâminas de betão das "paredes de vidro ondulatórias", (http://i.images.cdn.fotopedia.com/flickr-3535757558-ifill_1024x768/Lyon/Churches/Sainte_Marie_de_La_Tourette/Couvent_de_la_Tourette_LArbresle_Eveux_Le_Corbusier_Xenakis.jpg, visitado em 26/09/2012)
Figura 68- Pormenor do efeito visual produzido pelas "paredes de vidro ondulatórias", (http://www.flickr.com/photos/agallud/7816219894/lightbox/, visitado em 26/09/2012)
Figura 69- Convento de La Tourette, vista geral, (http://www.orgone-design.com/blog/wp-content/uploads/images/histoire_du_design/Le_Corbusier-Couvent_de_la_Tourette.jpg, visitado em 26/09/2012)
Figura 70- Convento de La Tourette, vista geral, (http://1.bp.blogspot.com/_lBWPPsPQZcc/TD_qjakC06I/AAAAAAAAHWI/W7IrK0ABnuo/s1600/El%20%20Convento%20de%20la%20Tourette.jpg, visitado em 26/09/2012)
Figura 71- Convento de La Tourette, vista geral, (http://www.flickr.com/photos/guen_k/3496118073/lightbox/, visitado em 26/09/2012)
Figura 72- Influência da espessura da parede na percepção do espaço, (*in* LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space: fifteen lessons on the disposition of Human Habitat,* Leiden: E. J. Brill, 1983)
Figura 73- Relação entre a espessura das paredes e a distância entre elas, (*in* LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space: fifteen lessons on the disposition of Human Habitat,* Leiden: E. J. Brill, 1983)
Figura 74- 36 cartões representando um *continuum* de dimensões, (*in* LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space: fifteen lessons on the disposition of Human Habitat,* Leiden: E. J. Brill, 1983)
Figura 75- 36 cartões dispostos aleatoriamente, (*in* LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space: fifteen lessons on the disposition of Human Habitat,* Leiden: E. J. Brill, 1983)
Figura 76- Agrupamento dos cartões por "tipos de tamanho", (*in* LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space: fifteen lessons on the disposition of Human Habitat,* Leiden: E. J. Brill, 1983)
Figura 77- Sequência de Padovan, (desenho do autor)
Figura 78- O termo maior de cada conjunto de quatro é igual à soma dos dois menores, (desenho do autor)
Figura 79- A soma dos três primeiros termos de um conjunto de seis é igual ao maior, (desenho do autor)

Figura 80- A soma do primeiro termo com o quinto é igual ao sexto termo, (desenho do autor)
Figura 81- Divisão harmónica do último intervalo, retirando ao 8º termo o valor do 1º, obtendo o dobro do 5º, (desenho do autor)
Figura 82- Divisão contra-harmónica do último intervalo, adicionando ao penúltimo termo o valor do 1º, (desenho do autor)
Figura 83- 8 figuras representantes das razões do número plástico, (*in* LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space: fifteen lessons on the disposition of Human Habitat*, Leiden: E. J. Brill, 1983)
Figura 84- 36 figuras resultantes das razões do número plástico, (*in* LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space: fifteen lessons on the disposition of Human Habitat*, Leiden: E. J. Brill, 1983)
Figura 85- Conjunto de 120 formas resultantes das razões do número plástico, (*in* LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space: fifteen lessons on the disposition of Human Habitat*, Leiden: E. J. Brill, 1983)
Figura 86- Espiral de triângulos equiláteros com base na sequência de Padovan, (desenho do autor)
Figura 87- Comparação entre as razões dos dois sistemas, (tabela do autor)
Figura 88- Projecto original da Abadia de Vaals, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 89- Axonometria geral do complexo, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 90- Planta da cripta para estudo de posicionamento de mobiliário da autoria de Van der Laan, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 91- Cripta, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 92- Vista geral do complexo a partir de poente, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 93- Volume central da igreja emergente face à base, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 94- Corte transversal da igreja, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 95- Interior da igreja, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 96- Átrio, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 97- Piso inferior do átrio, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 98- Volume de entrada e volume da igreja e átrio, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 99- Articulação do volume de entrada com o átrio e torre sineira, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 100- Volume da biblioteca e sacristia, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 101- Sacristia, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 102- Biblioteca, espaço com pé-direito duplo, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 103- Claustro novo, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 104- Claustro novo e espaço exterior coberto de remate a nascente, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 105- Galeria do claustro, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 106- Corte pelo volume da sacristia, pelos dois claustros e edifício antigo, esc. 1:1000, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)

Figura 107- Corte transversal da igreja e claustro novo, esc. 1:1000, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 108- Planta geral da Abadia de Vaals, esc. 1:1000, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 109 – Análise proporcional da Abadia de Vaals, (desenho do autor)
Figura 110- Planta esquemática cotada referente à igreja e átrio da autoria de Van der Laan, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 111- Análise da fachada norte da igreja, (desenho do autor)
Figura 112- Análise da fachada norte da igreja, (desenho do autor)
Figura 113- Galeria da igreja, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)
Figura 114- Vista geral da igreja a partir da galeria, (*in* FERLANGA, Alberto, VERDE, Paola, *Dom Hans van der Laan, Works and Words,* Amsterdam: Architectura & Natura Press, 2001)