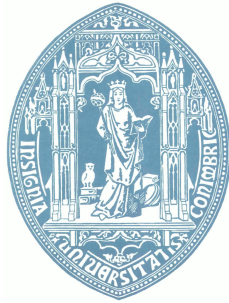


Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Departamento de Arquitectura

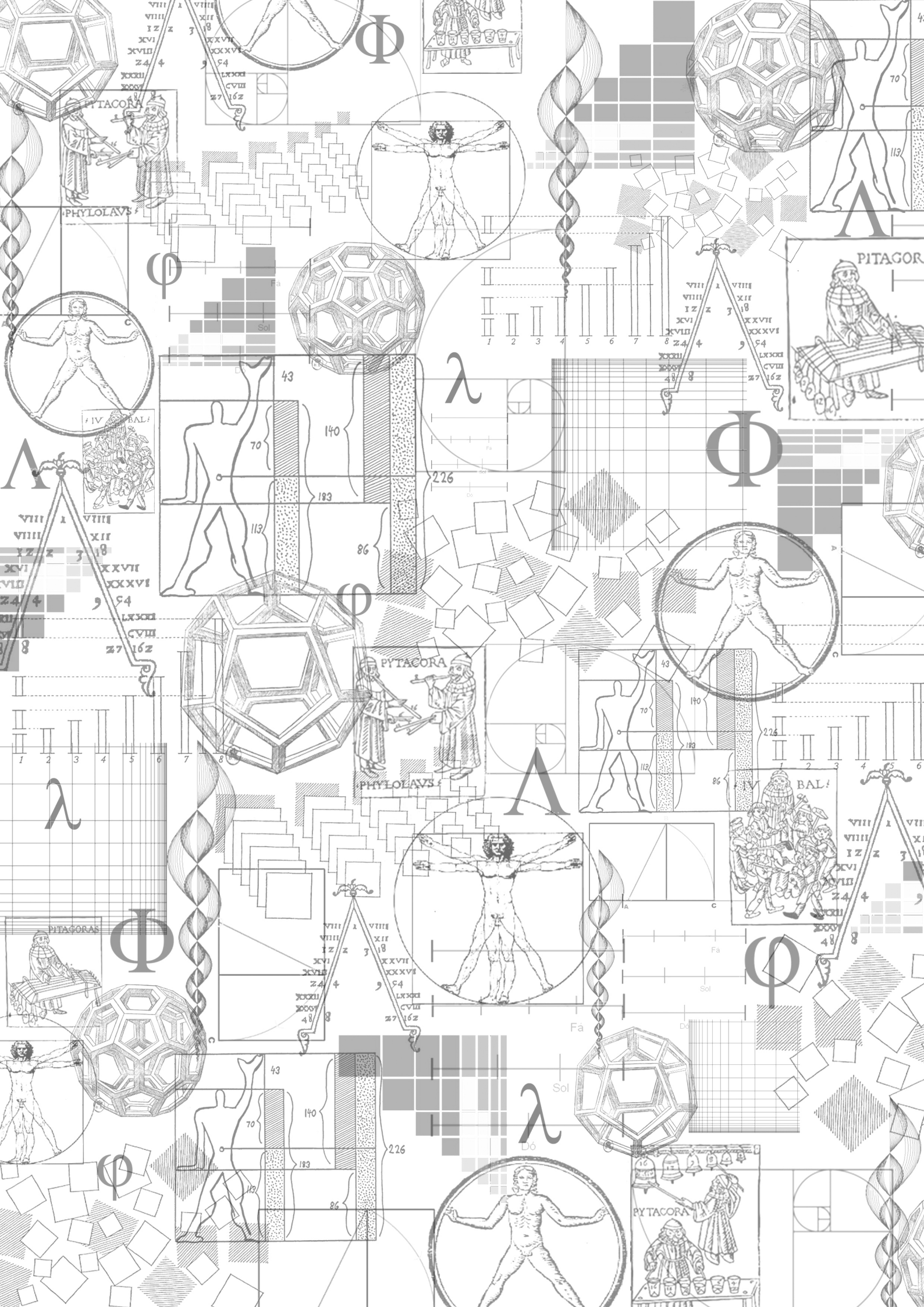


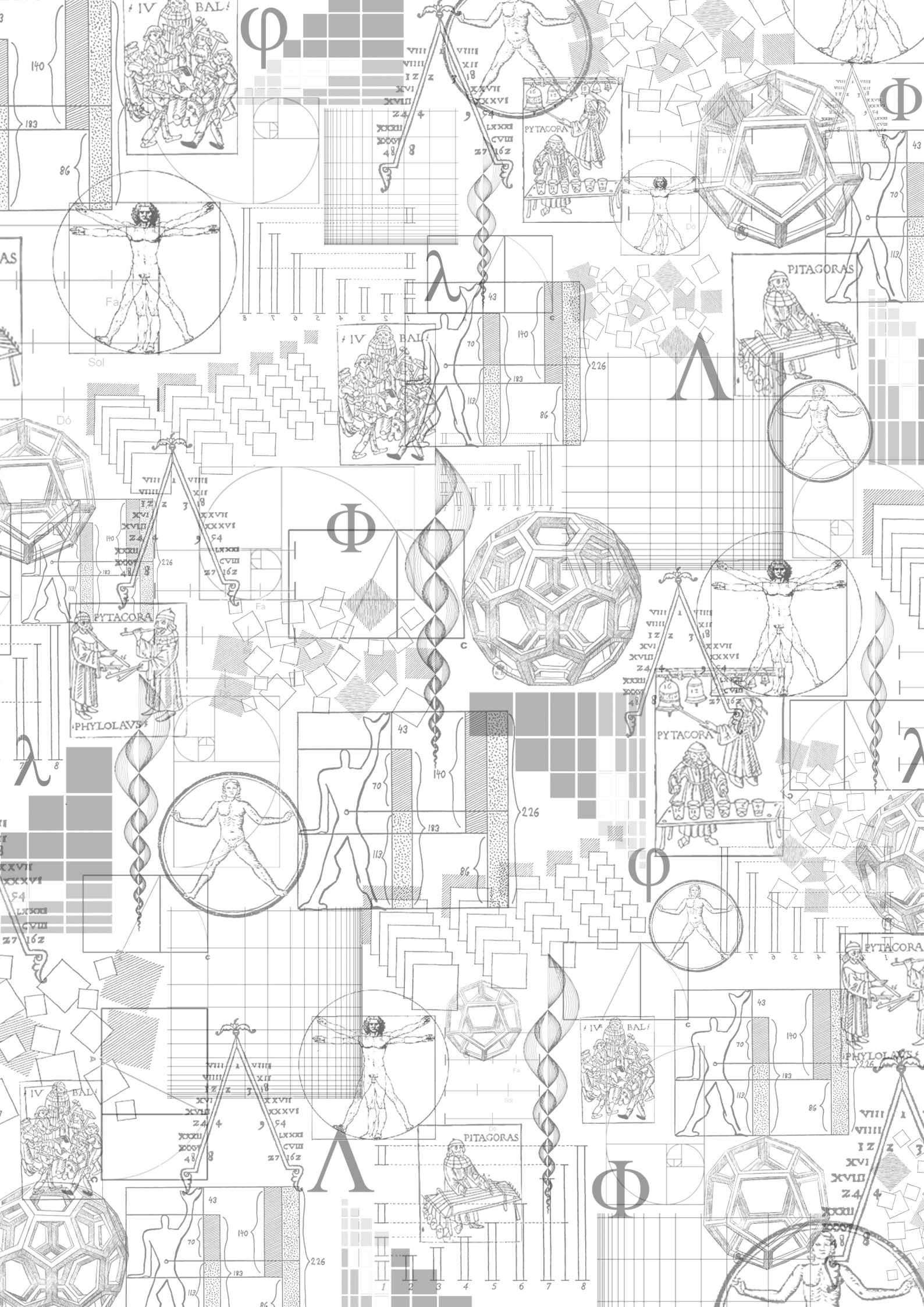
Sara Raquel Coelho Amaral

Frozen Music

A Harmonia na Arquitectura

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura
Orientador: Prof. Doutor Vítor Manuel Bairrada Murtinho
Julho 2012





“A arquitectura possui uma qualidade especial muito própria e de grande clareza. O facto de o ritmo e a harmonia terem surgido na arquitectura deve ser atribuído à organização que é a ideia subjacente à arte. Nenhuma outra arte emprega uma forma abstracta mais fria e ao mesmo tempo, nenhuma outra arte está tão intimamente ligada à vida quotidiana do homem.”

Steen Eiler Rasmussen

Agradecimentos

Ao meu orientador, pela sua disponibilidade, interesse e partilha de conhecimentos.

Aos meus pais e ao Tiago, pelo carinho, apoio e confiança que sempre tiveram em mim.

À família e aos amigos, por toda a força que me deram e por me ajudarem a alcançar mais uma meta.

Sumário

Introdução 9

Enquadramento Histórico

As proporções musicais 25

A figura humana 37

A harmonia divina 49

O desenho geométrico 63

Modulor

Le Corbusier 87

Unidade de Habitação, Marselha 111

Iannis Xenakis 119

Convento de La Tourette, Lyon 137

Número Plástico

Dom Hans van der Laan 149

Abadia de St. Benedictusberg, Vaals 177

Conclusão 187

Bibliografia 201

Fonte das Imagens 217

Introdução

Para que este trabalho de fundamentação de teorias e conceitos seja coerente é necessária uma reflexão sobre a influência que a música teve na arquitectura. Ao longo da história da arquitectura houve uma constante procura da harmonia e da ordem, independentemente dos estilos e das épocas. O objectivo dos arquitectos era dotar o edificio arquitectónico de uma harmonia visual e um equilíbrio entre os seus constituintes, de forma a atingir a perfeição. Esta é uma característica inata ao pensamento arquitectónico, a busca da ordem e da proporção, através de determinadas regras e métodos de composição.

Desde os tempos da Antiguidade que muitos artistas tentaram encontrar as medidas que consideravam ser perfeitas para aplicar na arquitectura. As relações numéricas tornaram-se uma consequência deste pensamento, pois através destas era possível impor regras, ordem e proporção na arquitectura, tendo a música desempenhado um papel importante nesta forma de pensar e fazer arquitectura.

Foram vários os estudos realizados no decorrer da história para encontrar princípios de proporcionalidade na arquitectura semelhantes aos princípios matemáticos existentes na escala musical. O objectivo deste trabalho é, então, relacionar duas formas de arte, a arquitectura e a música, de modo a perceber a ligação existente entre elas. Assim, ao longo do trabalho de pesquisa foram surgindo algumas questões, para as quais tentei encontrar uma resposta. Qual a relação entre a música e a arquitectura? Como é que esta relação se manifesta na arquitectura? Qual a evolução do conceito de harmonia ao longo da história? Qual a sua importância? E actualmente, como se aplica esta forma de pensar na proporção?

A intenção deste trabalho não assenta na ligação directa entre a música e a arquitectura como forma de transpor os elementos musicais para a arquitectura, em que as notas e as pausas se transformam em cheios e vazios arquitectónicos, ou como um modo de transmitir sensações, isto é, as emoções que a música ou um espaço nos provocam. É um trabalho que se baseia nos princípios de composição e de estruturação presentes na música e na arquitectura, que se traduzem através da matemática, da geometria e das razões aritméticas, permitindo assim atingir a harmonia e a proporção arquitectónica. A matemática desempenha então o papel de intermediário entre estas duas disciplinas, a arquitectura e a música, originando relações proporcionais através dos intervalos musicais. Assim, geraram-se razões proporcionais aritméticas, que determinaram uma relação com a arquitectura, permitindo obter a ordem e a harmonia visual arquitectónica.

Para estabelecer este paralelismo entre a música e a arquitectura é feita uma análise aos sistemas de proporção e de composição e o seu desenvolvimento ao longo da história da arquitectura, para compreender as diferentes formas de interpretação da relação entre as duas artes e as diferentes abordagens empregues na procura da harmonia e da proporção.

No primeiro capítulo é elaborado um enquadramento histórico sobre a relação entre a arquitectura e a música, a sua evolução no modo de ver e pensar a arquitectura, com o objectivo de atingir a proporção arquitectónica. Para isso, são abordadas diferentes formas de pensamento, de acordo com os períodos históricos, destacando-se algumas figuras importantes sobre este tema. Destacando Pitágoras, as suas descobertas musicais e matemáticas e a transposição dos intervalos musicais para razões numéricas permitiram o estudo desta ligação entre a música e a arquitectura ao longo dos tempos. Devido às suas descobertas sobre a harmonia, muitos artistas e teóricos abordaram este tema, aplicando os seus próprios estudos e interpretações, de forma a construírem regras de composição arquitectónica. Esta ligação entre as duas artes foi aceite e adoptada ao longo da história da arquitectura, desenvolvendo-se novas teorias e novas formas de concepção. Com a interpretação directa dos intervalos musicais, surgiram algumas alterações na forma de pensar, em que a proporção e a harmonia era o objectivo a alcançar na arquitectura. Assim, surgem as relações com o corpo humano e as suas medidas, sendo Vitruvius uma figura de destaque neste pensamento, a harmonia divina e a natureza como criação de Deus, ideologia presente na Idade Média e patente em Santo Agostinho e Boécio, e mais tarde a geometria, como consequência das várias abordagens, que se encontra presente no pensamento de importantes tratadistas italianos. Com a análise deste breve enquadramento histórico, é perceptível que a arquitectura e a música, ambas com princípios matemáticos e geométricos, se regem pela proporção e harmonia.

A arquitectura, tal como outras artes, evoluiu ao longo da história, adaptando-se a novas formas de pensamento e adequando os seus métodos compositivos, já desenvolvidos, às novas formas de concepção. Desta forma, nos capítulos seguintes abordo dois sistemas de proporção desenvolvidos no século XX, com características e conceitos próprios, através de diferentes interpretações sobre a

proporção e a ordem, de acordo com as ideologias de cada arquitecto. Assim, a noção de proporção não tem que se definir por um sistema fixo e único, pelo contrário, o seu estudo deve revelar novas qualidades e novas interpretações, que se adaptem ao pensamento dos arquitectos.

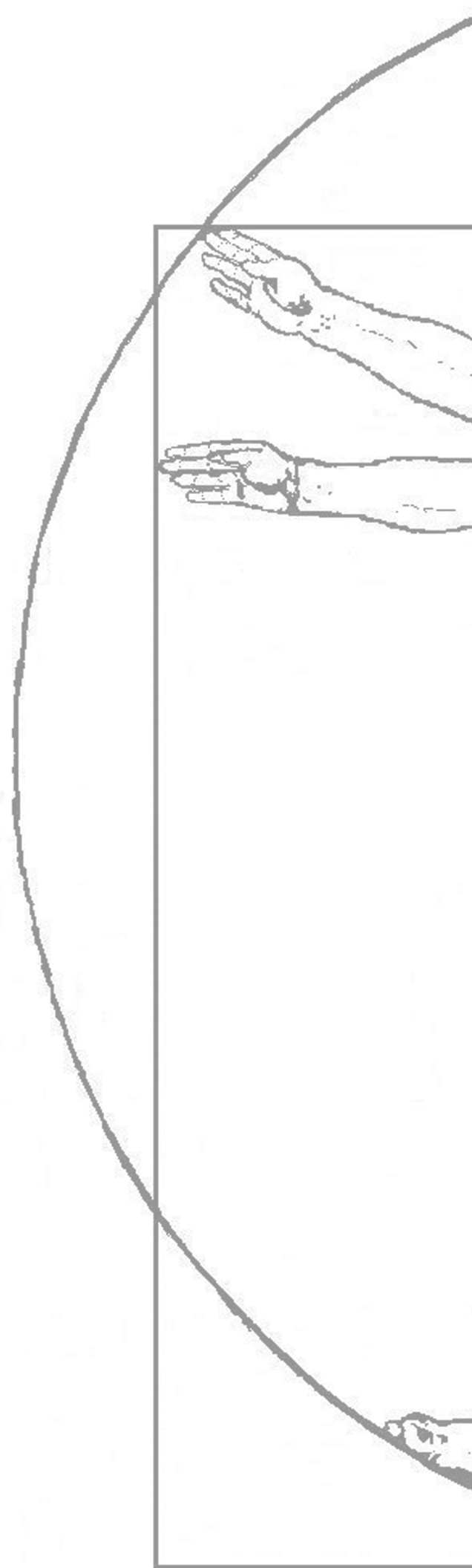
No segundo capítulo é realizado um estudo do sistema de medidas do *Modulor*, elaborado por Le Corbusier, que vai de encontro às suas ideologias da ‘máquina de habitar’ e da construção à medida do homem. É um sistema derivado da secção de ouro, método geométrico utilizado na arquitectura durante séculos, e também na série de Fibonacci. É explicado o desenvolvimento deste sistema de proporção e as suas alterações, de forma a adaptar-se aos objectivos do arquitecto. É também efectuada uma descrição do projecto da Unidade de Habitação de Marselha, em que o arquitecto aplicou o *Modulor* na sua concepção, sendo uma das primeiras experimentações em que Le Corbusier utilizou o seu sistema de medidas. Este capítulo também salienta o arquitecto e compositor Iannis Xenakis, incidindo o estudo nos anos em que este trabalhou com Le Corbusier e que teve contacto com o *Modulor*. A sua aprendizagem da arquitectura e a compreensão da relação entre esta e a música deve-se a Le Corbusier, permitindo-lhe, mais tarde, elaborar as suas próprias composições arquitectónicas e musicais. É então estudada a aplicação do *Modulor*, por parte de Iannis Xenakis, no Convento de La Tourette, obra atribuída a Le Corbusier, mas na sua maioria projectada por Xenakis.

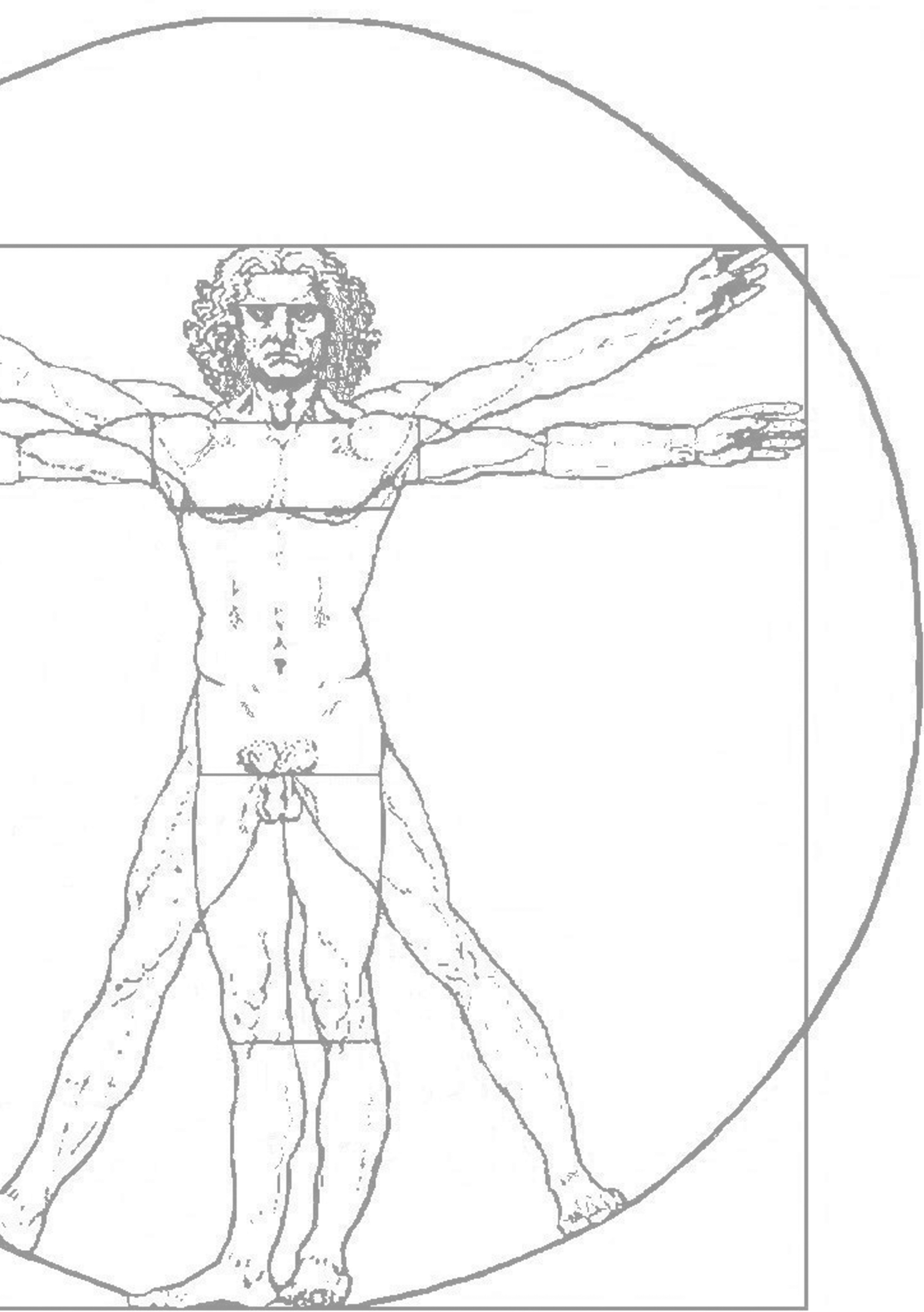
Por fim, no terceiro capítulo, é apresentado um outro sistema de proporção, o Número Plástico. Este sistema de medidas, desenvolvido por Dom Hans van der Laan, exprime a sua noção de proporção e da relação entre as medidas. Hans van der Laan, apesar de ter realizado poucas obras arquitectónicas, demonstrou o seu empenho na tentativa de compreender o mundo que o rodeia através da sua teoria da arquitectura. A sua forma de ver e interpretar a arquitectura e o mundo resulta da

natureza e da noção de pertença ao espaço natural. Valoriza o espaço exterior, os materiais e a beleza natural, sendo também estes aspectos inerentes aos monges beneditinos, opção que escolheu para a sua vida. O desenvolvimento do Número Plástico é estudado neste capítulo, demonstrando que não é um sistema de medidas fixas, mas antes uma noção e uma percepção visual da proporção. A sua aplicação é demonstrada na ampliação que o arquitecto e monge realizou para a Abadia de St. Benedictusberg em Vaals, Holanda, que se concretiza através da noção espacial e da valorização do espaço construído.

Por fim são apresentadas algumas conclusões em função do objectivo proposto. A relação entre a música e a arquitectura é uma ideia presente em vários momentos da história e aceite por muitos artistas, mas o seu estudo não foi desenvolvido de uma forma constante ao longo dos tempos, daí que a primeira noção que se tem ao pensar na relação entre estas duas artes possa ser um pouco utópica. Mas, pelo contrário, ambas as artes assentam na proporção, nos números e nas razões matemáticas, conferindo então uma base rigorosa ao seu estudo. Na actualidade, a necessidade da descoberta de novos métodos, através de estudos e pelo cruzamento entre várias disciplinas permite obter novos conhecimentos e novas formas de abordagem da arquitectura, pelo que esta relação entre a música e a arquitectura, não sendo um conceito novo, pode incentivar a novas interpretações, necessárias para aprofundar novas áreas do saber. O objectivo deste trabalho reside então na exposição de dois sistemas de proporção diferentes, analisando o desenvolvimento teórico de cada um e a sua utilização em obras arquitectónicas, demonstrando como estas diferentes formas de pensar e de interpretar a harmonia e a proporção se podem aplicar aos nossos dias. A compreensão das aplicações destes sistemas de medidas e das suas potencialidades, possibilitam um uso consciente destes modelos e das regras proporcionais, beneficiando o desenho arquitectónico.

Enquadramento Histórico





As proporções musicais

Ao longo da história da Arquitectura é perceptível a procura da harmonia e da ordem visual no pensamento arquitectónico, havendo uma constante busca pelo equilíbrio e pela proporção. Remontando ao pensamento da Antiguidade Clássica¹, esta procura da harmonia está muito presente e viva nas obras arquitectónicas dessa época.

Na Grécia antiga, a arte tinha como objectivo encontrar a ordem que governava o mundo, de forma a concretizar a beleza e a atingir a harmonia universal. Para os gregos, a harmonia, a racionalidade e o belo eram a expressão da ordem universal. Definiram as noções básicas de proporção, medida, composição e ritmo, pelas quais as composições formais se deviam regular. Desta forma, surgiram os sistemas de ordenação e determinadas noções fundamentais associadas ao conceito

¹ Período histórico que decorreu entre os séculos VII a.C. e V d.C., desde o aparecimento da cultura grega até à queda do Império Romano.

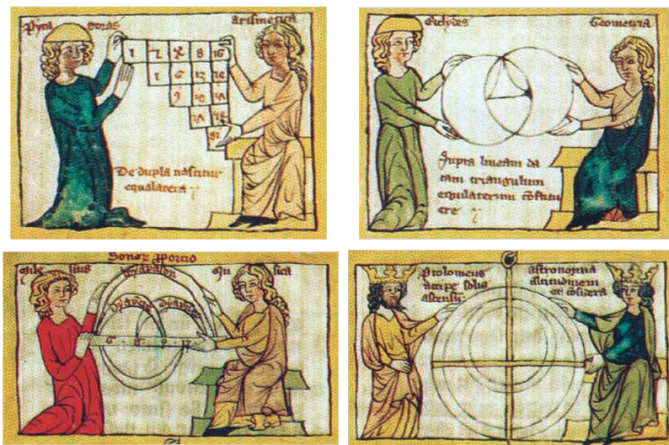


Fig.1 - *Quadrivium*: aritmética, geometria, música e astronomia



Fig.2 - Pitágoras, representado no quadro "A Escola de Atenas" de Rafael Sanzio, 1509

de arte, como proporção e ordem. A natureza era explicada de uma forma muito racional e a matemática era constituída pelo estudo da astronomia, da geometria, da aritmética e da música. Estas quatro artes matemáticas eram conhecidas pelo *quadrivium* e valorizavam a utilização dos números como a ciência que regulava a vida. A música, uma destas disciplinas, era para os antigos a expressão da harmonia e a matemática era a ferramenta que traduzia essa harmonia. Assim, a música era a manifestação natural das leis matemáticas, às quais se associava um grande misticismo, pois acreditavam que transmitiam a harmonia e a proporção divina.

A vontade de relacionar a música com a arquitectura emerge nesse momento histórico, sendo a matemática o caminho natural para alcançar esta relação. A música era o método de elevação e purificação da alma, revelando a harmonia mais profunda do cosmos. Assim, a música era a forma de expressar esta crença e a proporção era a base que servia de união entre a matemática e a música.

A procura da harmonia e a necessidade de ordem são o foco deste pensamento e as descobertas pitagóricas das relações numéricas permitiram compreender a misteriosa harmonia que governava o universo. A civilização grega acreditava que o mundo se regia pela harmonia, sendo este o princípio essencial do pensamento pitagórico. Pitágoras², e os seus sucessores, consideravam que os números naturais permitiam compreender todas as matérias e, por isso, toda a criação era matemática. Os números eram a essência e o princípio de todas as coisas e através destes era explicada a ordem do universo. Para Pitágoras, a música e a aritmética eram disciplinas que tinham o mesmo objectivo, estabelecer uma explicação universal através dos números e das relações matemáticas.

² Filósofo e matemático grego (c. 570-496 a.C.); considerado o pai da ciência e a quem se devem muitas descobertas nos campos da matemática, da geometria e da astronomia.



Fig.3 - Experimentação dos intervalos musicais, ilustração de Franchinus Gafurius, 1492

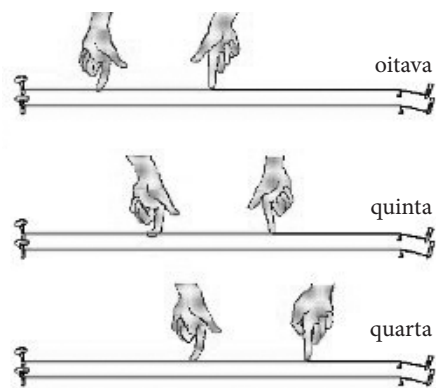


Fig.4 - Relação entre o tamanho da corda e o som produzido



Fig.5 - Monocórdio

Ao colocar em prática esta teoria surgiram as experimentações dos intervalos numéricos, os quais, segundo Pitágoras, traduziam a harmonia do mundo. Percebeu que os sons não eram mais do que medidas, isto é, os intervalos musicais eram traduzidos em simples proporções aritméticas. Com o auxílio do monocórdio³ foi possível constatar que os sons produzidos se relacionavam entre si através de intervalos numéricos, que dependiam do tamanho da corda tocada⁴. Desta forma, descobriu a relação existente entre o comprimento de uma corda a vibrar e o som produzido por esta. Ao tocar a corda do monocórdio obteve um som referencial, com a relação 1:1. Ao pressionar a meio da corda e ao tocá-la, obteve um som semelhante ao anterior, mas mais agudo, ou seja, obteve a sua oitava, com a relação 1:2, conhecida como *diapason*. Ao pressionar a corda do instrumento a dois terços do seu comprimento, tocando-a obteve a sua quinta, com a relação 2:3, conhecida como *diapente*. Por fim, ao pressionar a corda a três quartos do seu comprimento, ao tocá-la obteve a quarta, com a relação 3:4, conhecida como *diatessaron*.

Os três intervalos obtidos, as consonâncias simples, ao serem combinadas entre si originaram outros intervalos, denominados por consonâncias compostas, que completavam a escala musical pitagórica. Ou seja, a partir de um som referencial obteve a sua oitava, com a relação 1:2, e ao combiná-lo com a quinta, relação 2:3, obteve a décima terceira, com a relação 1:3, que corresponde à decomposição da oitava e da quinta, isto é, 1:2:3. Assim, ao combinar duas oitavas, relação 1:2, obteve a décima sexta, com a relação 1:4. Estas experiências conduziram-no a uma variada gama de sons e de intervalos musicais que, após a sua ordenação por ordem crescente

³ Instrumento musical grego de uma única corda.

⁴ Ao observar o trabalho de um ferreiro, Pitágoras notou que se geravam diferentes sons conforme o tamanho do martelo que o ferreiro utilizava. Como resultado desta observação, e através de experimentações, Pitágoras tentou traduzir este fenómeno em razões matemáticas, que relacionassem o peso do martelo com o som produzido, através do monocórdio e com diferentes tamanhos de corda.

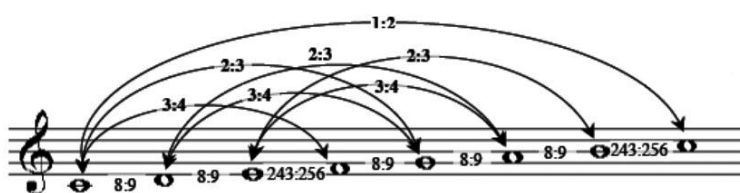


Fig.6 - Combinações dos intervalos pitagóricos



Fig.7 - Pormenor do quadro de Rafael Sanzio, onde se vê a *tetraktys* pitagórica

de sons, deram origem à escala musical pitagórica, base da música medieval ocidental.

Os pitagóricos fixaram então um sistema de sons regidos pelos números, que correspondiam à harmonia do cosmos. O princípio matemático é simples, mas a sua descoberta teve uma grande importância na teoria da proporção. A relação entre os sons correspondia a uma proporção numérica e sustentava a crença de que os fenómenos naturais tinham um fundamento matemático. “*All is Number*”⁵ e a estrutura harmoniosa do universo manifestava-se através de relações numéricas. Esta crença atribuiu um grande simbolismo e misticismo aos números, cujo sistema de relações numéricas foi muito importante no pensamento humano e da arquitectura até aos nossos dias.

O sistema musical grego exprimia-se através de relações numéricas, e os seus intervalos resultavam da combinação dos quatro primeiros números inteiros, 1, 2, 3 e 4. Estes quatro números descreviam a harmonia musical e a sua soma tinha um significado mais profundo, o número dez, conhecido como *tetraktys*, que era considerado o número perfeito e a base de todo o Universo.

A descoberta das proporções aritméticas, entre os números inteiros naturais, como expressão dos intervalos musicais, foi um grande marco no pensamento pitagórico, pois já era possível expressar de forma racional, através de sons distintos que se combinavam entre si, as divinas proporções que actuavam como princípio matemático gerador do mundo. Assim, com a descoberta da harmonia presente nos números, foi possível aplicá-la à natureza, à música e, consequentemente, à arte.

A teoria pitagórica teve uma grande influência, independentemente das épocas e dos estilos ao longo da história, e continuou a ter muitos seguidores como

⁵ N.t.: Tudo é número; conceito defendido por Pitágoras; Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, New York: The Norton Library, 1971, p.27.



Fig.8 - Platão, representado no quadro “A Escola de Atenas” de Rafael Sanzio, 1509

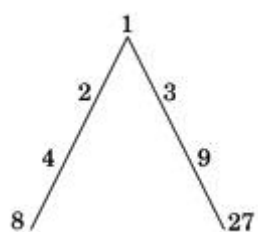


Fig.9 - *Lambda* de Platão

Platão⁶, que divulgou e desenvolveu os ensinamentos de Pitágoras, e também Vitruvius⁷, que se baseou nestes conhecimentos para estipular as suas regras para a arquitectura, em busca da harmonia e da proporção, através de um pensamento racional de composição. O pensamento lógico-racional presente na cultura clássica transpôs-se para a arquitectura e para outras artes, revelando a noção de harmonia matemática e de proporção musical. Os estudos sobre a harmonia foram cada vez mais recorrentes, demonstrando que a arquitectura e a música assentam ambas na proporção.

Pitágoras foi uma grande influência para Platão, que difundiu os ensinamentos pitagóricos, tendo como base a utilização dos números e das razões entre eles para a composição do mundo. No seu tratado, *Timeu*⁸, Platão explicava a ordem e a harmonia existente nos números e, baseando-se na sua interpretação matemática, desenvolveu estes conhecimentos pitagóricos. No decorrer dos seus estudos, apercebeu-se da existência desta harmonia nos quadrados e nos cubos, através das proporções dupla e tripla, a partir da unidade. Estas proporções deram origem a duas progressões geométricas, uma dupla e outra tripla, através dos números 1, 2, 4, 8 e 1, 3, 9, 27, respectivamente. Estas relações numéricas representavam-se na forma de *lambda*⁹ e expressavam a harmonia do mundo, através da matemática e de sete números, 1, 2, 3, 4, 8, 9 e 27.

As noções matemáticas e musicais também foram utilizadas por Platão, em *Timeu*, na sua exposição sobre os poliedros regulares. Os cinco sólidos que Platão

⁶ Filósofo grego (c. 429-347 a.C.); foi um dos responsáveis pelas bases da filosofia (ciência geral dos seres, dos princípios e das coisas), questionando-se acerca da natureza, do universo, da religião e do homem.

⁷ Marco Vitruvius Polio (séc. I a.C.); arquitecto e engenheiro romano.

⁸ Tratado teórico de Platão, sobre a origem do universo e do homem (c. 360 a.C.).

⁹ Representado pelo letra grega Λ .

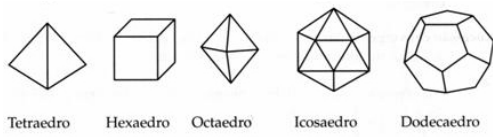


Fig.10 - Os cinco sólidos de Platão

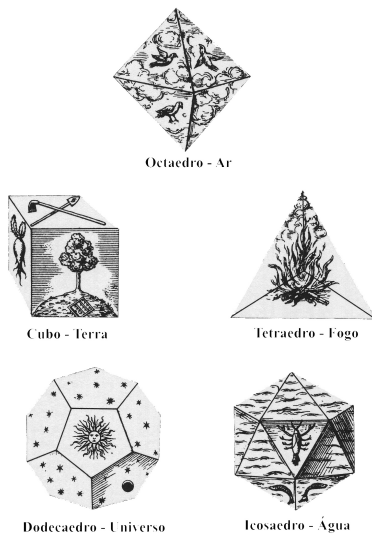


Fig.11 - Os Sólidos de Platão e os cinco elementos da natureza

apresentou, conhecidos como Sólidos de Platão, inscreviam-se perfeitamente no interior de uma esfera e apresentavam uma imagem semelhante em todas as direcções. Os nomes atribuídos a cada um destes sólidos derivavam do número de faces que apresentavam e Platão associou a cada sólido um dos quatro elementos da natureza e o quinto representava o universo, que mantinha a união dos elementos. Assim, apresentou o Tetraedro, de quatro faces, que representava o fogo, o Hexaedro, de seis faces, que representava a terra, o Octaedro, de oito faces, que representava o ar, o Dodecaedro, de doze faces, que representava o universo e, por fim, o Icosaedro, de vinte faces, que representava a água.

A interpretação da harmonia que Platão descreveu no seu tratado, baseada nos ensinamentos pitagóricos sobre as razões musicais, revelou-se mais rigorosa em termos matemáticos, tendo uma maior influência na proporção arquitectónica. De acordo com Karl Popper¹⁰, Platão “*chose geometry as the new basis, and the geometrical method of proportion as the new method; who drew up a programme for a geometrization of mathematics, including arithmetic, astronomy, and cosmology; and who became the founder of the geometrical picture of the world, and thereby also the founder of modern science*”¹¹. Os ensinamentos pitagóricos adquiridos, permitiram a Platão desenvolver as suas ideologias sobre a harmonia do mundo e a traduzi-las para o campo da geometria, tornando-se numa figura muito influente na história da geometria e da arquitectura.

¹⁰ Filósofo austríaco (1902-1994); também estudou matemática, física e história da música.

¹¹ N.t.: escolheu a geometria como a nova base, e o método geométrico de proporção como o novo método; foi quem desenhou um programa para a geometrização da matemática, incluindo a aritmética, a astronomia e a cosmologia; e tornou-se o fundador da imagem geométrica do mundo, e assim também o fundador da ciência moderna.; Richard Padovan, *Proportion: Science, Philosophy, Architecture*, New York: Routledge, 2008, p.102.

A figura humana

Com o desenvolvimento do pensamento arquitectónico, os números, que até então para os gregos tinham um significado cósmico e divino, começaram a ser interpretados como uma representação humana, a partir do desenvolvimento do Império Romano. O pensamento da harmonia musical, baseado nos modelos gregos, continuava presente nos romanos, mas, ao contrário dos gregos que os utilizavam nos templos, as proporções arquitectónicas eram utilizadas de forma a servir os edifícios do Império Romano.

Vitrúvio conhecia os ensinamentos pitagóricos sobre os números e referiu-se a este pensamento racional de composição no seu tratado *De Architectura*¹². Este tratado era uma reflexão sobre os conceitos e as questões técnicas e estéticas da arquitectura romana, referindo-se à arte de construir e ao estado da arquitectura na

¹² Tratado de arquitectura de Vitrúvio (c. 27 a.C.); considerado um dos primeiros testemunhos escritos sobre a teoria da arquitectura.



Fig.12 - Marco Vitruvio

época. O tratado de Vitruvius sobre a arquitectura, constituído por dez livros, é um dos mais antigos que se conhece e é uma das bases mais importantes da arquitectura. O seu tratado abrange várias matérias relacionadas com esta disciplina, desde os materiais de construção, os diferentes tipos de edifícios, a decoração, entre outros.

De acordo com Vitruvius, a geometria era uma base muito importante para a arquitectura, pois era através da aritmética que se calculavam os edifícios, se definiam as medidas utilizadas e era através dos métodos geométricos que se encontrava a solução para as questões da proporção. No seu tratado, Vitruvius referia a importância das proporções e das relações exactas entre as dimensões numa obra de arquitectura. Um edifício devia reger-se por vários tipos de regras e, para isso, o arquitecto devia possuir vários conhecimentos, sobre diferentes disciplinas, que lhe permitiam elaborar um projecto de arquitectura. No início do seu tratado, Vitruvius referiu quais eram os requisitos necessários a um arquitecto, em que este devia possuir conhecimentos teóricos e práticos de geometria, astronomia, aritmética, música, entre outros. Assim, referindo-se à tradição pitagórica, a música era uma das disciplinas que um arquitecto devia conhecer e compreender, para desta forma compreender também a matemática. Estes conhecimentos permitiam elaborar um projecto de arquitectura com as dimensões correctas, baseado num sistema proporcional e harmonioso.

Vitruvius enumerou alguns conceitos referentes a vários aspectos da proporção, como a ordenação, a disposição, a eurytmia, a comensurabilidade, o decoro e a distribuição. Segundo o arquitecto, a ordenação, em latim *ordinatio*, correspondia à proporção das partes da obra em separado e à comparação proporcional do conjunto, tendo em vista a comensurabilidade. A disposição, em latim *dispositio*, era a correcta colocação dos elementos e o efeito estético da obra. A eurytmia, em latim *eurytmia*, dizia respeito à forma exterior elegante e à adequação das diferentes partes, conferindo um aspecto harmonioso. A comensurabilidade, em

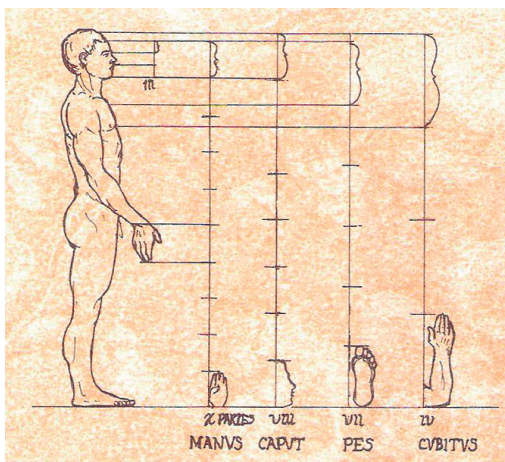


Fig.13 - Comparação das medidas do corpo humano

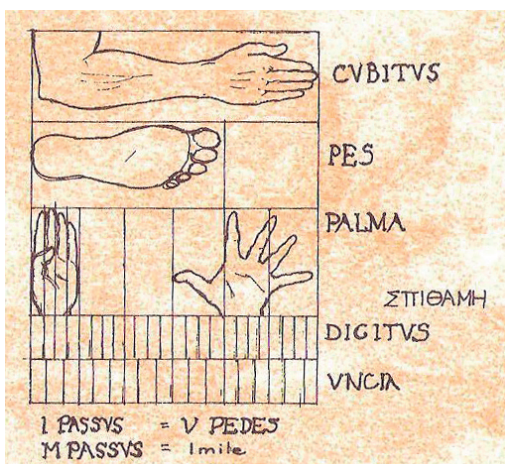


Fig.14 - Medidas dos membros do corpo humano

latim *symmetria*, consistia no equilíbrio das diferentes partes da obra e na correspondência dessas partes em separado com a harmonia do conjunto. O decoro, em latim *decor*, referia-se ao aspecto perfeito da obra, quando realizada segundo alguma autoridade ou um princípio, como, por exemplo, a um Deus. Por fim, a distribuição, em latim *distributio*, correspondia à divisão apropriada dos meios e do solo e ao equilíbrio económico nas despesas da obra. Recentemente, Dom Hans van der Laan recuperou alguns destes termos, tais como ordenação e disposição, e também euritmia e comensurabilidade, aplicando-os na sua teoria da arquitectura.

No seu tratado, Vitruvius descreveu a composição dos templos, baseada na comensurabilidade e na proporção, comparando-os ao corpo humano. A correspondência entre as partes e o todo da obra definia o sistema de proporções e o equilíbrio do conjunto, tal como acontece com o homem. Segundo o arquitecto, o corpo humano era composto por várias proporções e, de um modo semelhante, as diferentes partes dos edifícios sagrados deviam ser proporcionais ao conjunto arquitectónico. Vitruvius descreveu as proporções do corpo humano e, fazendo alusão a este sistema regulador, referiu que este se devia reflectir nas proporções dos templos, justificando as relações proporcionais entre os elementos arquitectónicos.

Vitruvius combinou o corpo humano com as figuras geométricas mais perfeitas, o quadrado e o círculo, e demonstrou que o homem, com as pernas e os braços estendidos, se inscrevia nestas figuras geométricas, provando a harmonia e a perfeição do corpo humano. Segundo o arquitecto, a natureza desenhou o corpo do homem de modo a que os seus membros correspondessem proporcionalmente à sua figura, então o homem também devia desenhar as suas obras de forma a existir uma perfeita relação entre as partes e destas com a imagem geral do edifício, através do uso das proporções e das regras geométricas. Esta descrição de Vitruvius inspirou



Fig.15 - Leonardo da Vinci

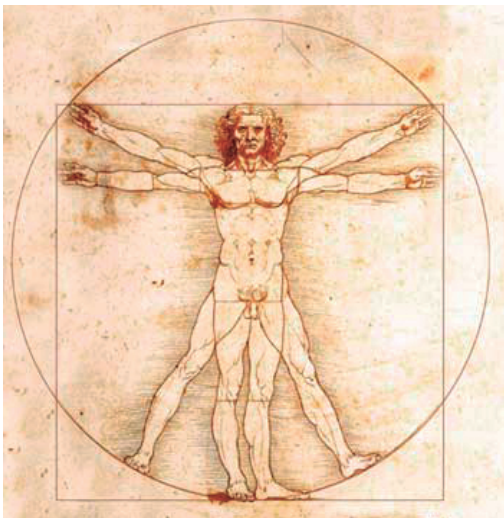


Fig.16 - Homem Vitruviano

Leonardo da Vinci¹³ a desenhar o ‘Homem Vitruviano’, que traduziu as proporções referidas pelo arquitecto no seu tratado. Através deste desenho, foi possível observar que a altura de um homem era igual à medida existente entre os seus braços estendidos, em que esta relação formava um quadrado, no qual se inseria toda a figura humana. As mãos e os pés formavam uma circunferência, na qual se inscrevia também todo o corpo, cujo centro correspondia ao umbigo do homem. Estes estudos e princípios de Vitruvius constituíram a base do pensamento de muitos arquitectos ao longo da história e o seu tratado foi copiado e divulgado desde a Idade Média¹⁴, tendo sido também uma grande influência no pensamento dos tratadistas italianos.

Durante o período medieval, as proporções geométricas continuaram a fazer parte do pensamento dos arquitectos, mas com uma menor predominância. Conheciam as teorias de proporção desenvolvidas na Antiguidade e esta concepção sobre a forma de regular a arquitectura também foi empregue na Idade Média, mas a sua utilização foi escassa. Durante esta época viviam em função da igreja e de Deus, tendo o homem uma posição menos central no pensamento da Idade Média.

As reflexões de Vitruvius foram uma das maiores influências no período medieval, sendo divulgadas por Vicent de Beauvais¹⁵, em que os conceitos vitruvianos de ordem e simetria eram uma característica desta arquitectura. O entendimento da proporção humana e o uso da geometria, apesar das escassas evidências que o

¹³ Artista do Renascimento (1452-1519); conhecido principalmente como pintor, mas também realizou muitos estudos na área da matemática, da física, da engenharia, entre outras, sendo um homem de muitos talentos.

¹⁴ Período histórico que decorreu entre os séculos V e XV, que se iniciou com a queda do Império Romano.

¹⁵ Frade dominicano e teórico do século XIII.

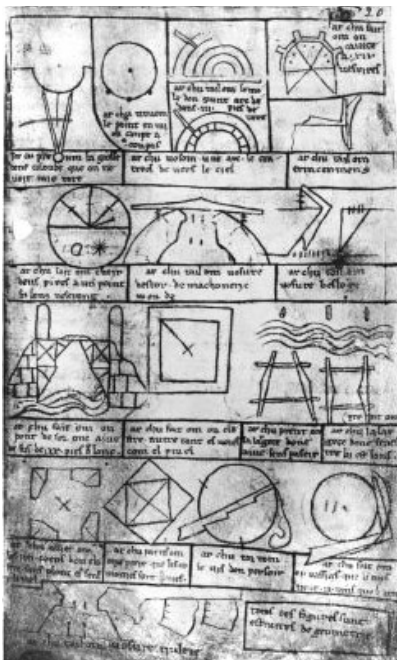


Fig.17 - Figuras geométricas para a construção de edifícios



Fig.18 - Vários estudos do rosto do homem e animais

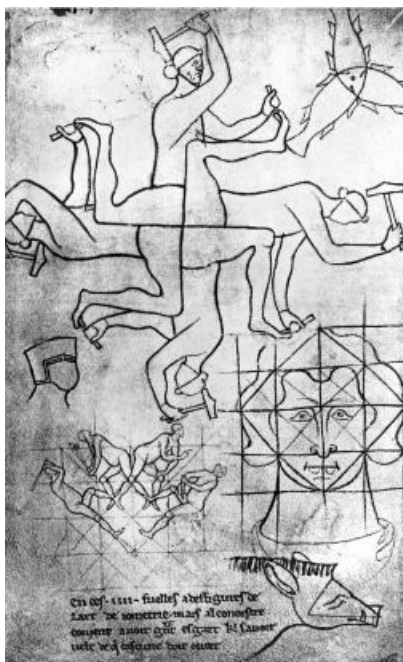


Fig.19 - Estudos do homem e do rosto

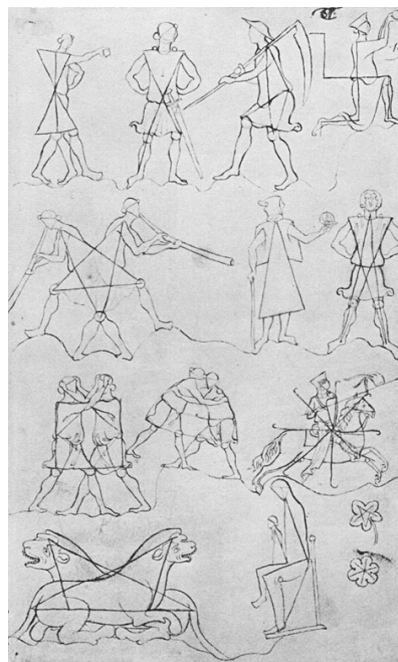


Fig.20 - Estudos geométricos do corpo humano

demonstrem, também estavam presentes no pensamento da Idade Média, como é o caso do ‘caderno’ de desenhos¹⁶ de Villard de Honnecourt¹⁷.

No seu caderno de viagem, Honnecourt expôs a sua forma de interpretar o que o rodeava. Neste caderno, no decurso das suas viagens, desenhou figuras humanas em roupas drapeadas, objectos específicos e instruções para a sua execução, edifícios e apontamentos sobre estes, e apresentou um estudo sobre a figura humana e a forma como esta se desenhava. Era evidente a sua preocupação com as proporções e as relações geométricas e numéricas, através da medição visual dos diferentes elementos referidos.

A representação da figura humana foi realizada pelo arquitecto através de uma figuração mnemónica, que pretendia fornecer uma base geométrica para os arquitectos e para os escultores, com recurso a figuras geométricas simples, como o triângulo e o quadrado, ou à estrela pentagonal. Estas configurações humanas podiam ter como referência as reflexões de Vitrúvio, mas o texto anexo aos seus desenhos não garante esta relação, revelando muito pouco sobre o pensamento de Villard de Honnecourt. O arquitecto desenhou uma estrela de cinco pontas na figura humana, e também no rosto do homem, mas a geometria desta figura pentagonal foi distorcida, de forma que esta se adequasse à imagem do homem. A estrela tinha cinco pontas, mas não parecia existir uma ligação entre as suas medidas nem se relacionava com a estrela pentagonal regular. Era então um simples guia para o desenho da figura humana, em que Honnecourt fornecia um método de representação, através da geometria, que facilitava o desenho e o trabalho dos artistas, sem a imposição de uma norma rigorosa da geometria e das proporções humanas.

¹⁶ Caderno de viagem de Villard de Honnecourt, no qual são apresentados os mais diversos desenhos de figuras humanas, animais, objectos e edifícios, como resultado das suas viagens e das suas observações.

¹⁷ Arquitecto francês (c. 1225-1250).

Honnecourt é frequentemente mencionado em relação à aplicação da matemática na arte da Idade Média. Apesar do uso da geometria ser pouco claro, percebe-se que o seu conceito de geometria e de proporção das figuras consistia na elaboração de uma imagem geométrica que servia de base ao desenho. Constituíam-se, assim, um método pré-concebido no intelecto dos artistas, que podia ser aplicado na produção do desenho e da construção.



Fig.21 - Deus, arquitecto do Universo

A harmonia divina

A Idade Média foi uma época de expansão do Cristianismo e, por isso, a sua arquitectura reflectiu esta ascensão da igreja católica. Este período guiou-se pelas ideias religiosas, pelo que a arquitectura se limitou, praticamente, à construção de igrejas e catedrais. A Idade Média é considerada como uma ponte de ligação entre a Antiguidade Clássica e o Renascimento¹⁸, época onde os conceitos da proporção e da harmonia musical voltaram a ganhar uma nova vida. Durante o período medieval, este tema resumiu-se, em grande parte, a escritos teóricos e filosóficos sobre a harmonia, sendo Santo Agostinho¹⁹ e Boécio²⁰ duas figuras de destaque na relação entre a música e a arquitectura. Para estes dois autores, as leis da música corporizavam um princípio cósmico que se estendia a todas as artes.

¹⁸ Período histórico que decorreu entre os séculos XIV e XVII, que se iniciou em Itália.

¹⁹ Aurélio Agostinho, também conhecido como Bispo de Hipona (c. 354-430); teólogo e filósofo cristão.

²⁰ Anicius Manlius Severinus Boethius (c. 470-524), filósofo e teórico musical da Idade Média.



Fig.22 - Santo Agostinho

Santo Agostinho foi um dos principais teóricos de referência da Idade Média, pois as suas reflexões sobre a arte e a religião moldaram o pensamento desta época. A intenção de Santo Agostinho era conceber uma doutrina racional sobre Deus e as suas criações, porque considerava o mundo e a sua beleza como um reflexo divino. Assim, ao compreender a criação de Deus e a harmonia presente nas criações divinas, era possível atingir a sua beleza. O seu pensamento constituiu uma base para a visão do homem medieval, sobre o estudo da religião e da natureza, sendo considerado um dos pilares da filosofia cristã de todos os tempos. As suas análises teóricas demonstravam o seu conhecimento da natureza, mas o seu pensamento era de origem divina. Desta forma, concluiu que a natureza era divina, criação do próprio Deus, que criou o mundo segundo modelos de beleza eternos.

De acordo com Santo Agostinho, a beleza do mundo traduzia-se na harmonia dos seus elementos, mas esta harmonia, sendo uma criação de Deus, para ser interpretada pelo homem tinha que se traduzir em números. Uma das interpretações para a harmonia do mundo, residia na música, como se verificou durante a Antiguidade. Para muitos artistas, a beleza era concebida em termos musicais, pois os números e as proporções existentes na música eram uma interpretação da beleza criada por Deus, por isso, o estudo da música conduzia à beleza divina.

Influenciado por Platão, foi responsável pela entrada do pensamento grego e pitagórico na tradição cristã. É perceptível a influência de Pitágoras e de Platão durante este período, pois o pensamento matemático e o estudo dos números são dominantes em Santo Agostinho. Este acreditava que a arquitectura e a música eram irmãs, pois ambas eram criadas a partir dos números. Enquanto a arquitectura revelava a harmonia através das proporções visuais que empregava, a música transmitia a sua harmonia através do som.

O seu tratado, *De musica*²¹, composto por seis livros, era um estudo sobre o ritmo e o movimento como origem da arte e também sobre a harmonia na criação de Deus. No primeiro livro deste seu tratado, Santo Agostinho definiu a música como a “*ciência da boa modulação*”²², porque se governava através de leis numéricas e estas eram aplicadas na sua composição. Era então uma ciência matemática, que se servia dos números e das razões matemáticas existentes entre eles para regular a sua concepção e criar uma arte musical com proporções harmoniosas. Desta forma, Santo Agostinho deu continuidade aos princípios pitagóricos, em que os números eram a chave para interpretar o universo. Segundo Santo Agostinho, a relação matemática mais perfeita era a relação 1:1, que transmitia a noção de igualdade e de simetria, seguindo-se as relações 1:2, 2:3 e 3:4, as consonâncias simples, correspondentes à oitava, quinta e quarta, respectivamente, já enunciadas por Pitágoras.

De acordo com a sua doutrina religiosa, a Bíblia assumia-se para Santo Agostinho como uma autoridade, e este baseou-se numa passagem bíblica, existente no Livro da Sabedoria, de Salomão²³, em que, referindo-se a Deus afirmou “*You have ordered all things in measure, number and weight*”²⁴, concluindo que, sem os números, o universo se transformaria num caos e num mundo desorganizado. Esta forma de ver e de interpretar o universo, e conseqüentemente, as artes, constituíram a base teórica da filosofia de Santo Agostinho. Para este, a música e as relações entre os seus intervalos estabeleciam os princípios matemáticos, pelos quais acreditava que Deus tinha criado o universo. As razões matemáticas, quando aplicadas às artes

²¹ Tratado de Santo Agostinho, publicado em 389, no qual analisa a concepção de Deus e da música.

²² Otto von Simson, *A Catedral Gótica*, tradução de João Luiz Gomes, Lisboa: Editorial Presença, 1991, p.41.

²³ Livro do Antigo Testamento.

²⁴ N.t.: Tu ordenaste todas as coisas em medida, número e peso; Richard Padovan, *op. cit.*, p.179.



Fig.23 - Boécio

visuais, em particular à arquitectura, revelavam a harmonia visual das proporções. Desta forma, para Santo Agostinho, a beleza das proporções divinas residia nestas razões matemáticas que, por sua vez, se baseavam nos quatro primeiros números, que formavam a *tetraktys*, anteriormente referida. Assim, demonstrou que o número, elemento constituinte das relações matemáticas, quando aplicado à arquitectura revelava a perfeição das proporções e a imagem divina que pretendia alcançar, tendo influenciado muitos artistas ao longo da história através do seu pensamento divino sobre a harmonia e a proporção.

Boécio, como discípulo de Santo Agostinho, e seguindo os seus ensinamentos, é também considerado uma grande referência para o estudo da matemática durante este período. Para Boécio, também a música se baseava na matemática, através de relações proporcionais entre os números, fundamentando-se nas teorias pitagóricas. A música e as consonâncias musicais estavam presentes em todo o universo e esta tinha uma grande influência na vida humana. A matemática era, então, o instrumento que permitia compreender e conhecer a arte musical, através dos números e das suas relações.

Um dos objectivos de Boécio era proporcionar uma base racional e matemática às quatro principais disciplinas da Antiguidade, a música, a geometria, a aritmética e a astronomia, também conhecidas como o *quadrivium*. Para Boécio, era natural a existência de uma relação entre a música e o estudo da matemática e da geometria. Tal como Santo Agostinho, baseou-se nos ensinamentos pitagóricos sobre a música, os intervalos musicais e as razões numéricas. De acordo com Boécio, as proporções enumeradas por Pitágoras e Platão correspondiam a consonâncias perfeitas, não só na música, como também na geometria, e transmitiam a beleza do



Fig.24 - Ilustração de Boécio, Pitágoras, Platão e Nichomachus, presente no tratado de Boécio

mundo, pois, como referiu Platão, “o ouvido é afectado pelos sons exactamente da mesma forma que o olho o é pelas impressões ópticas”²⁵.

O seu tratado, *De institutione musica*²⁶, apoiava-se na doutrina pitagórica e no estudo das suas proporções musicais, traduzidas através da matemática. Na sua obra, dividida em cinco livros, considerava a música como um princípio regulador existente em todo o universo, sendo a partir desta que se obtinha a beleza das proporções. Nos primeiros quatro livros do seu tratado, Boécio referiu-se à teoria musical pitagórica, através de fundamentos filosóficos, demonstrações matemáticas e exposição do sistema proporcional pitagórico. No último livro, o autor apresentou uma tradução do primeiro livro de *Harmonica*²⁷, de Ptolomeu²⁸, no qual este realizou uma abordagem crítica à doutrina pitagórica.

Na sua obra teórica desenvolveu uma descrição pormenorizada do sistema musical grego, elaborado por Pitágoras e os seus sucessores, revelando, assim, a sua crença na música como um sistema ordenador e regulador, que se traduzia através da matemática, para então ser aplicada em todas as artes. A influência de Boécio na Idade Média, e ao longo da história, revela-se no tratamento das proporções e na procura da harmonia visual, obedecendo a simples relações matemáticas. De facto, durante o Renascimento, os arquitectos que se baseavam nos ensinamentos de Vitruvius e no seu tratado, onde este referia que se devia possuir conhecimentos de várias disciplinas, entre as quais a música, recorriam aos escritos de Boécio para adquirirem esse conhecimento musical necessário à compreensão da harmonia e da proporção.

²⁵ Otto von Simson, *op. cit.*, p.48.

²⁶ Tratado musical de Boécio (c. 510).

²⁷ Tratado de três volumes sobre a teoria matemática da música.

²⁸ Cláudio Ptolomeu (c. 87-150); astrónomo, geógrafo e matemático grego.

No período renascentista houve um crescimento e uma valorização da cultura da Antiguidade Clássica. O mundo antigo era considerado como o apogeu da criação humana e durante o Renascimento houve um retorno às suas formas clássicas, à proporção e aos sistemas de medidas. O estudo da matemática, da geometria e dos princípios da proporção voltaram a ter um novo interesse no pensamento renascentista. O testemunho de Vitruvius foi muito divulgado durante o Renascimento, e as suas noções de proporção e de simetria serviram de base para a arquitectura desta época. O desenho vitruviano da figura humana inscrita num quadrado e num círculo foi estudada e adaptada ao longo deste período, tornando-se num dos princípios fundamentais do Renascimento. Muitos foram os teóricos que, influenciados por estes princípios pitagóricos e vitruvianos, publicaram os seus conceitos sobre a proporção e a harmonia.

Um destes teóricos foi Francesco Zorzi²⁹, que utilizou a Bíblia como um meio para valorizar as teorias pitagóricas e platónicas sobre o sistema musical, as proporções e os intervalos numéricos. O seu tratado *De Harmonia Mundi Totius*³⁰, era um estudo sobre a harmonia do universo e as leis que o governavam.

Neste tratado estava patente a base da doutrina cristã e a sua combinação com o pensamento teórico de Platão, anteriormente exposto em *Timeu*. A fé religiosa de Zorzi recuperou o pensamento divino no Renascimento, e a crença de que Deus criou a perfeição através de relações harmoniosas entre os números e as proporções. Zorzi estudou e desenvolveu a teoria pitagórica, baseando-se nas proporções dos intervalos musicais e nas relações numéricas. O seu tratado também evidenciava o esquema proporcional definido por Platão, em que o mundo se regia por leis e proporções musicais, através dos números 1, 2, 3, 4, 8, 9 e 27. Zorzi interpretou o

²⁹ Filósofo e monge franciscano (1466-1540).

³⁰ Tratado de Francesco Zorzi, publicado em 1525.

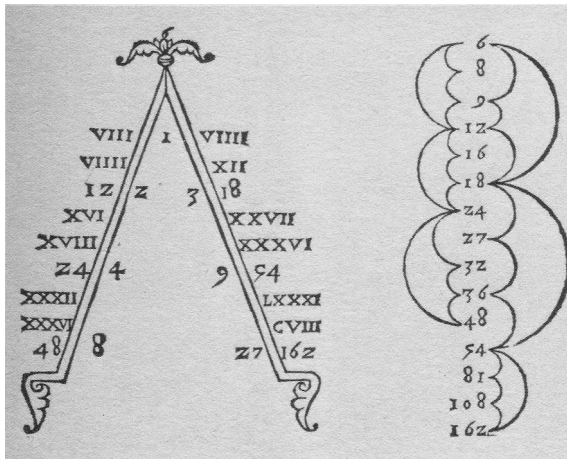


Fig.25 - Interpretação de Francesco Zorzi do *lambda* de Platão



Fig.26 - Representação da figura humana por Francesco Zorzi

sistema de Platão, o já referido *lambda*, constituído pelos intervalos correspondentes ao dobro e ao triplo a partir da unidade. Na sua interpretação destas medidas, de forma a encontrar a harmonia que regulava o seu pensamento, propôs um ajuste das medidas e sugeriu a utilização do número 6 como sendo o termo mais pequeno, obtendo-se assim as séries dupla 6, 12, 24, 48 e tripla 6, 18, 54, 162. Esta aplicação da teoria musical de Platão demonstrava a compreensão de Francesco Zorzi sobre o significado que os números e as progressões geométricas tinham para a proporção arquitectónica.

No seu tratado sugeria que o corpo humano estava em harmonia com as razões musicais, enumerando-as de acordo com diferentes partes do corpo, utilizando os números presentes no sistema musical de Pitágoras e no *lambda* de Platão. Desta forma, apresentou um homem inscrito num círculo, revelando uma nova configuração da interpretação do homem vitruviano. Esta figura humana tinha para Zorzi um duplo significado, por um lado representava o mundo real, através das relações numéricas que se estabeleciam, e por outro representava a relação próxima entre Deus e o homem, devido às proporções divinas e às relações harmoniosas que regulavam o mundo. Assim, reafirmou a sua crença em Deus, em que o homem foi feito à sua imagem e perfeição, incorporando a harmonia do mundo, através da utilização e da interpretação dos princípios gregos.

O tratado de Zorzi era, então, uma fusão entre o pensamento da Antiguidade e da crença religiosa, reforçando a importância e o valor das relações numéricas na vida humana. Para empregar estes princípios teóricos, Francesco Zorzi aplicou-os num projecto que desenhou para a Igreja de San Francesco della Vigna, servindo-se das proporções musicais, utilizadas tanto em planta como em altura, tendo elaborado este projecto no seu tratado, *De Harmonia Mundi Totius*, demonstrando, assim, o papel que a proporção e a harmonia representam na arquitectura.

O desenho geométrico

O simbolismo do número, as relações matemáticas e a elaboração de conceitos, tanto na composição musical como na arquitectura, serviram de base ao pensamento do Renascimento. Os artistas deste período baseavam-se no conceito pitagórico de ‘tudo é número’, também sustentado por Platão e Santo Agostinho, e acreditavam que o universo assentava numa estrutura matemática e harmoniosa. As relações pitagóricas tornaram-se a base da proporção arquitectónica, em que as consonâncias musicais transmitiam a harmonia universal através de simples razões numéricas. As proporções eram o princípio de ordem que regulava a composição arquitectónica, garantindo a concordância entre todas as partes de um edifício, e das partes com o todo. A aplicação da proporção e da harmonia aos templos, por parte de Vitruvius, transmitiu aos artistas renascentistas a verdade sobre o homem e o mundo, valorizando a relação entre os dois.

A música exercia uma atracção nos artistas do Renascimento, pois era considerada uma ciência matemática, tradição já existente desde a Antiguidade, em



Fig.27 - Leon Battista Alberti

que a aritmética, a geometria, a astronomia e a música formavam o *quadrivium*, o conjunto das artes matemáticas. Houve, então, a necessidade de conceder à arquitectura um princípio teórico, baseado na música e nas suas relações numéricas, através da proporção arquitectónica. Assim, a música foi o meio que permitiu à arquitectura, anteriormente pertencente ao campo dos ofícios e às artes manuais, considerada de menor importância, elevar-se ao nível das artes matemáticas do *quadrivium*, tendo as teorias musicais como princípio da composição arquitectónica.

A partir de então, conhecer e compreender a teoria musical tornou-se obrigatório para a formação dos artistas, princípio já antes defendido por Vitruvius. Este demonstrou a necessidade de um arquitecto possuir conhecimentos musicais e a referência musical existente nessa época era, principalmente, o tratado de Boécio, da Idade Média. Assim, o arquitecto dispunha de um conjunto de relações e de proporções para utilizar nos seus edifícios, que exprimia a harmonia e a ordem divina. Muitos arquitectos influenciados por estes conceitos, publicaram os seus princípios teóricos sobre a arquitectura e a sua composição.

Os tratados realizados durante a Idade Média tiveram uma grande influência em Leon Battista Alberti³¹, pois permitiram-lhe conhecer a teoria musical e a harmonia presente nesta disciplina. Alberti teve a seu cargo a tradução do tratado de arquitectura de Vitruvius, os dez livros do *De Architectura*, sendo outra grande influência para o arquitecto. O seu tratado *De re aedificatoria*³², tal como o tratado de Vitruvius, era composto por dez livros. Este foi o primeiro tratado de arquitectura do Renascimento, no qual Alberti descreveu como devia ser a igreja ideal neste período. Recomendou que o desenho da igreja tivesse como base sete figuras geométricas, que considerava serem as figuras ideais, pois eram derivadas do círculo, a forma mais

³¹ Arquitecto e teórico italiano (c. 1406-1472).

³² Tratado de arquitectura de Alberti, concluído em 1452; só foi publicado em 1486, após a sua morte.

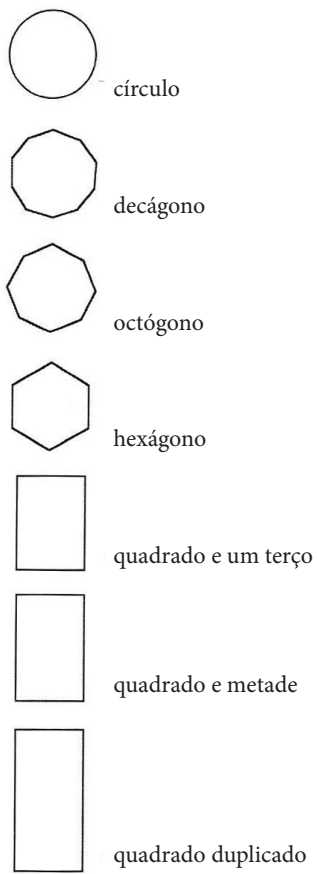


Fig.28 - As sete formas geométricas de Alberti

perfeita. Estas sete figuras eram, então, o círculo, o hexágono, o octógono, o decágono e as restantes três desenvolviam-se a partir do quadrado, ou seja, um quadrado mais a sua metade, um quadrado mais o seu terço e um quadrado duplicado.

Em *De re aedificatoria*, Alberti referia-se à música como o princípio ordenador da arquitectura, a partir da qual se obtinham todas as proporções necessárias para a construção dos edifícios. Segundo o autor, os arquitectos deviam tomar as relações harmoniosas e proporcionais da música para atingir uma harmonia universal, pois estas eram uma criação da natureza. O principal objectivo de Alberti era que os arquitectos alcançassem o que ele denominava de *concinntas*, que se podia traduzir como a harmonia da proporção, em que, de acordo com o arquitecto “*a beleza é a concinidade, em proporção exacta, de todas as partes no conjunto a que pertencem, de tal modo que nada possa ser adicionado ou subtraído, ou transformado sem que mereça reprovação*”³³. Desta forma, referia-se à beleza e à proporção, dois conceitos presentes no seu tratado. Entendia a ‘beleza’ como a combinação de todos os elementos do projecto, respeitando as relações proporcionais da obra, permitindo o equilíbrio do conjunto edificado, tendo, assim, uma conotação mais estética. A ‘proporção’ era o sistema de relações que permitia o desenho da obra, através de um raciocínio lógico e matemático, para alcançar a beleza. Desta forma, o pensamento de Alberti era então baseado em Vitruvius, que considerava que o edifício devia conter uma sistema racional de proporções presente em cada elemento do edifício, e todas essas partes tinham que se relacionar entre si, para criar um conjunto harmonioso e proporcional, em que nada podia ser acrescentado ou retirado sem que afectasse a harmonia do todo.

³³ Leon Battista Alberti, *Da Arte Edificatória*, tradução de Arnaldo Monteiro do Espírito Santo e revisão de Mário Júlio Teixeira Krüger, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2011, p.377.

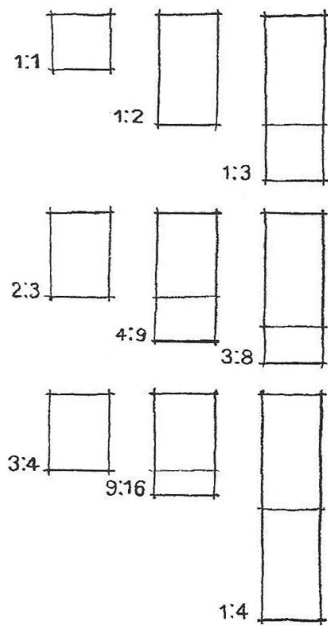


Fig.29 - Proporções recomendadas por Alberti

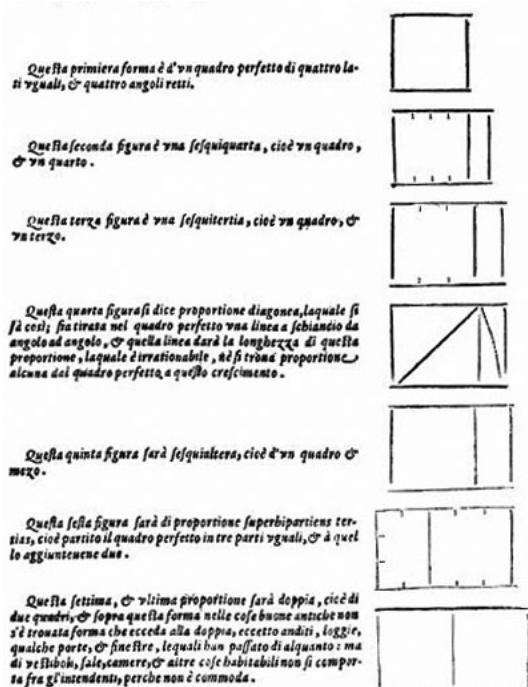


Fig.30 - As sete proporções de Serlio

De acordo com Alberti, a harmonia e a proporção eram os parâmetros essenciais para atingir grandes obras arquitectónicas. O autor relacionava, assim, a harmonia musical com as proporções que se podiam aplicar na arquitectura, de forma a transferir a sua harmonia para os edifícios. As consonâncias musicais eram determinadas por razões matemáticas, que se traduziam em números e, segundo Alberti, “*the very same numbers that cause sound to have that concinnitas, pleasing to the ears, can also fill the eyes and mind with wondrous delight*”³⁴. Esta referência à música, baseava-se na sua convicção de que a arte musical e a arte edificatória assentavam na matemática, apoiando-se nos estudos pitagóricos para relacionar estas duas artes. No seu tratado, Alberti descreveu os intervalos musicais que lhe permitiam criar uma estrutura harmoniosa, baseada na matemática, e que fosse possível de utilizar em todas as criações arquitectónicas. Enunciou os intervalos de Pitágoras, correspondentes às consonâncias simples, 1:2, 2:3 e 3:4, e as compostas, como 1:3 e 1:4, e referiu que ao combinar as relações musicais entre elas, era possível manter a sua proporcionalidade e harmonia.

Tal como Alberti, também Sebastiano Serlio³⁵ recomendou a utilização de sete formas geométricas no desenho dos edifícios. Na procura destas formas geométricas, como o pentágono, o hexágono, o octógono e o eneágono, Serlio demonstrou a sua construção, através de um método geral da divisão da circunferência, podendo esta ser dividida em qualquer número de partes desejadas. De acordo com o seu método, a partir de um quarto da circunferência, este era dividido, a olho, no número apropriado de partes. Assim, esta divisão aproximada permitia que, ao juntar os quatro quartos de circunferência divididos, se formasse um círculo inteiro com o

³⁴ N.t.: os mesmos números que permitem ao som ser dotado da *concinnitas*, agradando aos ouvidos, também podem encher os olhos e a mente com um prazer maravilhoso; Lionel March, *Architectonics of Humanism – essays on number in architecture*, London: Academy Editions, 1998, p.91.

³⁵ Arquitecto italiano (1475-1554).

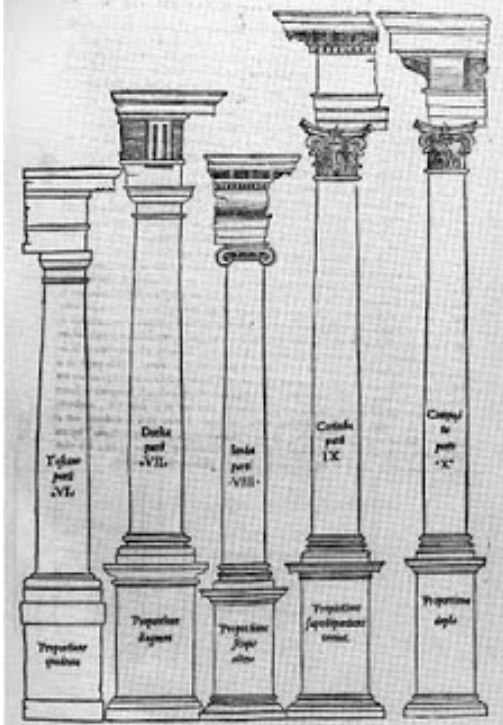


Fig.31 - As cinco ordens, Serlio

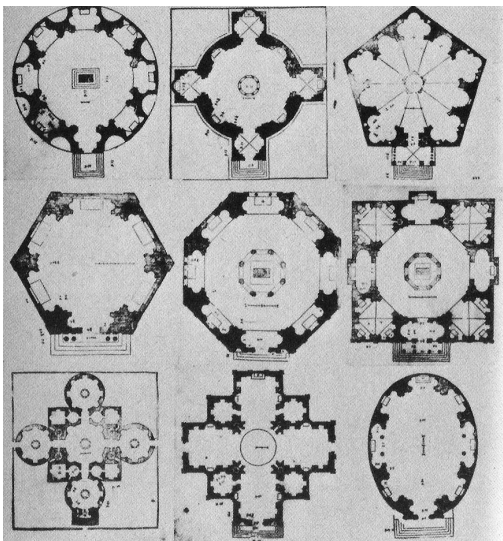


Fig.32 - Plantas centralizadas de Serlio

número de divisões pretendidas. Neste grupo de figuras que Serlio sugeriu, os seus comprimentos e larguras originavam-se pelas razões 1:2, 2:3 e 3:4, que correspondiam às razões numéricas da *tetraktys* pitagórica.

O seu tratado *I sette libri dell'architettura*³⁶ foi um dos mais importantes no Renascimento, não só devido ao seu conteúdo teórico, mas também por ser escrito em italiano e por conter ilustrações que acompanhavam os seus textos, ao contrário do tratado de Alberti, que era em latim e sem ilustrações. No seu tratado, Serlio expôs a importância da geometria e da perspectiva na arquitectura e transmitiu informações práticas sobre a arquitectura e os edifícios. Dos seus sete livros, quatro dedicavam-se às ordens arquitectónicas, fixando uma lista de cinco ordens, a toscana, a dórica, a jónica, a coríntia e a compósita, descrevendo as suas características aritméticas e geométricas, assim como a sua decoração. O primeiro livro a ser publicado foi o Livro IV, denominado *Regole generali d'architettura*, e era inteiramente dedicado às ordens arquitectónicas. No Livro V, Serlio apresentou dez desenhos para aplicar nas igrejas e outros dois nas basílicas, sendo todos esses desenhos de formas geométricas centralizadas. A primeira era a forma circular, considerada a mais perfeita de todas, e as restantes formas eram desenvolvimentos do círculo e do quadrado, tais como a oval, o pentágono, o hexágono, o octógono, entre outras.

O seu discípulo, Giacomo Vignola³⁷, foi também um arquitecto de referência do estilo italiano renascentista. No seu tratado teórico, *Regola delli cinque ordini di architettura*³⁸, expôs a sua interpretação das ordens arquitectónicas, tendo como base o tratado do seu antecessor. O tratado de Vignola não continha texto, apenas uma

³⁶ Tratado de arquitectura de Sebastiano Serlio, publicado a partir de 1537.

³⁷ Arquitecto italiano (1507-1573).

³⁸ Tratado de arquitectura de Vignola, publicado em 1562.

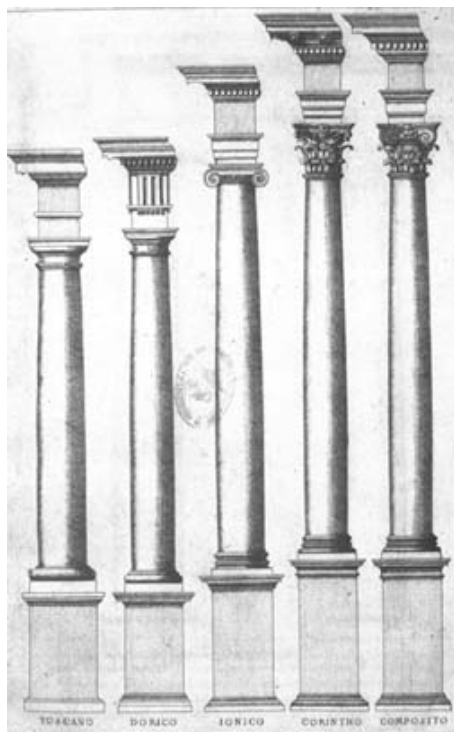


Fig.33 - As cinco ordens, Vignola



Fig.34 - Andrea Palladio

pequena introdução e pretendia fornecer uma resposta aos métodos de desenho e de construção correntes da época. O seu esforço de sistematização das ordens, através do seu conhecimento de geometria, centrava-se na definição de uma correspondência entre os elementos de uma obra, e na proporção contínua entre eles, mesmo para as partes mais pequenas de um edifício. Para Vignola, a música tinha uma base mais rigorosa que a arquitectura, pelo que pretendia atingir um sistema proporcional arquitectónico que garantisse a manifestação da teoria musical e a sua harmonia.

O estudo da relação entre a música e a arquitectura e o estabelecimento das suas proporções foi aprofundado ao longo dos tempos, e as teorias anteriormente definidas foram-se completando. Andrea Palladio³⁹, influenciado por Alberti, cerca de um século mais tarde, utilizou as proporções musicais nos seus projectos de arquitectura, principalmente nas suas *villas*, tendo-se tornado num dos primeiros arquitectos renascentistas a aplicar a teoria das proporções em edifícios não-religiosos. No seu tratado *Quattro libri dell'architettura*⁴⁰, Palladio apresentou as bases para projectar e construir edifícios públicos e privados, sendo este constituído por quatro livros, como o seu nome indica. No primeiro livro, Palladio descreveu as ordens arquitectónicas e fez alusão a outras questões que serviam de base à arquitectura. Nos restantes três livros referiu-se aos edifícios e à sua construção, nomeadamente aos edifícios privados, aos edifícios públicos e, por fim, aos templos.

O pensamento de Palladio derivava de Alberti, então, completando a definição de 'beleza' do seu antecessor, mencionou que *"beauty will result from the beautiful form and from the correspondence of the whole to the parts, of the parts amongst themselves, and of these again to the whole; so that the structures may appear an entire and complete body, wherein each member agrees with the other and all*

³⁹ Arquitecto italiano (1508-1580).

⁴⁰ Tratado de arquitectura de Palladio, publicado em 1570.

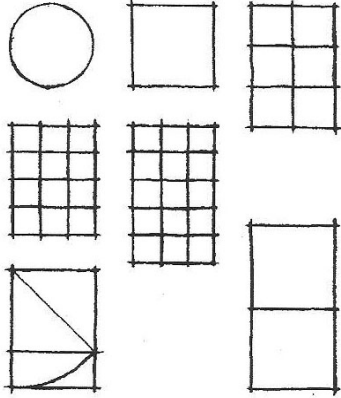


Fig.35 - Formas geométricas de Palladio para aplicar nos edifícios

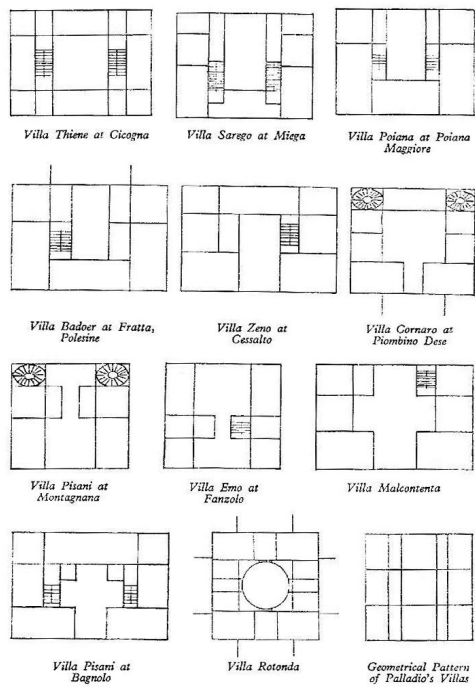


Fig.36 - Plantas esquemáticas de algumas villas de Palladio

*members are necessary for the accomplishment of the building*⁴¹. Desta forma, Palladio procurou compreender o edifício, através das suas partes e do todo, estabelecendo a sua noção de harmonia e proporção. A definição de belo de Palladio, aproximava-se da definição de *symmetria* de Vitruvius, já enunciada anteriormente, que consistia no equilíbrio das diferentes partes da obra e na relação dessas partes com a harmonia do conjunto.

As relações harmoniosas eram uma procura constante para Palladio, de forma a aplicá-las nas suas obras arquitectónicas. O seu pensamento proporcional baseava-se na geometria e, tal como Alberti, afirmava que as figuras geométricas regulares, que deviam ser utilizadas na arquitectura, derivavam do círculo. Definiu sete formas geométricas para a criação dos espaços de um edifício, formas estas que foram estudadas e aplicadas nas suas obras. Assim, Palladio baseou-se num conjunto de figuras geométricas, que se podiam aplicar às plantas dos edifícios, pois estas formas geraram-se a partir de relações matemáticas e proporcionais. Desta forma, os diferentes espaços de um edifício relacionavam-se entre si proporcionalmente, resultando num todo harmonioso. Como Palladio referiu num dos seus escritos, *“the proportions of the voices are harmonies for the ears; those of the measurements are harmonies for the eyes. Such harmonies usually please very much without anyone knowing why, excepting the student of the causality of things”*⁴².

⁴¹ N.t.: a beleza resultará da forma bonita e da correspondência do todo com as partes, das partes entre si, e destas novamente com o todo; para que as estruturas possam parecer um corpo inteiro e completo, onde é necessário que cada membro esteja de acordo com outro e com todos os membros para a realização do edifício; Rudolf Wittkower, *op. cit.*, p.21-22.

⁴² N.t.: as proporções das vozes são harmonias para os ouvidos; as das medições são harmonias para os olhos. Tais harmonias normalmente agradam bastante sem ninguém saber porquê, excepto o estudante da causalidade das coisas; Dalibor Vesely, “The Architectonics of Embodiment”, in *Body and Building – essays on the changing relation of body and architecture*, Cambridge: The MIT Press, 2005, p.38.

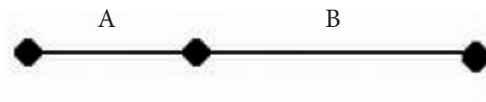


Fig.37 - Secção de ouro: a relação entre a parte mais pequena e a maior é igual à relação entre a parte maior e o todo

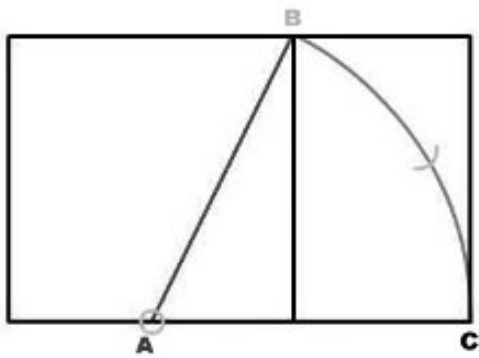


Fig.38 - Rectângulo de Ouro



Fig.39 - Luca Pacioli

A arquitectura clássica era dotada de um absoluto equilíbrio, devido às proporções matemáticas empregues. A observação das relações numéricas existentes na natureza e o pensamento racional e matemático deram origem à Secção de Ouro, sistema de proporção que se acredita ter sido utilizado desde a Antiguidade, estando presente nos mais variados padrões de elementos naturais. Este sistema tem várias denominações, tais como proporção divina, proporção áurea, secção áurea, entre outras. A secção de ouro é matematicamente representada pela letra grega ϕ , Phi⁴³. Esta proporção pode ser descrita geometricamente como uma linha que é dividida de tal modo que a parte mais pequena está para maior, na mesma proporção que a maior está para o todo. Ou seja, a sua forma algébrica pode ser expressa por $\frac{a}{b} = \frac{b}{a+b}$, sendo então representada como $\phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$, e quando calculada o seu valor é de, aproximadamente, 1,61803. A secção áurea é uma razão de perfeita harmonia entre as partes com o todo, pois numa linha, num rectângulo, ou numa outra forma geométrica, a relação entre a parte menor e a maior é idêntica à relação existente entre a parte maior e o todo.

O número de ouro foi associado às proporções da figura humana, mas o seu uso, até então, não era explicitamente referido, ao contrário das proporções musicais, amplamente difundidas. Um dos grandes teóricos renascentistas, Luca Pacioli⁴⁴, considerava que a matemática tinha um papel fundamental na arquitectura. O seu conhecimento das teorias de proporção existentes permitiu-lhe dedicar-se ao estudo da secção de ouro e às proporções do corpo humano, de forma a estabelecer relações entre a Natureza e a arquitectura. No seu tratado *De divina proportione*⁴⁵, atribuiu à

⁴³ A atribuição do símbolo grego ϕ (Phi) deve-se a Fídias, escultor da Grécia clássica (c. 496-432 a.C.), responsável pela construção do Pártenon, e que se considera ter sido um dos primeiros escultores a utilizar intencionalmente a proporção divina.

⁴⁴ Monge franciscano e matemático italiano (1445-1517).

⁴⁵ Tratado sobre a secção de ouro, de Luca Pacioli, publicado em 1509.

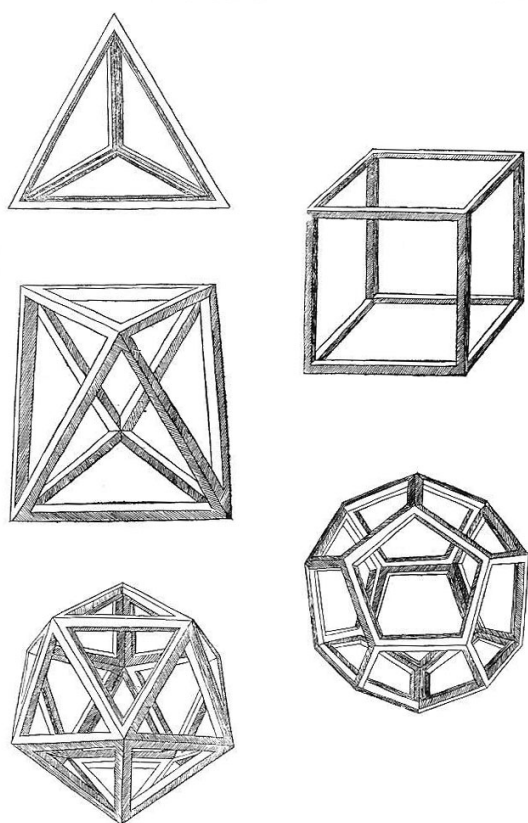


Fig.40 - Sólidos de Platão desenhados por Leonardo da Vinci

secção de ouro o nome de ‘Divina Proporção’, pois considerava-a uma manifestação de Deus. O seu tratado era constituído por três livros, em que no primeiro fez uma análise de *Elementos*⁴⁶ de Euclides⁴⁷, no segundo livro desenvolveu a importância da Divina Proporção e das medidas do homem, baseando-se em Vitruvius, e por fim, no terceiro traduziu um dos livros de Piero della Francesca sobre os poliedros regulares.

As ilustrações presentes no seu tratado foram realizadas por Leonardo da Vinci, tendo desenhado os cinco Sólidos de Platão, outra grande influência para Luca Pacioli. Era notório o seu interesse pelo número de ouro e pelos princípios geométricos associados a esta proporção, assim como a figura humana e os conceitos de Vitruvius. No seu tratado, Pacioli mencionou que todas as medidas derivavam do corpo humano e que este possuía todas as razões e proporções através das quais Deus revelou os segredos da Natureza. Então, estas medidas deviam ser tomadas como regras para a construção dos edifícios, tal como foram utilizadas em períodos históricos anteriores. Pacioli referiu que existiam duas figuras primordiais no homem, o círculo, a figura mais perfeita, e o quadrado. Estes princípios de Pacioli reforçaram as ideologias de muitos artistas e teóricos e a sua exposição sobre as proporções na arquitectura e na figura humana revelaram a simplicidade da secção de ouro, que atraiu muitos artistas do Renascimento no estudo da proporção e da harmonia arquitectónica, e recentemente, também foi estudada por Le Corbusier na elaboração do *Modulor*.

Outra figura de referência deste tema foi Fibonacci⁴⁸, que estudou a geometria de alguns poliedros regulares, envolvendo a aplicação da secção de ouro. Nos seus

⁴⁶ Tratado de matemática e geometria, de Euclides, composto por treze livros (c. 300 a.C.).

⁴⁷ Matemático grego (c. 330-275 a.C.).

⁴⁸ Leonardo Pisano, conhecido por Fibonacci (c. 1170-1250); matemático italiano da Idade Média.



Fig.41 - Leonardo Pisano, conhecido como Fibonacci

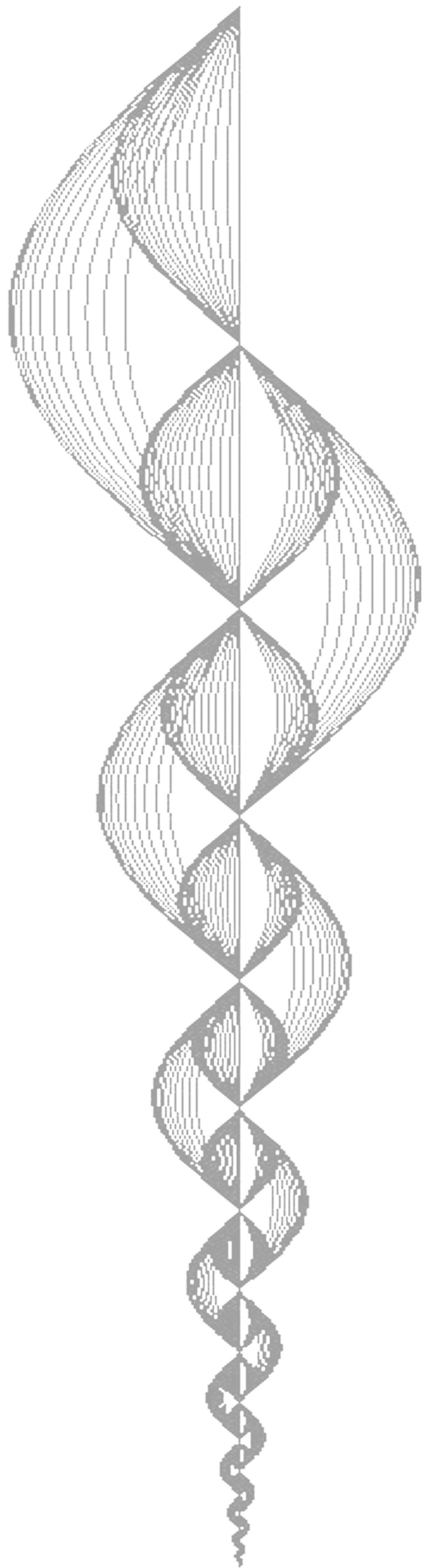
estudos deparou-se com um problema matemático⁴⁹, que surgiu no seu *Liber abaci*⁵⁰, resultando na descoberta de uma sequência numérica, pela qual Fibonacci é recordado. A sequência que resultou desta experiência, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, etc., ficou conhecida como a Série de Fibonacci. Nesta sequência, cada novo termo corresponde à soma dos dois termos precedentes e, à medida que esta sucessão vai aumentando, a razão entre os seus termos aproxima-se cada vez mais do valor da secção áurea, 1,61803.

Tal como a Secção de Ouro, também a Série de Fibonacci foi bastante utilizada na arquitectura e na música ao longo dos tempos. Estes princípios geométricos e matemáticos, quando utilizados na arquitectura, traduzem nos edifícios a harmonia e a perfeição das proporções divinas, continuando estes estudos a ter muitos seguidores ao longo dos tempos. A descoberta dos números como medidas reguladoras do mundo e o conceito de proporção e ordem divina, concedeu aos gregos um papel muito importante no pensamento arquitectónico e no desenvolvimento da história da arquitectura.

⁴⁹ Ao colocar um par de coelhos num espaço fechado, quantos pares de coelhos podem ser reproduzidos a partir desse par se todos os meses cada par gera um novo par, o qual se torna produtivo a partir do segundo mês de vida?

⁵⁰ Obra matemática de Fibonacci, publicada em 1202, onde abordava temas relacionados com a álgebra e a geometria; contém o seu famoso problema dos coelhos, que originou a sua conhecida série numérica, série de Fibonacci.

Modulor



Le Corbusier

Arte onde tudo é medida

“A harmonia, reinando sobre todas as coisas, regulando as coisas em torno das nossas vidas, é a aspiração espontânea, assídua e incansável do ser humano imbuído de uma força – o divino – e encarregue de uma missão: realizar, na Terra, o Paraíso.”¹

A procura da harmonia e a tentativa de alcançar a perfeição divina está, desde sempre, presente ao longo da história da civilização, e portanto, da arquitectura. O homem, mesmo inconscientemente, procura a ordem que regula a sua existência, através de regras e métricas, e aplica-as em vários aspectos da sua vida. Este gesto representa uma tentativa de alcançar um equilíbrio entre a sua vivência e o seu meio envolvente, sendo esta uma tarefa constante. Pôr ordem no caos e dotar o espaço envolvente com um sistema ordenado e harmonioso é o principal objectivo do

¹ Le Corbusier, *O Modulor*, tradução de Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010, p.96.



Fig.42 - Le Corbusier

homem. Segundo Le Corbusier², no seu *Espaço Inefável*³, “*tomar posse do espaço é o primeiro gesto das coisas vivas, homens e animais, plantas e nuvens, manifestação fundamental de equilíbrio e de permanência*”⁴. Assim, aplicar estas regras na arte, e em específico na arquitectura, torna-se uma manifestação natural.

Na arquitectura, a compreensão e a aplicação da ordem obtém-se através dos números, das medidas e da matemática. O homem, ao pensar e agir, de forma a tentar integrar-se no universo, serve-se das medidas, sendo a matemática que lhe proporciona a compreensão necessária do mundo. De acordo com Le Corbusier, é este o papel do arquitecto, estabelecer a harmonia entre o homem e o seu meio envolvente.

A proporção na arquitectura traduz esta busca da harmonia e está presente em vários pensamentos teóricos ao longo dos tempos, como também em obras concretizadas, tanto na arquitectura, como noutras artes. As proporções regem-se por leis que são independentes da época e do estilo e as combinações possíveis entre estas são inúmeras. Em cada época, as regras adoptadas podem ser integradas e interpretadas de modos diferentes, no entanto, o objectivo é sempre o mesmo, alcançar a harmonia.

Esta forma de ver o mundo e de o compreender, este pensamento e a busca da harmonia, inspirou Le Corbusier⁵ a procurar algo mais para as suas obras. A percepção das leis que regulam a nossa vida permitiram ao arquitecto entender de que forma os conceitos de harmonia e proporção estão presentes na arquitectura. Ao

² Charles-Edouard Jeanneret, conhecido pelo seu pseudónimo Le Corbusier; arquitecto franco-suíço; nasceu a 6 de Outubro de 1887 e faleceu a 27 de Agosto de 1965.

³ Texto intitulado “L’Espace Indicible”, escrito por Le Corbusier e publicado em 1946 na revista *L’Architecture d’aujourd’hui*.

⁴ Le Corbusier, *op. cit.*, p.48.

⁵ Le Corbusier foi um autodidacta; queria conhecer e aprender tudo sobre as grandes obras arquitectónicas, sem estar preso às regras académicas.

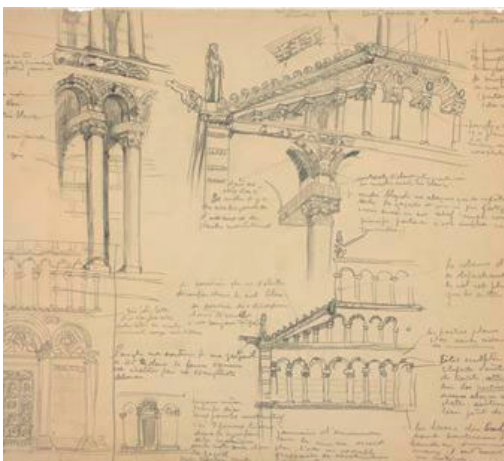


Fig.43 - Vários estudos de fachadas e ornamentos, Le Corbusier, 1907



Fig.44 - Desenho de Pompeia, Le Corbusier, 1911

longo dos seus estudos das obras da Antiguidade e da História da Arquitectura foi-se apercebendo da busca constante da harmonia, das medidas e das proporções que a regulam. Percebeu que era então esse o seu objectivo, encontrar uma medida que servisse de base para a arquitectura, que, de acordo com o próprio, é uma “*arte onde tudo é medida*”⁶.

Ao longo da história da arquitectura, muitos são os teóricos e arquitectos que referem a natureza como sendo um sistema harmonioso e proporcional. Então, traduziram essa mesma natureza em medidas e estabeleceram relações entre elas, passando a ser expressa como uma regra matemática. A arquitectura, e as outras artes em geral, procuram relacionar-se com a natureza e atingir a sua perfeição e harmonia. Assim, para Le Corbusier, era perceptível que, dado a natureza traduzir-se em razões matemáticas, as obras de arte deviam manifestar e utilizar as suas leis, de forma a relacionarem-se com esta. Portanto, de acordo com o arquitecto, também a obra de arte é matemática, devendo guiar-se pelas suas regras.

No decorrer do seu estudo da história da arquitectura e da análise de grandes obras, Le Corbusier⁷ apercebeu-se do uso das proporções e das razões matemáticas, que foram sendo aplicadas e interpretadas de vários modos, consoante o estilo e a época. Assim, depara-se com a música e o seu emprego na arquitectura. Com o seu estudo, foi possível traduzi-la e aplicá-la na arquitectura, evidenciando a sua harmonia, através das relações matemáticas entre os números. Estudou Pitágoras, as suas descobertas no monocórdio e a sua influência na história da arquitectura, a aplicação e a transformação das suas descobertas ao longo dos tempos por outros

⁶ Le Corbusier, *op. cit.*, p.41

⁷ Pertencia a uma família de músicos, mas o próprio não sabia nada de música, mas era “capaz de falar dela e de a julgar. A música é tempo e espaço, tal como a arquitectura. A música e a arquitectura dependem da medida” (Le Corbusier, *op. cit.*, p.46).



Fig.45 - Vista da Acrópole de Atenas,
Le Corbusier, 1911

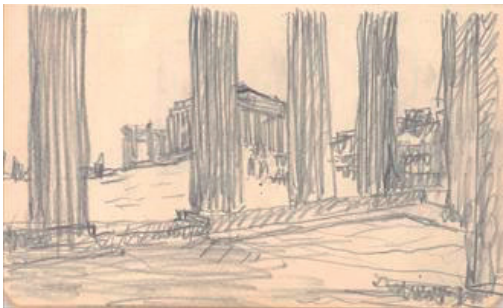


Fig.46 - Partenon, Le Corbusier, 1911

autores, mas sempre tendo em vista a harmonia musical e a proporção arquitectónica. Apercebeu-se então, que o pensamento musical e as medidas presentes nessa arte constituíam uma ferramenta de trabalho, que permitia ao arquitecto projectar tendo em vista a harmonia visual, através do uso do sistema de proporções presentes na música.

As grandes obras realizadas pelos povos da Antiguidade, como os egípcios, os gregos, entre outros, eram dotadas de um elevado sentido de harmonia e precisão, o que só era possível através da utilização de medidas rigorosas e coerentes. As medidas que então dispunham eram as presentes no corpo humano, tais como, a polegada, o pé, o palmo, o passo, entre outras. Estas medidas humanas, utilizadas nas suas construções, eram precisas e muito enriquecedoras para a arquitectura, pois, ao serem baseadas no homem, criação da natureza, e na matemática presente no seu corpo, baseavam-se na natureza e na sua harmonia, na tentativa de alcançar a sua perfeição.

A obra de Le Corbusier transmite esta interpretação através de um pensamento lógico e racional e da procura constante de um traçado que regulasse e ordenasse os seus projectos. O arquitecto pretendia evitar um desenho arbitrário e aleatório, e para isso assegurava que os seus projectos tinham um princípio de ordem como base. Este traçado regulador, que desejava atingir e pelo qual a sua arquitectura se devia reger, tinha que transmitir a harmonia que tanto o fascinava nos antigos. Durante o seu percurso profissional foi-se dedicando à procura deste traçado, de um sistema geométrico que ordenasse e unificasse todas as suas obras, não só na arquitectura, mas também na pintura, outra das suas paixões.



Fig.47 - Carta de director da revista *L'Esprit Nouveau* de Le Corbusier



Fig.48 - Exemplos da revista *L'Esprit Nouveau*

A criação da revista *L'Esprit Nouveau*⁸, permitiu a Le Corbusier expor as suas teorias e pensamentos sobre a arquitectura e as outras artes. Nesta revista eram feitas apreciações e críticas a vários acontecimentos e factos com que se deparava, concluindo que o mundo e as obras de arte não tinham uma regra nem uma ordem que as unificasse. Era necessário procurar uma nova arquitectura, um novo estilo e um novo espírito. Estes estudos e análises permitiram a Le Corbusier definir as suas novas bases de trabalho, em que ansiava por uma nova concepção da arquitectura, que fosse orientada pelos traçados reguladores. Um dos seus artigos, “Construire en série”⁹, foi muito polémico, pois Le Corbusier classificava a casa como uma ‘máquina de habitar’, usando termos na sua descrição como produção em série, preço de custo, rapidez e outros conceitos que apelavam à presença de um sistema de medidas rigoroso.

Le Corbusier sentiu então a necessidade e o desejo de desenhar à escala do homem, tomando as suas medidas como referência para os seus projectos. Esta vontade e a procura das medidas humanas, fez com que colocasse uma fita métrica, de quatro metros de altura, na parede do seu *atelier*, para que, ao desenhar e ao projectar as suas obras, fosse possível observar as suas próprias medidas e a sua estatura. Este estudo e análise do seu corpo permitia-lhe dimensionar os seus projectos e os elementos presentes nestes, como os apoios, os assentos, as passagens, entre outros.

Num dos seus artigos, “Des yeux qui ne voient pas”¹⁰, Le Corbusier afirmava que era necessário a aplicação do *standard* para se atingir a perfeição. A arquitectura

⁸ N.t.: O Espírito Novo; revista fundada por Le Corbusier, Amédée Ozenfant e Paul Dermée, em 1919, que tinha como subtítulo ‘revista internacional de actividade contemporânea’; foram publicados 28 números entre 1920 e 1925.

⁹ N.t.: Construir em série; artigo publicado em Março de 1924.

¹⁰ N.t.: Os olhos que não vêem; artigo publicado em 1921, no número 10 da revista *L'Esprit Nouveau*.



Fig.49 - Le Corbusier no *atelier* com alguns dos seus colaboradores

devia ser realizada a partir de *standards*, pois estes eram lógicos, estudados e analisados ao pormenor e constituíam a solução para muitos dos problemas com que os arquitectos se deparavam. Este artigo foi muito controverso na altura em que foi escrito, mas, mais tarde, durante a reconstrução do país, no pós-guerra¹¹, era este o espírito que se procurava. Era necessário construir rapidamente e voltar a erguer o país e, para tal, a AFNOR¹², composta por vários profissionais, desde engenheiros, arquitectos e industriais, acreditava que era necessário normalizar os elementos de construção, para assim garantir, não só a rapidez da construção, como também o seu rigor. A publicação das primeiras produções normalizadas da AFNOR fomentou em Le Corbusier o desejo de obter um resultado mais satisfatório. Esta associação propunha a normalização dos elementos utilizados na construção de edifícios, apenas como uma combinação entre as práticas e as ferramentas utilizadas pelos diferentes profissionais, sendo desprovida de qualquer relação com o homem e a sua vivência. Para Le Corbusier, este método carecia da componente humana, o que o tornava demasiado simples e pobre, não sendo o suficiente na sua perspectiva. A normalização e o *standard* deviam transmitir algo mais do que apenas um conjunto de medidas pré-fabricadas e sem qualquer relação com o homem. Nesse sentido, o arquitecto decidiu aplicar os seus estudos e análises, relativos ao corpo humano e à procura de uma medida harmoniosa, de forma que esta fosse aplicada na arquitectura. Ou seja, o que Le Corbusier procurava e considerava necessário, era a utilização de um sistema de medidas proporcionais que relacionassem o corpo

¹¹ A Segunda Guerra Mundial ocorreu entre 1939 e 1945, e durante este período a França esteve parcialmente ocupada pela Alemanha; no período de pós-guerra, devido à destruição provocada por esta, foi necessário proceder à reconstrução e à reedificação da França.

¹² Acrónimo para Association Française de Normalisation; n.t.: Associação Francesa de Normalização; criada em 1926, é uma organização que, tal como o seu nome indica, tinha como missão implementar a normalização.



Fig.50 - *Atelier* de Le Corbusier

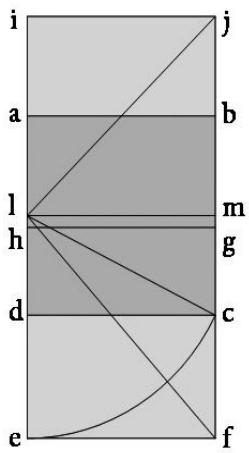


Fig.51 - O 'lugar do ângulo recto'

humano com o sistema proporcional e a razão matemática que verificou existir nas grandes obras da Antiguidade, a secção de ouro.

Começou então a ganhar vida o novo de sistema de proporções que Le Corbusier tanto idealizou ao longo do seu percurso profissional. O objectivo do arquitecto era criar um sistema proporcional que pudesse ser utilizado universalmente, pois, como Le Corbusier já tinha referido anteriormente, o mundo necessitava de ser regulado pela ordem e pela harmonia entre as medidas utilizadas na construção. Assim, em 1943, o arquitecto iniciou os seus estudos sobre o novo sistema de medidas. O arquitecto sugeriu a um dos colaboradores do seu *atelier*¹³, Gérard Hanning¹⁴, que pensasse sobre o sistema de proporções que tentava conceber. Para este sistema, Le Corbusier considerou um homem com o braço erguido, com 2,20 metros de altura, dos pés até à mão do braço levantado, e inseriu-o em dois quadrados contíguos, ambos com 1,10 metros de lado. Colocou ainda um terceiro quadrado, sobreposto aos outros dois iniciais e do mesmo tamanho destes, no lugar do 'ângulo recto'¹⁵. Com este esquema geométrico, foi alcançado o objectivo de Le

¹³ O famoso *atelier* de Le Corbusier, situado na Rua de Sèvres, nº 35, em Paris.

¹⁴ Colaborador de Le Corbusier, que também contribuiu para a elaboração do sistema de proporções *Modulor*; nasceu em 1919 e faleceu em 1980.

¹⁵ Considerando um quadrado inicial (a, b, c, d) com 1,10 metros de lado, encontra-se a sua secção de ouro. Para isso, traça-se a mediana do quadrado (l, m). Traça-se a diagonal entre esta e um dos pontos do quadrado (l, c) e rebate-se a diagonal de forma a ficar coincidente a um dos lados do quadrado. Obtém-se assim uma nova distância, a partir da qual se desenha um segmento de recta (e, f), perpendicular à linha anterior, e que corresponde ao lado de um dos quadrados que se vão originar. De seguida, é traçada uma diagonal entre a mediana do quadrado inicial e um dos pontos do novo segmento de recta (l, f). A partir desta diagonal, traça-se a sua perpendicular (l, j), que dá origem a um novo limite (i, j), que por sua vez vai corresponder ao lado do outro quadrado que se vai gerar. Neste momento, apresenta-se no desenho o quadrado inicial (a, b, c, d) entre as duas novas linhas geradas (e, f; i, j). Estas duas linhas correspondem, cada uma, a um dos lados dos dois quadrados pretendidos, e a distância entre elas é de 2,20 metros, o que significa que para obter os dois quadrados contíguos basta dividir ao meio a sua distância (h, g), tendo 1,10 metros cada metade, e assim definem-se os dois quadrados contíguos (e, f, g, h; g, h, i, j), idênticos ao quadrado inicial.

Corbusier, criar um sistema de medidas baseado no corpo humano, no qual se verificou que os limites dos quadrados correspondiam a pontos importantes do corpo humano, tais como, os pés, o umbigo, a cabeça e a extremidade dos dedos do braço levantado. Através deste sistema, o arquitecto pretendia descobrir uma série de medidas que conciliavam o corpo humano e a matemática, e assim estabelecer um sistema de medidas proporcional e harmonioso. Esta grelha de proporções de Le Corbusier fornecia inúmeras medidas proporcionais, que eram úteis ao desenho de vários elementos constituintes de um edifício, e cujas combinações entre essas medidas eram ilimitadas, permitindo a sua aplicação no uso de objectos pré-fabricados.

Com o desenvolvimento da sua Grelha de Proporções, o arquitecto sentiu a necessidade de lhe atribuir uma medida humana, pois era esse o seu objectivo inicial, construir à medida do homem. Como tal, adoptou a altura de um homem de 1,75 metros e aplicou-o ao seu esquema geométrico. Assim, a partir desta medida geraram-se as restantes medidas do sistema de proporções. Ao dividir esta figura humana de 175 centímetros de altura, segundo a sua secção áurea obteve a medida de 108 centímetros, que correspondia à altura desde os pés até ao umbigo do homem e a sua duplicação era equivalente à altura total do homem com o braço erguido, ou seja, 216 centímetros.

Le Corbusier acreditava que tinha encontrado a verdadeira harmonia, pois o homem, uma criação da natureza, e as suas proporções correspondiam à conhecida razão matemática, a secção de ouro. O arquitecto dividiu a altura do umbigo do mesmo modo e, continuando com estas subdivisões, obteve uma sequência de medidas decrescentes, que se relacionavam entre si harmoniosamente. A partir destas medidas obtidas através de um homem com 1,75 metros de altura, Le Corbusier construiu uma fita, a qual trazia sempre consigo, desde o zero até aos 2,16 metros,

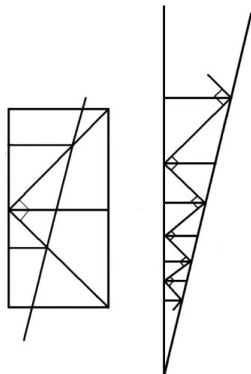


Fig.55 - A série de Fibonacci presente no *Modulor*

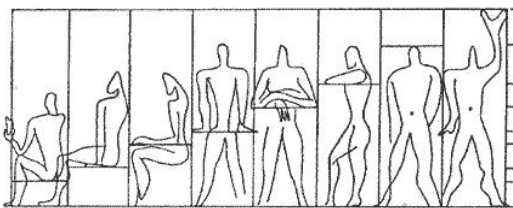


Fig.56 - Ocupação do espaço pelo homem

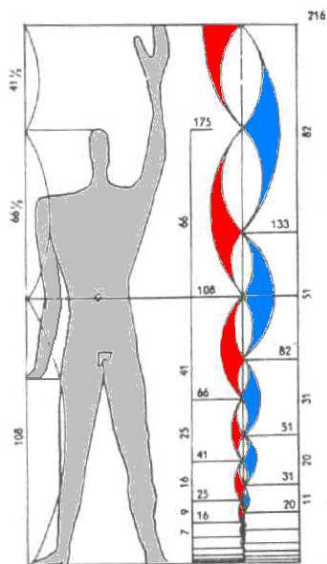


Fig.57 - As séries vermelha e azul do *Modulor*

estabelecendo assim uma escala numérica. Com a Grelha de Proporções dimensionada, percebeu-se que esta revelava uma série numérica já conhecida, a série de Fibonacci, anteriormente referida. Nesta sequência, a soma de dois termos consecutivos origina o termo seguinte da série, o que, relativamente ao esquema de Le Corbusier, se traduzia nas medidas 25,4cm, 41,45cm, 66,8cm, 108,2cm, 175,0cm, 283,2cm, que eram definidas pelas subdivisões da secção de ouro, acima descritas.

Estes valores permitiam conhecer o homem e os seus pontos essenciais de ocupação do espaço, mas as dimensões eram muito espaçadas entre si, o que as tornava pouco práticas para a sua utilização, pelo que Le Corbusier considerou ser necessário criar duas fitas de dimensões paralelas. Classificou de ‘série vermelha’ a série de Fibonacci resultante da razão áurea estabelecida sobre o valor 108, e de ‘série azul’ a série estabelecida com a sua duplicação, 216 e com ambas as séries a tenderem para zero em baixo, e para o infinito em cima. Foi necessário desenhar estes estudos, portanto, ao conjugar os desenhos do homem com o braço erguido inserido nos três quadrados com a enumeração das diferentes medidas calculadas, colocando a faixa vermelha à esquerda e a azul à direita, obteve a imagem que hoje se conhece da sua grelha de proporções.

Ao atribuir um nome a este sistema de medidas, entre várias possibilidades, Le Corbusier optou por *Modulor*, pois esta denominação derivava da junção de duas palavras francesas, *module* e *or*, que, em português, significam ‘módulo’ e ‘ouro’, respectivamente. Este nome traduzia a essência do seu sistema, um módulo baseado na secção de ouro. Além disso, Le Corbusier também sentiu a necessidade de definir o seu sistema de proporções, de um ponto de vista teórico, para assim o poder transmitir de uma forma clara. Concluiu então que “o *Modulor* é um instrumento de medição baseado na estatura humana e na matemática. Um homem-com-o-braço-erguido proporciona, entre os pontos determinantes da ocupação do espaço – o pé, o

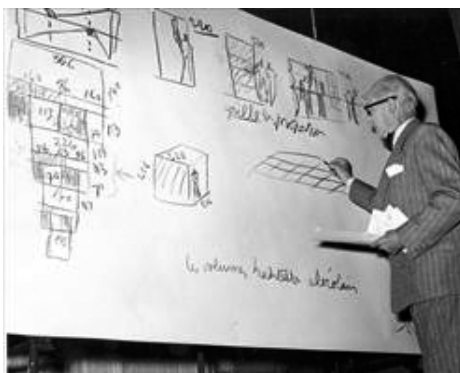


Fig.58 - Le Corbusier, demonstração do *Modulor* numa conferência em Milão, 1952

*plexo solar, a cabeça, a extremidade dos dedos do braço levantado – três intervalos que geram uma série de secções de ouro, dita de Fibonacci. Por outro lado, a matemática oferece a mais simples assim como a mais forte variação de um valor: a unidade, o dobro, as duas secções de ouro*¹⁶.

Como já foi referido anteriormente, um dos principais objectivos de Le Corbusier ao desenvolver este sistema de medidas e de proporções, era criar um instrumento de medição que fosse utilizado universalmente. Mas este objectivo de unificar o trabalho da arquitectura tornou-se difícil perante a utilização de dois sistemas de medição diferentes, o sistema imperial, também conhecido como “pé-polegada”, e o sistema métrico. O arquitecto defendia a normalização e acreditava na elaboração de medidas *standard* e que estas se deviam utilizar por todo o mundo, no entanto, era necessário a criação de uma medida comum e harmoniosa. Um dos propósitos do *Modulor* era unificar estes diferentes sistemas de medidas utilizados, mas os valores presentes no sistema até então, em metros, não se traduziam para números inteiros no sistema de pés e polegadas.

As medidas referidas no *Modulor* eram determinadas pela altura do homem, com 1,75 metros, mas, apesar desta medida fazer sentido para um homem francês, não correspondia à realidade existente numa outra parte do mundo. Se a intenção do arquitecto era gerar medidas *standard* universais, então estas medidas tinham que ser possíveis de utilizar em qualquer país, e para isso a estatura do seu homem tinha que ser superior. Adoptou então a altura de seis pés¹⁷ e, desta forma, foi possível traduzir as restantes medidas para outra escala em números inteiros.

¹⁶ Le Corbusier, *op. cit.*, p.75.

¹⁷ Esta altura de seis pés teve como referência a estatura de um polícia inglês.

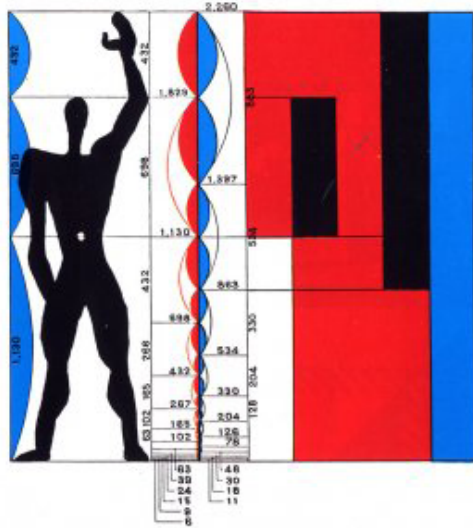


Fig.59 - *Modulor*



Fig.60 - Fita com as medidas do *Modulor*



Fig.61 - Le Corbusier, *Modulor*

O novo *Modulor* era então um homem de 1,83 metros de altura¹⁸, inscrito num rectângulo, que correspondia à soma de dois quadrados iguais, cada um com 1,13 metros de lado, sendo esta a altura do chão até ao umbigo do homem, perfazendo uma altura total, com o braço levantado, de 2,26 metros. As duas séries de medidas que complementavam este homem de braço erguido, a série vermelha e a série azul, também tinham que ser actualizadas para os novos valores. Tal como já tinha acontecido anteriormente, as medidas foram definidas através da secção de ouro, caracterizando o espaço ocupado por um homem com 6 pés de altura. Desta forma, a série vermelha passou a ter como referência a altura de 1,13 metros e a série azul passou a ter como base a sua duplicação, ou seja 2,26 metros, em que ambas as seqüências, tal como já acontecia antes, tendiam para zero em baixo e para o infinito em cima. Com estas novas medidas foi desenhada uma nova fita graduada, para substituir a anterior com que Le Corbusier se fazia sempre acompanhar.

De acordo com Le Corbusier, a fita do *Modulor* devia fazer parte do material de desenho utilizado pelo arquitecto. Esta devia estar presente no estirador, perto dos seus outros objectos de trabalho, de forma a ser utilizada para a observação das medidas que contém. O *Modulor* devia ser usado para dimensionar espaços e objectos e, portanto, era considerado como uma ferramenta de trabalho que permitia o ajuste das dimensões dos projectos e dos seus elementos. No entanto, não podia ser visto como uma espécie de receita, através da qual o projecto arquitectónico se orientava e se regia apenas pela sua aplicação. O *Modulor* devia ser encarado como uma instrumento que permitia adaptar as medidas de um projecto, de modo a que todas se relacionassem entre si. De acordo com Le Corbusier, tinha que ser encarado como um simples utensílio de desenho, uma régua, e nunca como uma ferramenta

¹⁸ A medida de 6 pés corresponde a 1,83 metros ($6 \times 30,48 = 182,88$ centímetros).

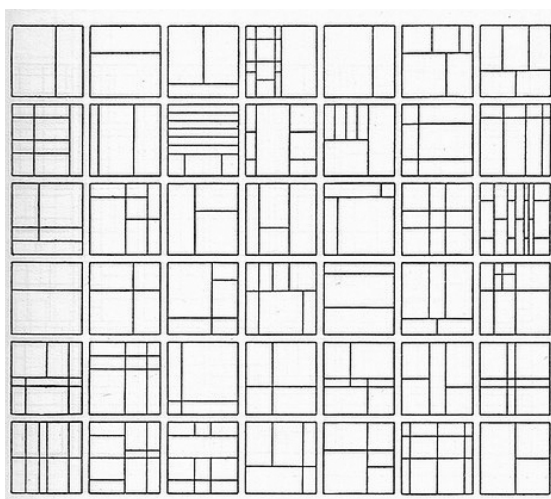


Fig.62 - Jogo de painéis com a combinação das medidas do *Modulor*

que, apenas com a sua utilização conseguia produzir a harmonia e a beleza da proporção.

O seu esquema de medidas demonstra o valor que um sistema de proporções, coerente e rigoroso, pode atribuir à arquitectura e que, de uma forma simples, sem ter que se basear em cálculos complexos, se apresenta apenas como uma régua de medidas. Le Corbusier considerava o *Modulor* como um instrumento universal, de fácil aplicação, de forma a obter um desenho racional e proporcional, feito pelas mãos do homem e à sua medida. Este sistema permite conceber uma grande quantidade de combinações entre as diferentes medidas, que podem ser utilizadas para gerar vários comprimentos, áreas e volumes. Estas devem ser combinadas de diversas formas, pois, sendo todas proporcionais, geram superfícies harmoniosas que se relacionam entre si, mantendo sempre a escala humana e, conseqüentemente, uma relação próxima com a natureza.



Fig.63 - Unidade de Habitação, Marselha

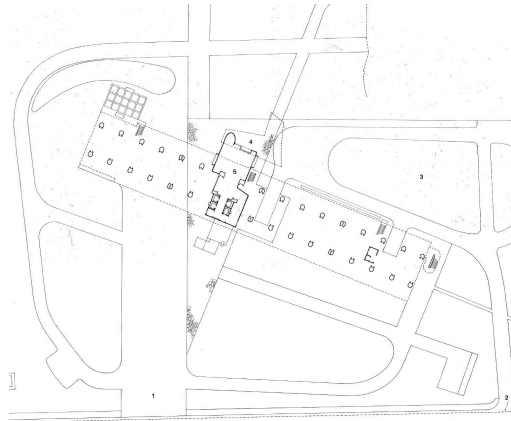


Fig.64 - Implantação da Unidade de Habitação



Fig.65 - Fachada Este da Unidade de Habitação

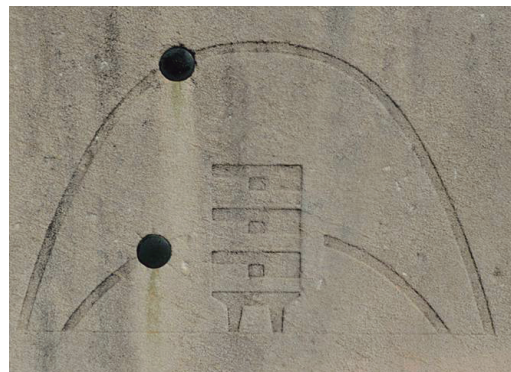


Fig.66 - Trajectória solar gravada no betão da Unidade de Habitação

Unidade de Habitação, Marselha

A aplicação do sistema de medidas de Le Corbusier, o *Modulor*, pode ser observada em vários dos seus edifícios. Uma das primeiras experiências da aplicação do *Modulor* foi a Unidade de Habitação de Marselha. Em 1945, no pós-guerra, foi proposto a Le Corbusier, pelo Governo Francês, a construção de uma grande unidade residencial que estivesse de acordo com os ideais que o arquitecto tinha vindo a defender ao longo do seu percurso profissional. A necessidade de reconstrução depois da guerra, permitiu a Le Corbusier conceber a sua visão de ‘máquina de habitar’, termo já referido anteriormente pelo arquitecto, em que os apartamentos desta unidade de habitação representam a criação de um módulo feito à medida do homem, tendo como base o *Modulor*. Assim, a Unidade de Habitação foi construída entre 1947 e 1952, representando as ideologias de Le Corbusier sobre a normalização e a adopção de um sistema de medidas proporcional.

Implantada num grande parque verde, com uma área de cerca de 3,5 hectares, a Unidade de Habitação encontra-se orientada segundo a trajectória solar, estando as suas duas fachadas principais a Este e a Oeste. Apesar da sua densidade construtiva, é rodeada por um amplo espaço livre. O edifício tem 140 metros de comprimento, 24 metros de largura e 56 metros de altura, medidas estas que não constam no sistema de proporções de Le Corbusier. No entanto, a Unidade de Habitação resulta da junção dos módulos dos apartamentos, sendo estes projectados à medida do homem, e o seu conjunto deu origem a estas medidas totais. Segundo o arquitecto, o homem não consegue ter uma visão global do edifício, pelo que não consegue apreender a proporção geral. Além disso, tal como Le Corbusier sempre referiu, o *Modulor* não

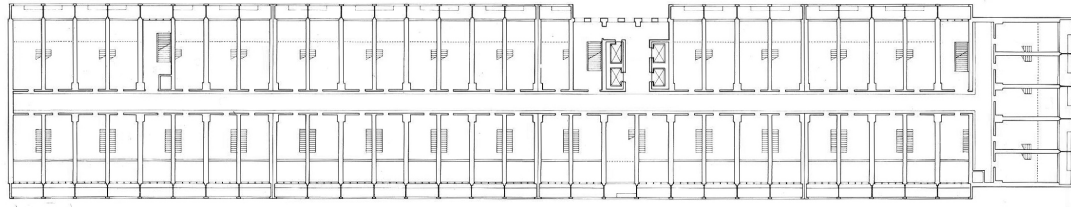


Fig.67 - Planta de um piso de apartamentos

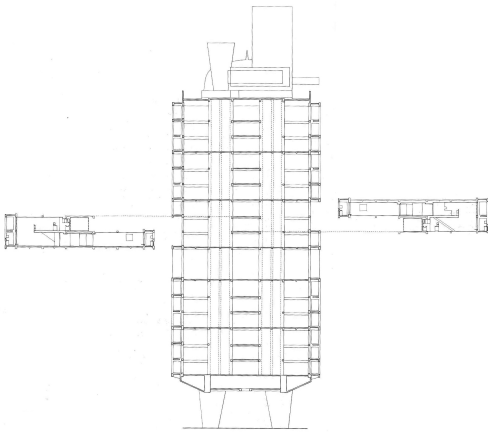


Fig.68 - Corte transversal que demonstra a combinação entre os apartamentos

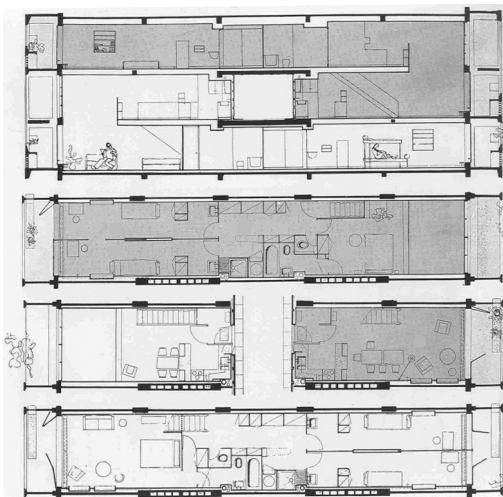


Fig.69 - Corte e plantas de dois apartamentos duplex

deve ser utilizado como sendo a única ferramenta para projectar, mas antes como um auxílio para dimensionar certos espaços à medida do homem.

Projectada para albergar cerca de 1600 habitantes, a Unidade de Habitação contém 337 apartamentos, distribuídos por 18 andares, em que cada andar tem cerca de 58 apartamentos, variando consoante as tipologias dos mesmos. Existem 23 variações dos apartamentos, de acordo com a sua finalidade, desde apartamentos destinados a uma única pessoa, a casais sem filhos ou a casais com filhos. O acesso aos apartamentos é feito por um corredor central largo, que é intercalado em cada dois ou três pisos, devido à configuração dos apartamentos. Estes são, na sua maioria, em duplex e, quando vistos em corte, encaixam-se uns nos outros, proporcionando a cada um dos apartamentos uma área de fachada e uma varanda nos dois lados do edifício. Os apartamentos são essencialmente compostos por cozinha e sala de estar, quartos e instalações sanitárias, em que estes elementos vão sendo retirados ou acrescentados, de forma a obter a variedade de tipos de apartamentos. As dimensões de cada apartamento regem-se pelas medidas que o *Modulor* proporciona. Assim, a largura dos apartamentos é de 3,66 metros e o seu pé-direito é de 2,26 metros, valores estes que constam na série azul do seu sistema. Também as medidas das diferentes divisões dos apartamentos, os móveis, as varandas, as escadas e até mesmo a espessura das lajes constam na série vermelha ou na série azul do *Modulor*.

Um dos objectivos de Le Corbusier era garantir a privacidade da família e, para isso, tinha que minimizar o contacto entre os vizinhos. Para tal, os apartamentos foram pensados de forma que os habitantes não conseguissem ver, nem serem vistos por outros. A disposição interior dos apartamentos foi também pensada de forma a garantir a privacidade de cada indivíduo e, simultaneamente, valorizando o espaço comum da família, a sala, que, sendo em pé-direito duplo, contacta com a cozinha, que se situa na *mezzanine* ou sob esta. As zonas privadas, os quartos, situam-se no

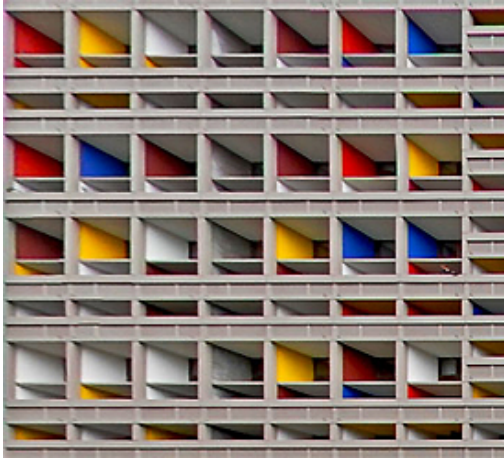


Fig.70 - Fachada da Unidade de Habitação



Fig.71 - Sala em pé-direito duplo

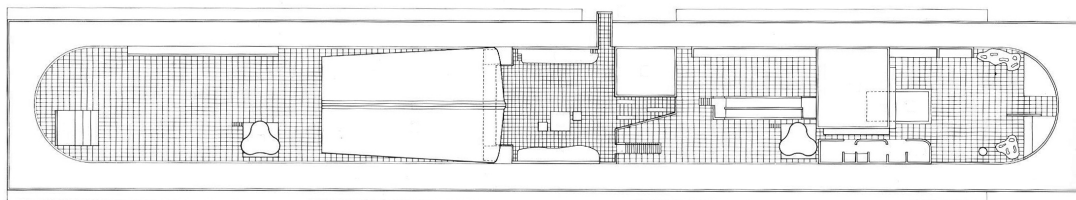


Fig.72 - Planta da cobertura



Fig.73 - Vista da cobertura

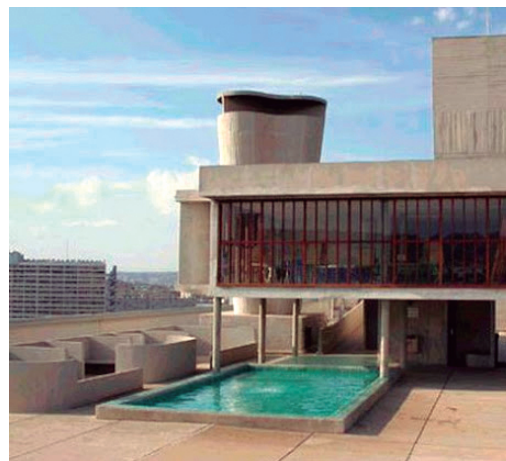


Fig.74 - Piscina na cobertura

piso superior ou inferior, consoante o formato do apartamento, mas sempre recuados em relação à extensão dos apartamentos, por forma a garantir a privacidade dos mesmos. A luz natural está presente em praticamente todo o apartamento, devido aos grandes envidraçados nas fachadas, mas, simultaneamente, o apartamento está protegido do excesso de insolação devido aos *brise-soleil*¹⁹ de betão existentes nas fachadas.

Le Corbusier, além da componente privada da habitação, procurou também conciliá-la com equipamentos públicos, que serviam de apoio aos seus habitantes. Assim, a cobertura é um grande terraço de uso comum, onde foram incluídos 26 serviços colectivos, como, um ginásio, uma piscina, um jardim, uma creche, restaurantes, escritórios, entre outros, gerando uma pequena cidade dentro do próprio edifício.

Neste projecto é perceptível que a arquitectura foi primeiramente uma organização interna, a partir da qual resultou o aspecto exterior do edifício, já referido anteriormente. Nas fachadas, os envidraçados representam os apartamentos, um grande e outro mais pequeno, em cada um dos lados do edifício, que correspondem, respectivamente à zona comum dos apartamentos e aos quartos. Estes painéis de vidro são rodeados por placas de betão, que acentuam a marcação de um módulo do apartamento na fachada.

Le Corbusier aplicou as suas medidas e com um número restrito destas, apenas quinze, conseguiu gerar os apartamentos, os elementos presentes, as fachadas e as estruturas colectivas na cobertura. Estas quinze medidas utilizadas na construção da sua Unidade de Habitação, foram suficientes para transmitir a coerência, a proporção e a harmonia que o arquitecto pretendia, através de relações estabelecidas

¹⁹ N.t.: quebra-sol; sistema construtivo muito utilizado por Le Corbusier nas fachadas dos seus edifícios, que permite reduzir a entrada de luz directa no seu interior.



Fig.75 - Pilares de betão que suportam o edifício



Fig.76 - Modulor gravado na parede de betão

entre as formas, os tamanhos e a figura humana. Esteticamente, a Unidade de Habitação marcou uma mudança na arquitectura de Le Corbusier, pois as suas superfícies lisas e os seus pilares elegantes, deram lugar a estruturas mais marcantes, a pilares robustos sobre os quais o edifício assenta e a superfícies em betão que denotam a textura da cofragem de madeira, atribuindo-lhe um aspecto mais forte e sólido.

Le Corbusier gravou o seu *Modulor* no betão, através de uma representação em baixo-relevo. De acordo com o Professor Siegfried Giedion²⁰, “*Le Corbusier exemplifica o seu sistema através de um homem-com-o-braço-erguido. É o homem que caminha através do espaço. É o espaço dinâmico, correspondendo a uma arquitectura dinâmica*”²¹.

²⁰ Historiador e crítico de arquitectura suíço, também foi professor na Escola Politécnica de Zurique, na Faculdade de Arquitectura da Universidade de Harvard e no Instituto de Tecnologia de Massachusetts; nasceu em 1888 e faleceu em 1968.

²¹ Carta enviada a Le Corbusier, no dia 25 de Agosto de 1954, transcrita em Le Corbusier, *Modulor 2*, tradução de Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010, p.84.

Iannis Xenakis

Arquitectura em movimento

“Goethe said, ‘architecture is frozen music’. From a composer’s point of view, we may reverse the proposition by saying ‘music is architecture in movement’.”²²

A música e a arquitectura são duas artes que, desde sempre, fomentaram em vários teóricos o desejo de as relacionar. Estas disciplinas têm sido objectos de estudo, de análise e de compreensão ao longo dos tempos, e são várias as interpretações que advêm dessas observações. Muitos são os estudos que visam estabelecer as suas semelhanças e as relações entre estas artes. Mas estes estudos, na sua maioria não se referem às imagens gráficas e representações visuais semelhantes, nem ao carácter sensorial que uma e outra possam transmitir. Estes estudos têm como objectivo estabelecer um método de composição semelhante entre elas, isto é,

²² N.t.: Goethe disse que a ‘arquitectura é música congelada’. Do ponto de vista de um compositor podemos inverter a proposição dizendo que a ‘música é arquitectura em movimento’; Iannis Xenakis, *Music and Architecture*, tradução de Sharon Kanach, New York: Pendragon Press, 2008, p.46.



Fig.77 - Iannis Xenakis

as relações harmoniosas que se estabelecem na música e que nos são agradáveis ao ouvido, podem ser transpostas para razões matemáticas e aplicadas na arquitectura, para então serem proporcionais ao olhar.

Um dos artistas que se dedicou ao estudo da arquitectura e da música e que procurou sempre conciliar estas duas artes nas suas obras foi Iannis Xenakis²³. Ao longo do seu trabalho procurou sempre identificar os aspectos comuns às duas artes, para assim as aproximar cada vez mais, chegando mesmo, mais tarde no seu percurso profissional, a torná-las praticamente numa única arte, indissociáveis para o entendimento dos seus projectos. O seu trabalho foi fundamental para o desenvolvimento de princípios compositivos na arquitectura e na música e revela a paixão que o artista sentia por ambas as artes. Os métodos de composição de cada uma das disciplinas são semelhantes e, além disso, também são muitos os termos que estas partilham nas suas análises descritivas, tais como ritmo, proporção, escala, profundidade, entre outros. Mas para se compreender a arquitectura e a música, neste aspecto, é necessário ter a noção do tempo, do ritmo e do movimento em cada uma, para que ao ouvir uma música se possa apreciá-la e ao ocupar um espaço arquitectónico se possa vivê-lo.

Xenakis foi um dos protagonistas do novo interesse entre a relação da arquitectura com a música e, conseqüentemente, com a matemática. A sua abordagem e aplicação desta relação foi realizada através de uma perspectiva matemática, em que a precisão e o rigor eram essenciais para o artista. Como tal, as suas composições musicais e os seus projectos arquitectónicos transmitem este pensamento matemático e a sua base de composição é semelhante, relativamente aos

²³ Arquitecto, compositor e engenheiro grego; nasceu a 29 de Maio de 1922 e faleceu a 4 de Fevereiro de 2001; desde cedo, ainda em criança, sentia um fascínio pela música, que perdurou durante a sua vida. Simultaneamente, também se interessou pelas ciências e matemática.

métodos e aos conceitos formais. O seu intelecto e a vontade de conhecer e saber sempre mais, constituíram algumas das razões que permitiram a Alessandra Capanna²⁴ referir-se a Xenakis como “*an uncommon man and the kind of composer who embodies the ideal of an ‘architect of music’*”²⁵.

Compositor e arquitecto, Iannis Xenakis era, acima de tudo, um teórico e um investigador incansável, que utilizava o seu pensamento matemático como princípio gerador das suas composições. Desta forma, as suas obras eram abordadas de um ponto de vista científico, e não meramente artístico, o que significa que, além dos objectivos estéticos pretendidos numa obra de arte, Xenakis providenciava sempre uma base racional para a sua concretização. Desde sempre que o compositor se apercebeu da estreita ligação existente entre a música e a matemática, pois foi graças a esta última que conseguiu compreender verdadeiramente a música e compor peças musicais em toda a sua plenitude. Este facto deve-se ao seu conhecimento das inúmeras combinações matemáticas possíveis que, por sua vez, deram origem às suas próprias combinações de sons.

As suas descobertas matemáticas permitiram a Iannis Xenakis aplicar, tanto na arquitectura como na música, este pensamento metódico e racional como um meio para estruturar as suas composições. O pensamento filosófico clássico e os sistemas de proporção utilizados ao longo da história da arquitectura cativaram o interesse de Xenakis e, da mesma forma, este considerava a matemática como o ponto de partida para a concepção de uma composição arquitectónica, sendo a geometria a disciplina que lhe permitia aplicar e desenvolver o seu raciocínio.

²⁴ Arquitecta italiana e correspondente da revista *Nexus Network Journal*; uma das suas áreas de estudo é, precisamente, a relação entre a arquitectura e a música, tendo publicado vários artigos sobre o tema.

²⁵ N.t.: um homem invulgar e o tipo de compositor que incorpora o ideal de um ‘arquitecto da música’; Alessandra Capanna, “Iannis Xenakis: Architect of Light and Sound”, in *Nexus Network Journal*, vol.3, nº1, 2001, p.19.

O seu lugar na história das artes foi ímpar. Devido aos seus inúmeros talentos em várias disciplinas, Xenakis criou o seu próprio pensamento e a sua própria interpretação da arquitectura. As suas obras revolucionaram a forma de pensar e interpretar as artes, eliminou as barreiras existentes entre a música e a arquitectura, relacionando-as através do cruzamento dos seus métodos de composição e transcendendo-as, chegando praticamente ao nível da utopia. Devido aos seus conhecimentos e à sua capacidade enquanto artista, compreendeu as bases que sustentavam as duas artes, compreendeu o que as une, tornando-as numa obra única e universal.

A importância que a arte tinha para Xenakis devia-se à capacidade que esta tem de engrandecer o nosso pensamento e os nossos conceitos quando estes são transmitidos e, segundo o próprio, “*art, and above all, music has a fundamental function, which is to catalyse the sublimation that it can bring about through all means of expression*”²⁶. Xenakis era um exemplo da complexidade interdisciplinar, sempre tentou quebrar as barreiras entre as artes, de forma que estas comunicassem entre si.

O seu pensamento ultrapassava as estruturas e os conceitos fixos e pré-determinados, superava os limites impostos em cada disciplina, para assim as cruzar e as relacionar livremente. Era esta a visão que Xenakis considerava ser essencial para um artista. Este apelava a um novo tipo de criador que, através de vários conhecimentos fosse imaginativo, inventivo e que ultrapasse os conceitos formais que governam as diferentes artes. Em suma, o novo artista devia possuir uma universalidade de conhecimentos, em diversas áreas, mas uma disciplina tinha que ser sempre unificadora dos vários saberes, devia ser a sua base e a orientação do seu trabalho.

²⁶ N.t.: a arte, mas acima de tudo, a música tem uma função fundamental, que é catalisar a sublimação que pode provocar através de todos os meios de expressão; Iannis Xenakis, *op. cit.*, p.xi.



Fig.78 - Le Corbusier e Iannis Xenakis

A arquitectura de Iannis Xenakis pode ser entendida e compreendida como uma transposição da música e das suas características para o espaço arquitectónico. Como já foi referido, ambas as artes, quando concebidas por Xenakis, utilizavam métodos e estruturas conceptuais semelhantes, interpretadas através de uma capacidade intelectual superior. Apesar da sua importância para o mundo das artes e da sua obra arquitectónica, Xenakis é pouco conhecido e referido neste meio, pois o seu maior legado consiste nas suas composições musicais, onde criou e interpretou grandes obras musicais modernas. Desta forma, na concepção dos seus projectos e obras arquitectónicas, o arquitecto procurou alcançar um espaço que se relacionasse com a interpretação musical, e não apenas um volume arquitectónico sem significado e desprovido dessa capacidade de interpretar a música. No entanto, também nas suas composições musicais, o artista transportava a lógica compositiva da arquitectura para a música, criando assim uma relação estreita entre estas duas formas de arte que estiveram presentes ao longo dos seus estudos.

Iannis Xenakis entrou para o *atelier* de Le Corbusier em 1947, como engenheiro²⁷. Neste período, Le Corbusier começava a ser reconhecido a nível internacional pelo seu trabalho como arquitecto, mas Xenakis, pouco conhecedor da arquitectura daquele tempo, nunca tinha ouvido falar deste, até à data.

O interesse de Xenakis pela arquitectura moderna, até então, era muito limitado e pouco conhecia sobre esta, pois considerava que nada de novo que se fizesse na arquitectura podia ser tão interessante como as grandes obras da

²⁷ Concluiu o seu curso de engenharia em 1947 no Instituto Politécnico de Atenas. A sua intenção era prosseguir com os estudos, seguindo outras áreas, como física, direito e ciência política. Mas com a Guerra Civil da Grécia, que decorreu entre 1946 e 1949, altura em que ficou severamente desfigurado no lado esquerdo do seu rosto, Xenakis foi sentenciado à morte pelo tribunal militar grego, sentindo-se obrigado, então, a fugir do seu país. A intenção seria recomeçar a sua vida nos Estados Unidos da América, onde retomaria os seus estudos, mas este seu percurso conduziu-o até Paris, onde, sem dinheiro, teve que procurar um emprego relacionado com a sua área de formação académica.

Antiguidade, em especial, o Partenon. Na sua opinião, como mero observador, após a arquitectura da Grécia clássica houve um declínio nesta arte, pois nada se conseguia comparar com os grandes feitos dessa época e os novos estilos que foram surgindo ao longo dos tempos, simplesmente não lhe agradavam. No entanto, gostava de ver e de tentar julgar a arquitectura, mas não a sabia compreender e entender.

Foi com Le Corbusier que aprendeu a pensar na arquitectura e a compreendê-la, ou seja, a conhecer os seus conceitos e métodos compositivos. Devido ao seu gosto pela Grécia clássica, e aos novos conhecimentos que foi adquirindo, começou a pensar em termos arquitectónicos.

Esta nova compreensão da arquitectura, aliada ao seu conhecimento da matemática, das ciências e da música, permitiram a Xenakis conceber uma visão global do projecto e a pensar para além deste. O principal ensinamento que Le Corbusier lhe transmitiu foi a maneira de resolver os problemas, de encontrar soluções que permitiam manter a sua visão do projecto e a sua atitude perante a arquitectura. Mais tarde, Xenakis admitiu que foi graças a Le Corbusier que começou a ver a arquitectura de uma nova perspectiva. Compreendeu então que esta era tão merecedora de estudo e pesquisa, como era a música, podendo aplicar-lhe novos métodos e conceitos, sem ter que se cingir apenas aos conhecimentos formais e arcaicos que eram transmitidos aos seus académicos.

A matemática permitiu a Iannis Xenakis compreender e utilizar as relações numéricas e as proporções de uma forma inovadora e, assim, a arquitectura tornou-se a sua forma de expressão, pois esta correspondia a uma síntese dos seus principais interesses, como os clássicos, a matemática e a música. A arquitectura torna-se então para Xenakis algo que podia idealizar e, conseqüentemente, concretizar, deixando de ser uma arte que apenas podia contemplar. Tal como afirmou *“there are two ways to make a difference: one is to do things, the other is to analyse them. But for me, the best*



Fig.79 - Estrutura de betão da Unidade de Habitação de Marselha

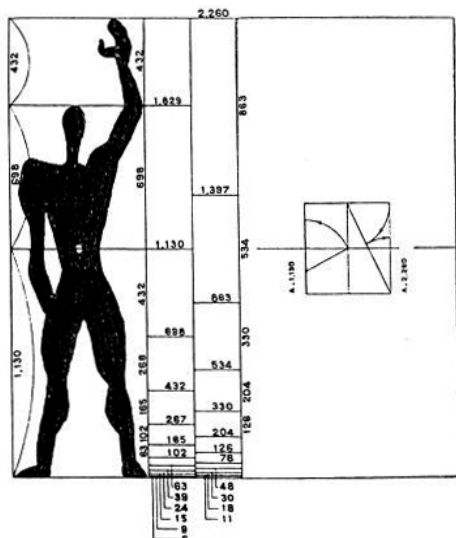


Fig.80 - Modulor

*analysis is to do things*²⁸. No entanto, muitos dos seus projectos de arquitectura acabaram por não ser concretizados fisicamente, provavelmente por serem considerados demasiado utópicos. Mas, apesar disso, o seu papel na história da arquitectura é muito importante, não só pelo conceito que introduziu sobre o novo papel que um artista deve desempenhar na concepção de uma obra, como pelo seu próprio trabalho como compositor e arquitecto.

A sua tese final do curso de engenharia consistia na utilização do betão armado na construção. Desta forma, quando entrou para o *atelier* de Le Corbusier, Xenakis ficou encarregue dos aspectos técnicos e construtivos de todos os projectos que estavam a ser concebidos, do cálculo da resistência de certos materiais de construção e das várias possibilidades para a aplicação do betão armado nos edifícios a serem projectados.

A sua primeira colaboração no *atelier* foi durante a realização do projecto da Unidade de Habitação, para a qual realizou todos os cálculos necessários à construção, como os pilares de suporte, as lajes, entre outros. Foi com este projecto, no qual era responsável pela parte de engenharia, que Xenakis contactou pela primeira vez com o sistema de medidas de Le Corbusier, o *Modulor*. Este revelou-se para Xenakis uma consequência lógica do sistema de proporções da Grécia antiga, que se traduzia na conhecida secção de ouro. Considerou o *Modulor* como um sistema fundamental e unificador da escala e da dimensão que, sendo baseado nas proporções humanas, devia ser uma ferramenta de trabalho utilizada diariamente por todos os colaboradores do *atelier*. Os restantes colaboradores de Le Corbusier não tinham conhecimento dos princípios de resistência dos diferentes materiais, nem das

²⁸ N.t.: existem duas formas de fazer a diferença: uma é fazer coisas, a outra é analisá-las. Mas para mim, a melhor análise é fazer coisas; Iannis Xenakis, *op. cit.*, p.8.

possibilidades construtivas do betão armado, o que proporcionou a Xenakis tornar-se um moderador entre o projecto de arquitectura e o de engenharia, chegando mesmo a contribuir para a estética geral dos projectos arquitectónicos.

Desta forma, Iannis Xenakis começou a interessar-se pelo trabalho de arquitecto e a identificar-se com esta nova disciplina. Adquiriu um gosto pela arquitectura, para além da sua compreensão e admiração, embora as suas verdadeiras vocações continuassem a ser a música e a ciência. Durante o período em que colaborou com Le Corbusier no seu *atelier*²⁹, Xenakis apercebeu-se e compreendeu a forte ligação que existia entre a música e a arquitectura. Para ele, esta relação era fundamental e essencial para a concretização do projecto arquitectónico. Muitas vezes, enquanto trabalhava num conceito e num sistema compositivo elaborado para uma solução arquitectónica, tentava aplicar, simultaneamente, este estudo num novo trabalho musical, e por vezes, o inverso também acontecia, um método compositivo musical era aplicado numa solução arquitectónica. Xenakis, sentia esta necessidade, de relacionar as duas artes e de partilhar entre elas os seus conceitos e métodos, independentemente do tipo de música ou de arquitectura que praticava.

Finalmente Xenakis conseguiu compreender qual era a ponte de ligação entre a música e arquitectura, em que estas se relacionavam devido à sua composição e à interpretação única que o artista lhes atribuía. Apesar de tudo o que possa parecer distante entre estas duas artes, havia algo que criava uma coerência interna, uma necessidade de combinar sons e medidas, ritmos e proporções. De acordo com Xenakis, este devia ser o objectivo máximo, tanto de um arquitecto como de um compositor, criar um sentido de harmonia, proporção e coesão no seu trabalho, através da utilização de conceitos musicais na composição arquitectónica.

²⁹ Iannis Xenakis foi colaborador no *atelier* de Le Corbusier durante doze anos, entre 1947 e 1959.

Os anos em que permaneceu no *atelier* de Le Corbusier, corresponderam a uma fase de maturação, de crescimento e de personalização do método compositivo de Iannis Xenakis. Esta aprendizagem revelou-se crucial para o seu futuro e para o seu desenvolvimento enquanto artista e criador.

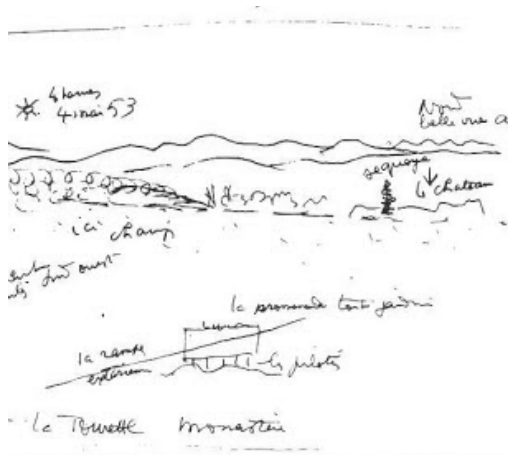


Fig.81 - Desenho de Le Corbusier para o Convento



Fig.82 - Convento de La Tourette



Fig.83 - Pilotis que sustentam o Convento



Fig.84 - Vista sobre o vale

Convento de La Tourette, Lyon

Durante o período de colaboração com Le Corbusier, o seu gosto pela arquitectura foi crescendo, assim como o seu desejo de a conceber. Desta forma, em 1953, Xenakis referiu a Le Corbusier a sua vontade de fazer arquitectura e de ser responsável por um projecto. Acedendo ao seu pedido, Le Corbusier tinha, o que julgou ser, o projecto perfeito para Xenakis, devido ao seu gosto pela matemática, pois era um projecto de pura geometria, um mosteiro dominicano. Le Corbusier tinha uma visão geral para o convento muito simples e geométrica, devido à tradição religiosa dos Dominicanos, baseada num simples rectângulo. Situado numa propriedade de cerca de 70 hectares, o convento está assente sobre um monte, num declive suave em perfeita comunhão com a natureza.

O desenho geral de um rectângulo encerrado baseia-se nos modelos tradicionais dos mosteiros, em que a vida acontece dentro de paredes e à volta de um jardim central. O volume elevado é suportado por um conjunto de pilotis e o acesso a este é feito por uma rampa que conduz ao seu centro, mantendo-se assim a sua forma ortogonal intacta. A forma geral é de Le Corbusier, enquanto a organização interna foi desenvolvida por Iannis Xenakis, mas sempre em estreita colaboração e aprovação de Le Corbusier e, claro, dos monges dominicanos. Para isso, era então necessário respeitar os hábitos dos monges, desde os diferentes espaços necessários, a circulação interna e a distribuição das diferentes funções, de forma a garantir a melhor organização interior.

O convento é constituído por três braços, dispostos em forma de 'U', localizados a Este, a Sul e a Oeste, sendo este último correspondente ao lado virado para o grande vale. O claustro do convento é, assim, formado por esta configuração

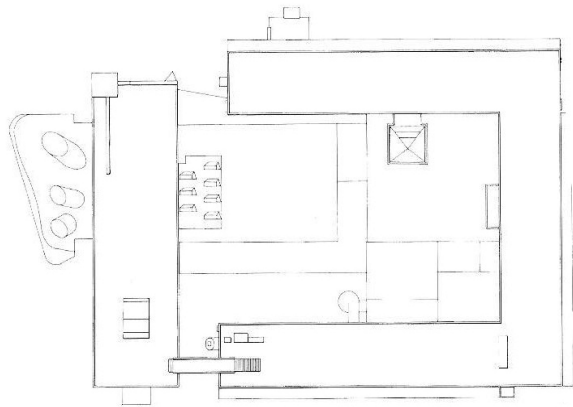


Fig.85 - Planta do Convento de La Tourette

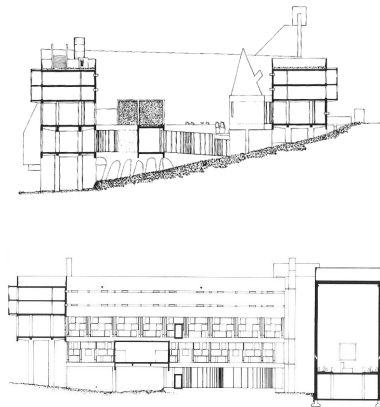


Fig.86 - Cortes pelo Convento

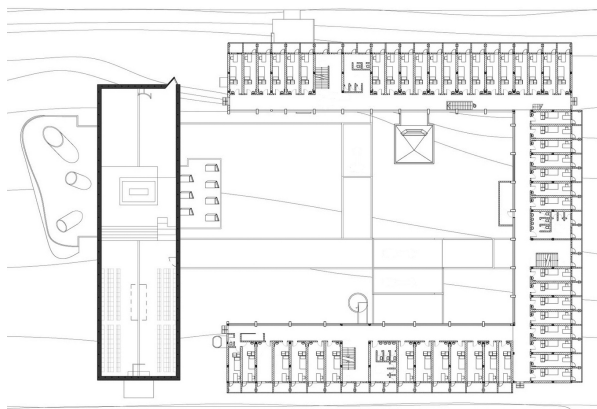


Fig.87 - Planta de um piso de celas

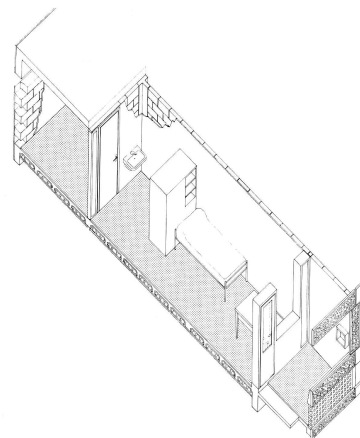


Fig.88 - Axonometria da cela



Fig.89- Claustro com as rampas e o átrio cobertos

geométrica. No entanto, não se encontra totalmente encerrado, pelo que o seu quarto lado é fechado pelo volume solto da igreja, que ocupa o lado Norte do convento. Todo o conjunto arquitectónico é então definido por um rectângulo, de 70 metros de comprimento e de 50 metros de largura.

O convento organiza-se em cinco pisos e cada um tem as suas funções bem definidas. Nos dois andares superiores, ou seja, no quarto e no quinto pisos, localizam-se as celas individuais dos monges, dotadas de uma pequena varanda independente. As celas são de tamanho reduzido e cingem-se apenas ao espaço necessário para a sua vivência, estando de acordo com os ideais de Le Corbusier. As dimensões destas celas regem-se pelo *Modulor*, tendo 5,92 metros de comprimento, 1,83 metros de largura e 2,26 metros de altura, medidas presentes no sistema proporcional, e as fachadas destes dois pisos correspondem a uma cópia da fachada da Unidade de Habitação, desenvolvida por Le Corbusier. O piso inferior a estes, ou seja o terceiro, é ocupado pelas salas de aula, salas comuns, salas de reunião e biblioteca. No segundo piso situa-se o átrio, a sala do capítulo, a igreja e o refeitório. Por fim, sob este, no primeiro piso, foram colocadas as áreas de serviço, como a cozinha, os armazéns, as salas de arrumos e a lavandaria, com acessos exteriores independentes.

A circulação entre os pisos é feita por três conjuntos de escadas, distribuídos pelas três alas do volume do convento, que conduzem até ao segundo piso, onde se situa o átrio, sendo a partir deste que se geram as rampas de acesso a outras zonas do convento. Estas rampas são cobertas, em forma de cruz e unem os quatro lados do claustro. O átrio, também coberto, localiza-se na intersecção destas rampas e, além de ser o ponto de união entre estas, também contém uma escada em espiral, que liga os andares das celas dos monges directamente ao átrio.

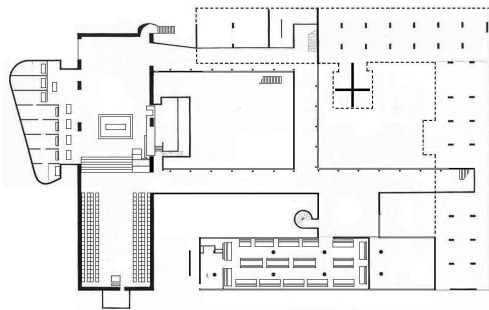


Fig.90 - Planta do piso 2 do Convento

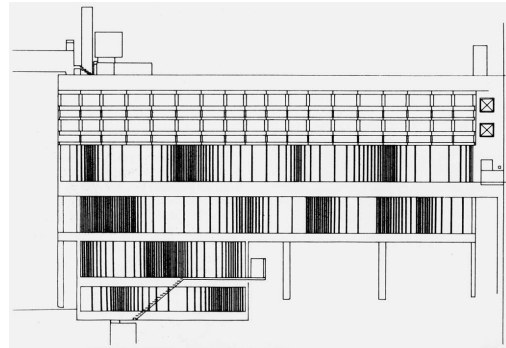


Fig.91 - Fachada Oeste do Convento

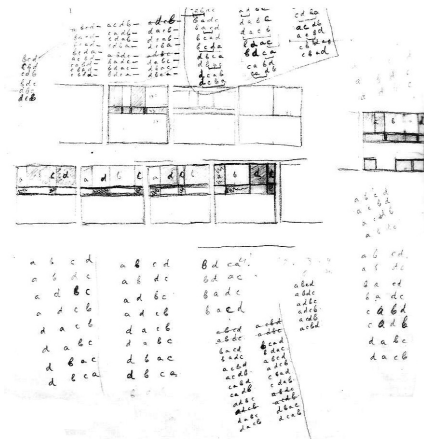


Fig.92 - Combinações matemáticas das dimensões dos vidros

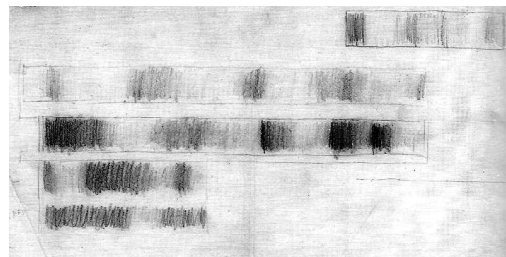


Fig.93 - Desenho do ritmo da fachada, através da ordenação das medidas



Fig.94 - Fachada 'ondulante'



Fig.95 - Xenakis, Convento de La Tourette

A fachada Oeste do piso das salas de aula, da biblioteca e dos restantes espaços comuns é composta por grandes painéis de vidro, sendo este um dos elementos mais marcantes do convento. Neste desenho da fachada, a lógica musical funde-se à lógica arquitectónica, criando ritmos espaciais, melodias visuais e uma composição arquitectónica complexa. Os elementos estruturais da música estão presentes nesta fachada, em que Xenakis recorreu a estruturas rítmicas e compositivas, traduziu-as e aplicou-as à arquitectura. A sua procura pelos padrões rítmicos originou o desenho dos seus 'painéis de vidro ondulantes', que cobrem a fachada do convento. Estes combinam a matemática do *Modulor*, com a interpretação pessoal e musical de Xenakis. No decorrer do estudo para o desenho da fachada, Xenakis elaborou vários diagramas com as combinações possíveis, através dos valores presentes no *Modulor*, marcando ritmos e proporções ao longo do grande plano livre da fachada. Esses valores podem ser dispostos por ordem crescente em 20, 27, 33, 43, 53, 70, 86, 113 e 140 e a combinação destas medidas permitiram a Xenakis criar um equilíbrio entre as regras de composição e a estética visual. Este sistema resulta, então, numa verdadeira composição geométrica única e revolucionária, que atribuiu um efeito ondulante à fachada, daí originando a sua denominação. As 'ondulações' transmitem o ritmo dinâmico presente no *Modulor*, criando um efeito visual de grande valor para o projecto. Estes grandes painéis envidraçados iluminam o interior do convento e permitem usufruir da vista magnífica sobre o grande vale.

No lado norte do conjunto surge a igreja, com uma aparência mais austera, revelando-se como um bloco compacto e impenetrável. Este volume correspondente à igreja tem 44 metros de comprimento, 10 metros de largura e 14 metros de altura, assentando directamente no solo. As quatro paredes em betão, de 50 centímetros de espessura, transmitem uma imagem sólida, que contrasta com os painéis de vidro referidos anteriormente. No seu interior, o espaço é dividido pelo altar principal que,



Fig.96 - Volume exterior da igreja



Fig.97 - Altar principal



Fig.98 - Iluminação interior pelos 'canhões de luz'

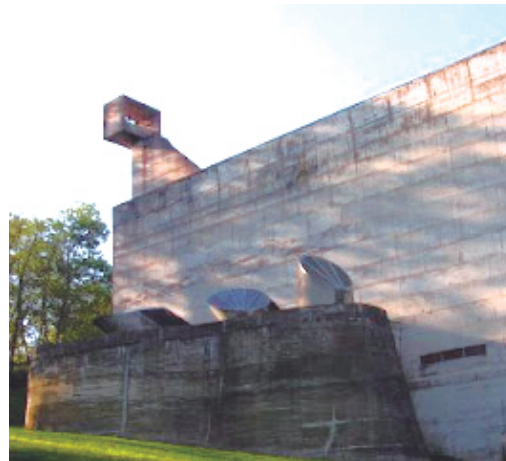


Fig.99 - 'Canhões de luz' e torre sineira

estando ao centro do volume e num ponto mais elevado, separa o espaço destinado ao coro dos monges do espaço destinado aos fiéis, mas mantendo a visibilidade em ambas as direcções. Além deste altar principal, eram necessários outros doze altares mais pequenos, para celebrações, e para os quais foi criado um volume junto ao lado norte da igreja, com a forma de um piano, que contém esses doze altares, sendo distribuídos sete no nível térreo e cinco ao nível do altar principal. Era também necessário criar um espaço para o órgão, e para tal foi desenhado um pequeno volume na fachada Oeste da igreja, no fim do coro dos monges. Para iluminar estes espaços, Iannis Xenakis criou aberturas na cobertura, reforçando a sensação da caixa encerrada. A sua intenção era criar uma iluminação natural, mas indirecta e para isso colocou três cones inclinados, cujas superfícies interiores foram pintadas de vermelho, azul e amarelo respectivamente, tendo denominado estas clarabóias de ‘canhões de luz’.

Este projecto de arquitectura revela-se um jogo de formas, volumes e proporções, sendo um desenho regulado pela geometria. O contraste entre os cheios e vazios e as transparências presentes no convento, mantêm o seu interior em comunicação com o exterior, estando aberto para a natureza e em perfeita harmonia.

Número Plástico

Dom Hans van der Laan *Completar a natureza*

“The house is among the first things man needs to maintain his existence in nature.

(...) the house must be seen as an addition to nature, by which natural space is completed and made habitable for us. (...) Thus between the two extreme terms – man and nature – the house appears as a reconciling element that enables man to maintain himself in nature.”¹

A casa é o espaço primordial do homem, é onde este habita e a sua função é estabelecer a harmonia entre o homem e a natureza. A casa é o espaço artificial que,

¹ N.t.: A casa é uma das primeiras coisas que o homem precisa para manter a sua existência na natureza, (...) a casa deve ser vista como uma adição à natureza, pela qual o espaço natural fica completo e se torna habitável para nós.(...) Assim entre os dois termos extremos – homem e natureza – a casa aparece como um elemento de reconciliação que permite ao homem manter-se na natureza.; Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983, p.1-2.

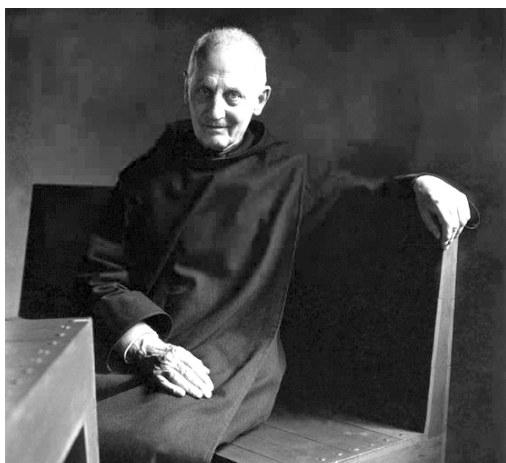


Fig.100 - Dom Hans van der Laan

ao estar inserido no espaço natural e fazendo parte deste, torna possível a íntima relação entre a arquitectura e o meio envolvente natural. De acordo com Dom Hans van der Laan², no seu livro *Le Nombre Plastique*³, os animais, por instinto, estão totalmente integrados na natureza, mas o homem tem que utilizar o seu intelecto para superar o obstáculo que existe entre o meio natural e a sua vivência. É aqui, então, que entra o papel da arquitectura, cujo objectivo é harmonizar o homem e a natureza, mas o seu papel nunca está perfeito nem terminado, sendo assim o objectivo do arquitecto procurar a verdadeira harmonia entre estes dois espaços, o artificial e o natural.

Partindo desta necessidade que o homem tem de construir o seu próprio mundo, delimitado e artificial, de forma que este pertença à natureza, Hans van der Laan chegou à conclusão que, então, o mundo criado pelo homem é algo necessário à natureza, para que esta esteja completa. Tal como o arquitecto referiu na sua obra *Architectonic Space*⁴, “*it is as if nature awaited the work of our hands to be wholly complete*”⁵. Van der Laan pretendia tornar o espaço humano habitável num espaço melhor, em que a casa, ou seja, a arquitectura, não só ocupava um lugar na natureza, como a reforçava e a completava. Para que a casa pertença à natureza, de uma forma harmoniosa, a sua construção deve ser bem ponderada e guiada pelo intelecto, pois

² Monge beneditino e arquitecto holandês; nasceu a 29 de Dezembro de 1904 e faleceu a 19 de Agosto de 1991.

³ N.t.: O Número Plástico; livro publicado em 1960, no qual Hans van der Laan refere o desenvolvimento da sua teoria da arquitectura, através da utilização do número plástico.

⁴ N.t.: Espaço Arquitectónico; livro publicado em 1977, originalmente em holandês, com o título *Architectonische Ruimte*, onde Hans van der Laan reformula a sua teoria da arquitectura, anteriormente exposta.

⁵ N.t.: é como se a natureza esperasse pelo trabalho das nossas mãos para estar totalmente completa; Dom Hans van der Laan, *op. cit.*, p.60.

para a arquitectura ter um lugar na natureza, deve adaptar-se a esta e deve completá-la com inteligência, para que assim, os produtos criados pelo homem lhe pertençam.

Hans van der Laan⁶ estudou matemática e arquitectura, tendo abandonado os estudos desta última para se dedicar à religião. Tornou-se monge Beneditino, o que lhe possibilitou pensar na arquitectura de outra forma, valorizando a natureza e a relação desta com o homem e a arquitectura. Segundo o próprio, ao distanciar-se do ensino da arquitectura e das suas normas académicas, permitiu-lhe olhar para esta disciplina com uma nova perspectiva, desenvolvendo as suas reflexões e teorias, que posteriormente aplicou nas suas obras.

Desde jovem que Van der Laan procurava os princípios fundamentais da natureza e do ambiente construído e a sua opção de se tornar monge foi, precisamente, para compreender, de uma forma mais profunda, a arquitectura, as suas origens e, conseqüentemente, o mundo. Esta forma de ver o mundo que o rodeia e de interpretar a arquitectura e a natureza tornou-se no seu principal método de trabalho e a sua aspiração máxima residia na procura da perfeita relação entre estes dois elementos. Desta forma, concluiu que *“God 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 to distil, out of this*

⁶ Sendo filho de um arquitecto, Leonard van der Laan, esta arte sempre esteve presente na sua vida e desde cedo foi uma opção para o seu futuro. Antes de iniciar os seus estudos na área da arquitectura, optou por se formar em matemática e, só mais tarde, em 1923, ingressou na escola de Delft. Desiludido com o ensino académico do curso de arquitectura, abandonou os estudos no fim do seu terceiro ano e tornou-se monge beneditino. Entrou para a Abadia de St. Paul em Oosterhout, Holanda, em 1927, onde estudou filosofia e teologia e foi ordenado monge em 1934. Mais tarde, em 1968, mudou-se para a Abadia de St. Benedictusberg em Vaals, após a realização do seu projecto de ampliação para esta.

*chaos of measures with which nature confronts us, a yardstick of our own*⁷. Para Dom Hans van der Laan, a arquitectura era algo imposto na natureza, era uma imagem projectada na natureza, que tinha como objectivo atribuir-lhe medidas e torná-la compreensível. Com isto, o arquitecto não pretendia afirmar que a arquitectura não tinha relação com a natureza, pelo contrário, o primeiro encontro com esta, e a imagem criada no nosso intelecto, era o ponto de partida para o conhecimento e a concepção da arquitectura. Desta forma, o primeiro aspecto a ter em consideração na distinção entre natureza e casa, é o espaço. Espaço este, que antes pertencia a um mundo ilimitado, tornava-se agora numa área limitada da natureza. Este novo espaço arquitectónico devia ser considerado como uma adição ao espaço natural, onde o conflito entre este e a arquitectura é superado e, portanto, a casa completava o espaço da natureza.

Como já foi referido, para Hans Van der Laan era a arquitectura que atribuía medidas à natureza, assim, a forma arquitectónica, ao ser imposta sobre esta, também lhe impunha a proporção. A proporção era, para o arquitecto, algo que a nossa mente estabelecia sobre o mundo, e não algo que era derivado do mundo e que estava latente neste. Desta forma, Richard Padovan⁸ concluiu que Van der Laan “*regards this imposition of measure through architecture as so important that we build in order to manifest proportion, if for no other reason*”⁹. O propósito da proporção na

⁷ N.t.: Deus cria as coisas infinitamente pequenas, infinitamente grandes, e em número infinito; mas Ele não nos permitiu descobrir os limites do universo, ou descobrir quão pequenas as coisas podem ser. Tudo o que podemos fazer é extrair, deste caos de medidas com que a natureza nos confronta, uma medida de referência própria; Richard Padovan, *Proportion: Science, Philosophy, Architecture*, New York: Routledge, 2008, p.39.

⁸ Arquitecto, escritor e professor; estudioso incansável de Dom Hans van der Laan, tendo traduzido obras do arquitecto e publicado livros sobre este.

⁹ N.t.: considera esta imposição da medida através da arquitectura tão importante que nós construímos de modo a manifestar a proporção, e não por outra razão; Richard Padovan, *op. cit.*, p.35.

arquitectura, segundo Hans van der Laan, era uma questão estética. Mas este termo devia ser entendido no seu significado primitivo e não como um conceito de beleza, pois a palavra 'estética' deriva da palavra grega *aesthetikos*, que significa percepção, enquanto a palavra 'beleza', que em grego é *kallos*, não aparece referida nos escritos do arquitecto. Desta forma, o propósito da proporção na arquitectura era uma questão de percepção, na medida em que o homem conseguia compreender o espaço arquitectónico e incluir-se neste, ao contrário do mundo natural que se apresentava perante o homem como algo ilimitado, incomensurável e incompreensível.

O primeiro acto arquitectónico, para Dom Hans van der Laan, consistia na definição do espaço, e este só podia ser definido pelo seu oposto, ou seja, por elementos sólidos, demonstrando-se, assim, a essência da arquitectura, em que estes elementos delimitam o espaço de vivência no seu interior. A relação entre o espaço interior e as suas paredes não era uma questão de forma, mas de proporção. Então, desde o início, o processo construtivo cingia-se a um espaço limitado em que as proporções entre as medidas estabeleciam relações entre os elementos construídos, entre estes e os espaços que os continham, e por fim, determinavam a relação entre o espaço arquitectónico e o espaço da natureza. Para o arquitecto, os elementos que delimitam e que estruturam o espaço constituíam a verdadeira arquitectura, enquanto os elementos decorativos acrescentados ao longo do projecto retiravam a beleza autêntica desta. Um espaço devia ser entendido na sua essência, através da sua estrutura e dos materiais utilizados, pois só assim era possível ao arquitecto concentrar-se no projecto, sem a distração dos elementos decorativos, mantendo a simplicidade e o rigor arquitectónico.

Dom Hans van der Laan era muito rigoroso no seu pensamento e nas suas observações. O arquitecto foi construindo a sua teoria de forma gradual e consistente,

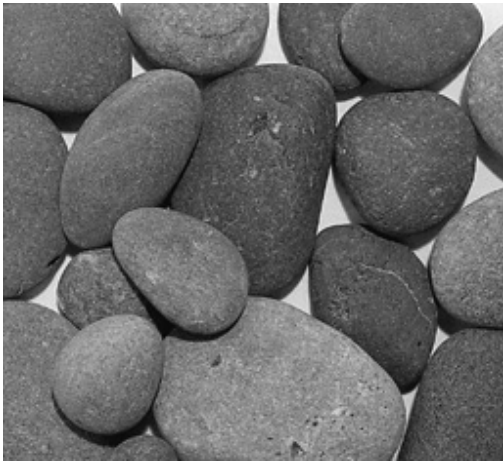


Fig.101 - Pedras de diferentes tamanhos

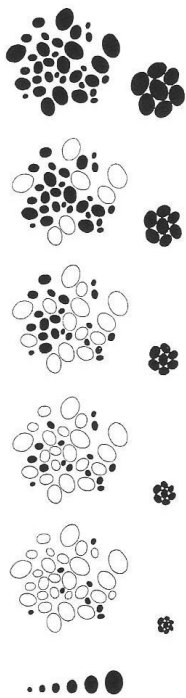


Fig.102 - Grupos de pedras ordenadas pelo seu tamanho

através de conclusões que foi retirando dos seus estudos. Van der Laan procurava um sistema estético, entendido como percepção e não como beleza, baseado na ordem natural das coisas, tendo descoberto o número plástico¹⁰. Este sistema de proporção teve um papel muito importante na sua teoria da arquitectura.

O número plástico não é apenas um sistema de medidas e de proporções fixas, que devem ser impostas nos objectos que se criam. É, principalmente, uma forma de olhar e de compreender o mundo que nos rodeia, com a sua continuidade infinita de tamanhos e de formas. Hans van der Laan não considerava estas medidas como sendo proporções fixas matematicamente, mas antes como representações de um grupo de tamanhos, que o nosso intelecto reconhece como pertencendo ao mesmo 'tipo'. Os tamanhos destes elementos formavam um contínuo, como, por exemplo, se verifica com a gravilha, e não tinha sentido tentar distinguir estes tamanhos individualmente. Mas se estes elementos fossem dispostos em grupos, pela ordem do seu tamanho, tais como grandes, médios e pequenos, surgia então uma relação de proporção entre esses diferentes grupos. Ao conseguir avaliar esta íntima ligação entre proporção e escala, então a importância da proporção no desenho torna-se visível.

De acordo com Van der Laan, a teoria da proporção e da arquitectura, podia ser definida por limites, entre os quais os tamanhos se relacionam uns com os outros, e por limites além dos quais esta relação deixa de existir. Tendo estes limites como base, era possível estabelecer uma sequência de tamanhos, através das quais o ambiente arquitectónico podia ser relacionado como um conjunto e, desta forma, tornava-se compreensível. Assim, através desta continuidade de medidas, uma certa parte do espaço da natureza tornou-se num território delimitado, sendo este

¹⁰ Teoria da arquitectura formulada por Dom Hans van der Laan em 1928, dois anos após a sua entrada para o mosteiro.

marcado por limites graduais, claramente reconhecíveis. “*A piece of the unknown has become known: and precisely by exploiting the fact that we cannot know it.*”¹¹

Ao introduzir o conceito de ‘tipos de tamanho’, Hans van der Laan possibilitou a aplicação da teoria da proporção a todos os objectos em geral, tanto na natureza como na arte, e não apenas aos objectos que incorporam proporções matemáticas precisas. O valor do sistema de proporções de Van der Laan reside, não nos detalhes matemáticos, mas nos conceitos gerais dos ‘tipos’ e ‘ordens de tamanho’. Esta última, a ‘ordem’ determina o limite extremo para além do qual os tamanhos deixam de ter importância e, assim, previne que as proporções se estendam numa propagação interminável.

Van der Laan, ao explicar o seu raciocínio e o seu pensamento, referiu que os objectos são dimensionados através da percepção visual. Esta consistia na comparação do tamanho do objecto com uma ‘medida de referência’, que corresponde a uma unidade de tamanho já conhecida pelo nosso intelecto. Mas esta medição através da visão directa, não corresponde exactamente ao seu tamanho concreto.

Para uma melhor compreensão deste conceito, Dom Hans van der Laan realizou uma experimentação deste comportamento, em que analisou uma sequência contínua de tamanhos, através da utilização de trinta e seis quadrados de cartão. Os tamanhos destes quadrados iam aumentando, tendo o mais pequeno 40 milímetros

¹¹ N.t.: Uma parte do desconhecido tornou-se conhecido: e precisamente por explorar o facto de não o conhecermos.; Richard Padovan, *op. cit.*, p.366.

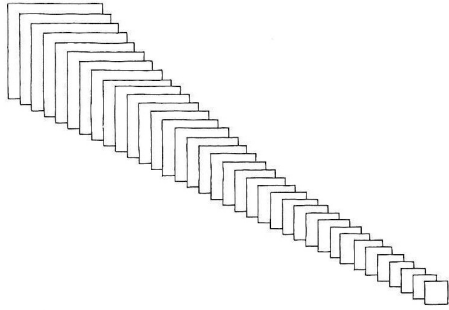


Fig.103 - Sequência de 36 quadrados

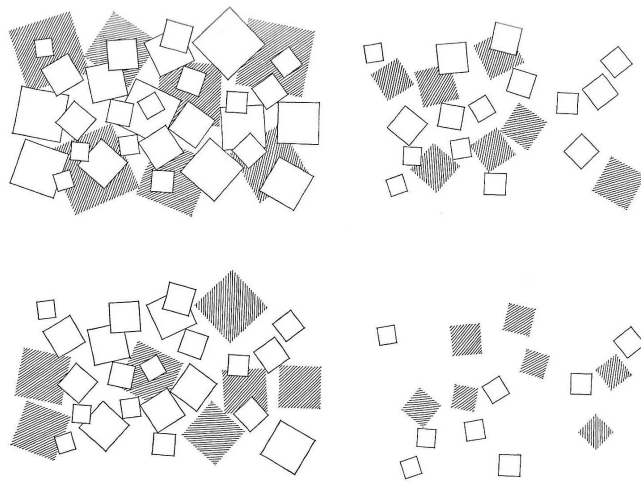


Fig.104 - Quadrados espalhados para formar grupos de tamanhos semelhantes

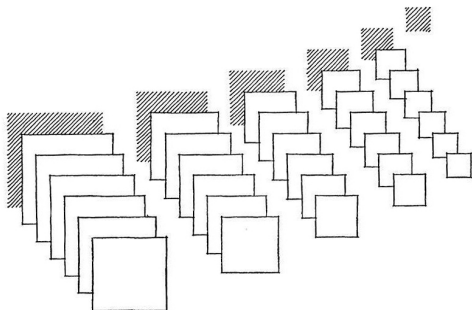


Fig.105 - Grupos de tamanhos semelhantes

de lado e o quadrado maior 165 milímetros de lado, em que cada peça de cartão representava uma única medida, obtendo-se um sequência contínua¹².

Apesar de ser perceptível que todos os quadrados eram de tamanhos diferentes, não se conseguia individualizar cada tamanho, mas era possível formar grupos de tamanhos que eram idênticos visualmente¹³. Os quadrados que deviam pertencer a cada grupo de tamanhos distinguiram-se entre eles devido à existência de uma ‘medida de transição’, que permitia então esta separação em diferentes grupos¹⁴.

A sequência inicial de trinta e seis quadrados dividiu-se em cinco grupos, que eram definidos pelos limites existentes¹⁵. Eram dois os limites e, dentro de uns, os cartões eram idênticos no seu tamanho, e dentro de outros limites, os cartões relacionavam-se entre si proporcionalmente. Isto é, os primeiros limites mencionados eram definidos pelas ‘medidas de transição’, já referidas, que existiam em cada grupo de tamanhos, e os segundos limites eram definidos pelas duas

¹² Foram utilizados 36 quadrados de cartão, em que os seus tamanhos aumentavam desde os 40 aos 165 milímetros. Dos 40 aos 60 milímetros, os onze quadrados de cartão iam aumentando 2 milímetros, dos 60 aos 90 milímetros, os dez quadrados aumentavam 3 milímetros, dos 90 aos 110 milímetros, os cinco quadrados de cartão aumentavam 4 milímetros, dos 110 aos 135 milímetros, os cinco quadrados iam aumentando 5 milímetros e, por fim, dos 135 aos 165 milímetros, os últimos cinco quadrados aumentavam 6 milímetros. Assim, cada peça de cartão, quadrada, apresentava uma única medida concreta e com estes 36 quadrados obtinha-se uma sequência contínua de diferentes tamanhos.

¹³ Estes cartões quadrados foram espalhados, aleatoriamente, em cima de uma mesa e, apesar de ser perceptível que eram todos de tamanhos diferentes, não se conseguia formar uma imagem separada de cada tamanho. Mas percebia-se que vários quadrados eram de tamanhos semelhantes e, ao serem retirados, formavam um grupo, constituído pelos quadrados maiores. De seguida, destacava-se um segundo grupo de quadrados de tamanho inferior aos anteriores, que constituíam um outro grupo de tamanhos. E assim sucessivamente, até que todos os quadrados estivessem reunidos em grupos. No fim, sobrava apenas o cartão mais pequeno.

¹⁴ Ao hesitar num certo quadrado, isto é, se era o mais pequeno num grupo de tamanhos maior, ou se era o quadrado maior num grupo mais pequeno, significava que este era uma ‘medida de transição’ e que separava os grupos de tamanhos uns dos outros.

¹⁵ A série de 36 quadrados dividia-se em cinco grupos, em que cada grupo continha sete tamanhos.

medidas extremas que existiam neste conjunto de grupos, ou seja, o tamanho mais pequeno e o tamanho maior dos trinta e seis quadrados.

O primeiro contacto com o tamanho de um objecto é restrito ao conhecimento que se possui de uma determinada sequência de tamanhos, dentro da qual os objectos são considerados proporcionais. Desta forma, os objectos que correspondiam à imagem de um determinado tamanho, ou seja, que eram semelhantes, consideravam-se do mesmo 'tipo de tamanho'. O conjunto de vários grupos de tamanhos que se relacionavam entre si, isto, de vários 'tipos de tamanho', denominava-se 'ordem de tamanho'. Nesta última, existiam duas medidas extremas que permitiam limitar a relação existente entre os seus tamanhos, ou seja, o tamanho mais pequeno que existe nesta 'ordem', que corresponde à medida de referência, e o tamanho maior da 'ordem' que é a medida a partir da qual as dimensões superiores a essa deixam de ter relação com a 'ordem de tamanho'.

Segundo Hans van der Laan, era através destes conceitos de 'tipo' e 'ordem de tamanho' que os objectos se dimensionavam no nosso intelecto e se consideravam proporcionais. Ao reconhecer o 'tipo' e a 'ordem de tamanho' eram, então, estabelecidos os limites para os vários tamanhos presentes na natureza. Assim que estes limites eram fixos na nossa mente, as restantes medidas eram escolhidas de forma a corresponderem a esses limites.

Quando Hans van der Laan referia que duas medidas eram proporcionais entre si, não se referia ao facto de estas serem visualmente agradáveis. O arquitecto referia-se, especificamente, ao facto da diferença entre essas duas medidas ser significativa e, portanto, estas não pertenciam ao mesmo 'tipo de tamanho'. No entanto, essa diferença não era assim tão grande, e estas continuavam a ter uma relação de proporção, assim sendo, pertenciam à mesma 'ordem de tamanho'.

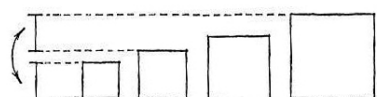


Fig.106 - A diferença entre a medida maior e a segunda menor é igual à mais pequena

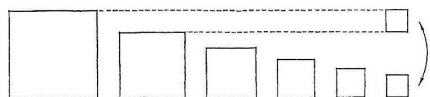


Fig.107 - Limites da 'ordem de tamanho'

A demonstração aritmética do desenvolvimento do sistema de proporções de Van der Laan, considerando quatro termos consecutivos, baseia-se na diferença entre a medida maior e a segunda mais pequena que corresponde à medida menor desses quatro termos, ou, de outra forma, a soma das duas medidas mais pequenas é igual à medida maior dos quatro termos¹⁶. Isto é, a soma de dois termos consecutivos é igual, não ao termo seguinte, como acontece na série de Fibonacci¹⁷, mas ao termo a seguir a esse. Desta forma é estabelecida a sequência dos ‘tipos de tamanho’ da série de Van der Laan.

Como foi referido anteriormente, a intenção do arquitecto não era gerar um sistema de proporções que se estendesse infinitamente, e para isso era necessário definir os limites da ‘ordem de tamanho’. Para Hans van der Laan a medida que estabelecia a noção de proporção neste sistema era a medida mais pequena que este continha, ou seja, a medida de referência, portanto o limite máximo da sequência devia relacionar-se com esta medida. Assim, a diferença entre dois ‘tipos de tamanho’ que correspondesse à medida de referência, determinava o maior ‘tipo’ existente na ‘ordem de tamanho’. Obtinha-se, desta forma uma sequência constituída por seis termos proporcionais entre si.

Este sistema de seis medidas continha cinco ‘tipos de tamanho’, que determinavam uma ‘ordem de tamanho’, estando então matematicamente definido o sistema de proporções. No entanto, as medidas existentes dentro dos limites de cada ‘tipo de tamanho’ não se identificavam todas entre si, pois uma parte relacionava-se com o limite inferior e outra com o limite superior do ‘tipo’, tornando-se necessário

¹⁶ Considerando uma sequência crescente de quatro termos consecutivos, a, b, c, d , a diferença entre o termo maior e o segundo mais pequeno era igual ao termo menor, ou seja, $d - b = a$. Ou, de outra forma, a soma dos dois termos mais pequenos era igual ao termo maior, ou seja, $a + b = d$.

¹⁷ Na série de Fibonacci, cada termo corresponde à soma dos dois termos precedentes, ou seja, $a + b = c$, $b + c = d$, etc.

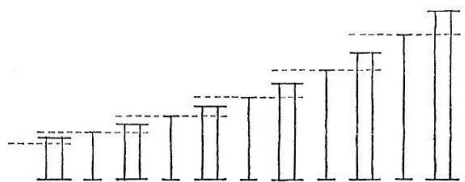


Fig.108 - Medidas autênticas e derivadas

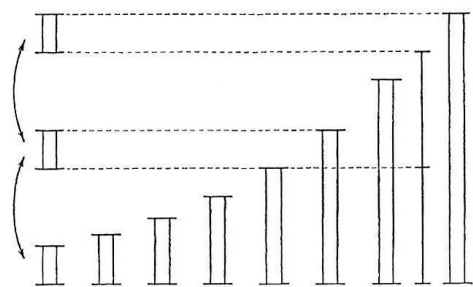


Fig.109 - Novos limites da 'ordem de tamanho'

criar um medida intermédia entre estes dois limites, que se situava a meio do ‘tipo de tamanho’. Estas medidas intermédias originaram uma nova progressão geométrica, derivada do sistema proporcional anterior, por isso foram denominadas ‘medidas derivadas’ e as medidas iniciais eram denominadas ‘medidas autênticas’, logo, a cada medida autêntica estava associada uma medida derivada dessa, que seria mais pequena.

O sistema de medidas era caracterizado, em quatro medidas consecutivas, pela soma das duas medidas mais pequenas que correspondia à medida maior dessas quatro. No entanto, com a introdução das medidas derivadas, podia ser acrescentada outra definição, assim, em quatro medidas consecutivas, o dobro da medida mais pequena era igual à média existente entre os dois termos maiores dessas quatro medidas, isto é, à derivada da quarta medida.

Com a introdução destas novas medidas, o sistema podia ser estendido a outras medidas maiores. Anteriormente referiu-se que a proporção do sistema era estabelecida pela medida mais pequena contida neste, ou seja, a medida de referência, e que o limite máximo da série de medidas devia estar relacionado com esta medida. Assim, repetindo este parâmetro já utilizado, o limite máximo da sequência estabelecia-se quando a diferença entre uma medida autêntica e a sua derivada fosse igual à medida de referência.

Com esta actualização do sistema de proporções, duas novas medidas foram acrescentadas. O sistema ficava assim completo e era constituído por oito medidas e sete intervalos entre estas, ou seja, sete ‘tipos de tamanho’. Desta forma estavam definidos os limites dentro dos quais as medidas concretas de um edifício podiam variar, isto é, a ‘ordem de tamanho’.

O número plástico, baseado nesta sequência, assegurava o emprego da ordenação e da disposição na arquitectura. Estes termos recuperaram outras definições anteriormente mencionadas por Vitruvius, *ordinatio*¹⁸ e *dispositio*¹⁹, através de uma nova interpretação. A utilização destes princípios na arquitectura por Hans van der Laan, permitiu-lhe obter uma ordenação quantitativa da arquitectura, ou seja a quantidade de elementos empregues, e a qualidade da disposição da forma e do espaço arquitectónico, em que ambos deviam ser coordenados em simultâneo. Também retomou outros princípios vitruvianos, como *eurytmia*²⁰, que, para Van der Laan, correspondia às relações entre as diferentes medidas do mesmo elemento, e *symmetria*²¹, como um conceito de harmonia e proporção, que se referia às medidas entre diferentes elementos que pertenciam ao todo arquitectónico. Então, a correcta colocação dos elementos devia ser regida pelo equilíbrio das medidas. Tal como a natureza se completava com a arquitectura, a arquitectura completava-se com a perfeita harmonia entre as medidas utilizadas no edifício.

O sistema criado por Van der Laan era independente da dimensão real das medidas, pois estas eram agrupadas apenas com base nas razões existentes entre elas. Assim, devido à inexistência de medidas concretas, Van der Laan denominou as oito medidas que formavam o seu sistema de proporções aos pares, por ordem crescente

¹⁸ A ordenação, de acordo com Vitruvius, correspondia à proporção das partes da obra em separado e à comparação proporcional do conjunto, tendo em vista a comensurabilidade.

¹⁹ A disposição, para Vitruvius, era a correcta colocação dos elementos e o efeito estético da obra.

²⁰ Eurytmia, segundo Vitruvius, dizia respeito à forma exterior elegante e à adequação das diferentes partes que conferiam um aspecto harmonioso, ou seja, todas as partes correspondiam às respectivas comensurabilidades.

²¹ Comensurabilidade, para Vitruvius, consistia no equilíbrio das diferentes partes da obra e na correspondência das partes separadas com a harmonia do conjunto.

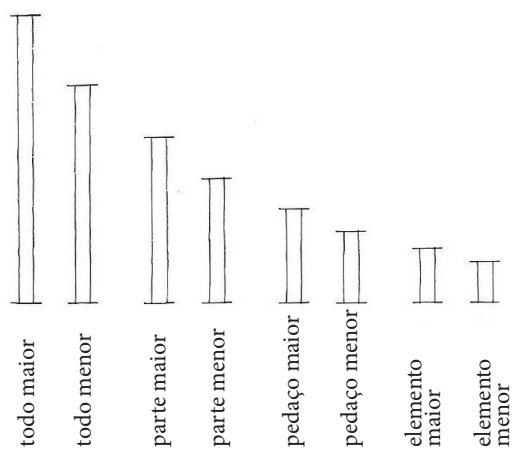


Fig.110 - Denominação das oito medidas

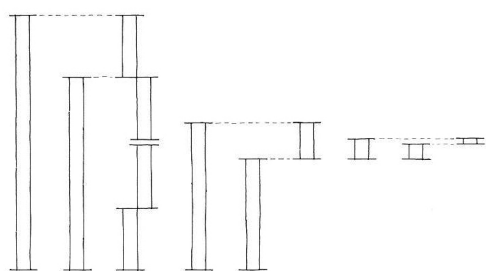


Fig.111 - Relações entre as medidas

de tamanho, por ‘elemento’, ‘pedaço’, ‘parte’ e ‘todo’, e em cada par existia um termo ‘menor’ e um ‘maior’²².

Tendo então o sistema ordenado, verificou-se a existência de uma relação entre os seus termos. Isto é, em dois termos consecutivos, era perceptível que a diferença entre eles correspondia a 1:4 da medida maior, então a medida menor desses dois termos consecutivos era igual a 3:4 da medida maior. Desta forma, obteve-se a razão que ocorria entre duas medidas consecutivas do sistema, traduzida por 3:4. Esta representa a razão em que era perceptível ao nosso intelecto a diferença entre os tamanhos proporcionais, ou seja, entre os diferentes ‘tipos de tamanho’.

Ao considerar as medidas em relação ao ‘todo maior’, ou seja a maior medida do sistema, era possível expressar as restantes razões. Para isso, o ‘todo maior’ actuava como unidade, para que as outras medidas se pudessem relacionar com esta. Assim, em relação à unidade, obteve-se um sistema de oito razões, por ordem decrescente, através dos seguintes valores: 1, 3:4, 4:7, 3:7, 1:3, 1:4, 4:21, 1:7²³.

Com o estabelecimento destas razões, tornou-se perceptível que, além da razão entre duas medidas consecutivas, 3:4, também se podia estabelecer a razão que correspondia ao limite máximo em que os termos se conseguiam comparar entre si e que eram proporcionais, ou seja, a ‘ordem de tamanho’. Este limite era dado pela razão 1:7, sendo o limite máximo que permitia a comparação e a relação de tamanhos dentro da mesma ‘ordem’.

²² Desta forma, por ordem crescente, os termos da sequência denominavam-se por ‘elemento menor’, ‘elemento maior’, ‘pedaço menor’, ‘pedaço maior’, ‘parte menor’, ‘parte maior’, ‘todo menor’ e, por fim, ‘todo maior’.

²³ Reciprocamente, as medidas também podiam ser consideradas em relação ao ‘elemento menor’, ou seja, à medida mais pequena do sistema, considerando-se esta como sendo a unidade. Assim, as restantes medidas apresentavam-se em relação a esta, por ordem crescente, como: 1, 4:3, 7:4, 7:3, 3, 4, 21:4, 7.

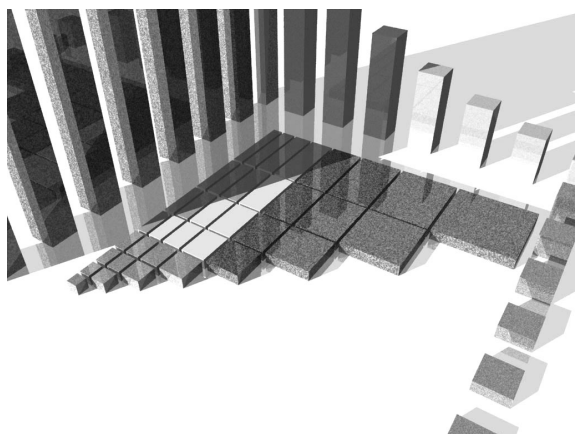


Fig.112 - Combinações entre as oito medidas do sistema de proporção

O número plástico não pertence a um mundo puramente matemático, mas serve de ligação entre a mente, o pensamento abstracto e o mundo dos acontecimentos concretos. Hans van der Laan afirmou que este não era um sistema de proporções derivado da natureza e aplicado à arquitectura. Pelo contrário, este manifestava-se na arquitectura e era imposto na natureza. Era um sistema de ordem, que ao ser imposto na natureza, permitia compreendê-la.

O seu sistema de proporção não devia ser visto como uma ferramenta ou como uma receita que servia para facilitar o desenho, mas como algo mais importante. Devia beneficiar a estrutura do espaço arquitectónico, através das relações entre as suas partes, demonstrando a sua preocupação com o espaço em si, e não tanto com os elementos decorativos do projecto de arquitectura. O papel do sistema que Van der Laan desenvolveu não servia para projectar melhor a arquitectura, a arquitectura é que devia incorporar o número plástico. Segundo o arquitecto, *“for me, the plastic number is not a means, but the end, of making architecture”*²⁴.

²⁴ N.t.: para mim, o número plástico não é um meio, mas um fim, de projectar a arquitectura; Richard Padovan, *op. cit.*, p15.

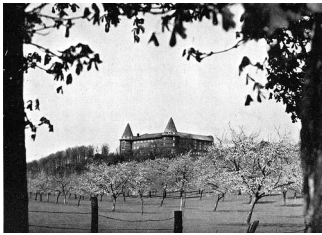


Fig.113 - Abadia de Vaals

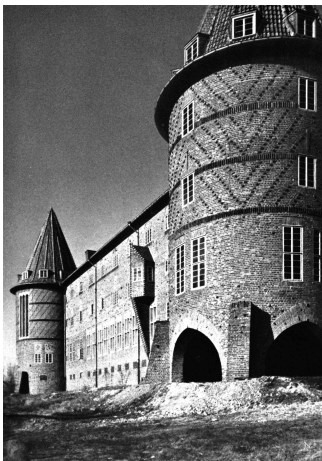


Fig.114 - Torres cilíndricas na fachada Norte



Fig.115 - Vista geral da Abadia de Vaals

Abadia de St. Benedictusberg, Vaals

O percurso de vida de Dom Hans van der Laan foi marcado pelo estudo dos números e da proporção, o que o levou a formular a sua própria teoria da arquitectura, o número plástico. Este seu sistema de proporção deve a sua importância, não à formulação matemática, mas à percepção da harmonia. É uma pesquisa rigorosa sobre a noção do espaço, a sua importância e a relação entre cada espaço e destes com o conjunto arquitectónico.

Apesar de ter realizado poucas obras arquitectónicas, o seu legado revela a beleza dos seus ideais, através da simplicidade estrutural e da proporção visual. Em 1956, foi-lhe pedido para desenhar a igreja da Abadia de St. Benedictusberg, em Vaals. O projecto inicial da Abadia de Vaals é de 1922, da autoria de Dominikus Böhm e Martin Weber, no entanto, o conjunto da abadia só foi parcialmente construído. A sua linguagem era própria dos mosteiros tradicionais, sendo este caracterizado por duas grandes torres cilíndricas a Norte, assemelhando-se a uma fortificação. A sua construção foi interrompida e a igreja, no lado Sul do conjunto, não chegou a ser executada. Desta forma, Hans van der Laan ficou encarregue de completar a construção, não só da igreja, mas também de outras partes da abadia, como a cripta, a sacristia, a biblioteca e uma galeria aberta em volta de um novo claustro. Este projecto de ampliação, iniciado em 1956 ficou concluído em 1968, altura em que Van der Laan se mudou para esta abadia.

O seu projecto para a Abadia de Vaals é coerente e sóbrio, respeitando o edifício existente e sem evitar as suas formas antigas. O edifício antigo, de tijolo à vista, continha a casa do abade, o refeitório, um claustro e três pisos de celas. A

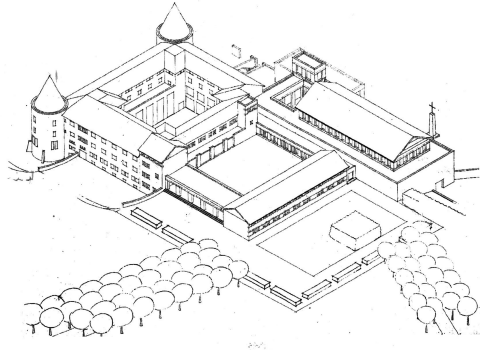


Fig.116 - Axonometria com a ampliação da Abadia

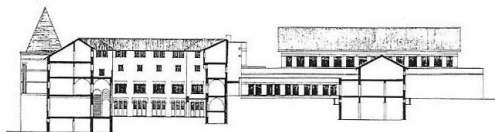


Fig.117 - Corte pela ligação entre o edifício antigo e o novo

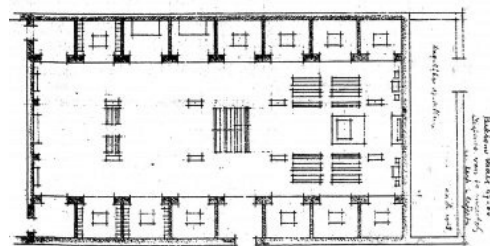


Fig.118 - Planta da cripta

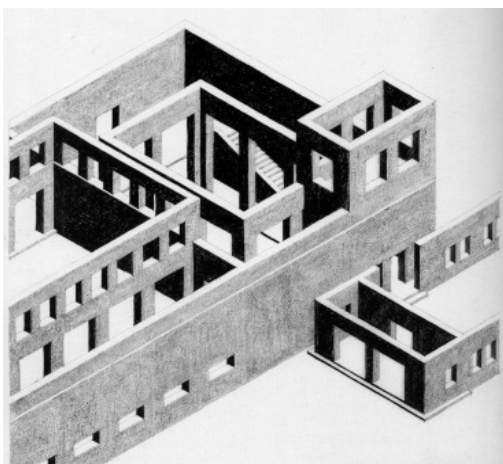


Fig.119 - Axonometria do átrio e da torre sineira



Fig.120 - Átrio com os seus materiais de construção expostos

ampliação realizada por Van der Laan adapta-se ao edifício original, através da aplicação dos seus princípios arquitectónicos.

O primeiro espaço a ser concluído foi a cripta, em 1961, sob a nave da igreja, que se situa no lado Oeste do terreno. É um volume enterrado na colina e a sua arquitectura interior transmite-se apenas pelos elementos essenciais à criação do espaço. A sua planta rectangular é marcada por duas filas de colunas ao longo do espaço e, paralelamente, encontram-se várias capelas nas paredes laterais da cripta. Estes elementos demonstram o ritmo e a proporção que marcam o espaço. Os materiais utilizados revelam os princípios de simplicidade de Van der Laan e a importância que este atribuía à estrutura arquitectónica, sendo evidenciada através das vigas de betão armado, do tijolo que é perceptível pela pintura branca directamente sobre este e do pavimento que é constituído por placas de grandes dimensões de uma mistura de cimento e pedra. Os únicos ornamentos que existem neste espaço são as pedras utilizadas nas pequenas capelas e um castiçal projectado pelo arquitecto. A luz também é um elemento decorativo, pois esta só é proveniente do lado esquerdo da cripta, ou seja, de Oeste, sendo relativamente escassa neste espaço, o que gera um jogo de sombras que reforça a imponência da cripta.

A segunda fase da ampliação foi concluída em 1967, com a igreja e os espaços anexos a esta. Um primeiro volume, baixo e comprido, situado no lado Oeste do conjunto, abriga a entrada que dá acesso à igreja. Neste espaço encontram-se os serviços de portaria e, a partir daqui acede-se a um átrio aberto, com dois pisos. O átrio assemelha-se a uma pequena divisão do complexo, mas sem tecto e em relação directa com o céu, desempenhando um papel separador entre a zona de acesso público e a zona de clausura e, tal como acontece no restante edifício, é desprovido de qualquer decoração e o seu interesse visual reside nos materiais de construção expostos. A partir deste átrio, que ajuda a vencer a diferença de cotas do terreno,

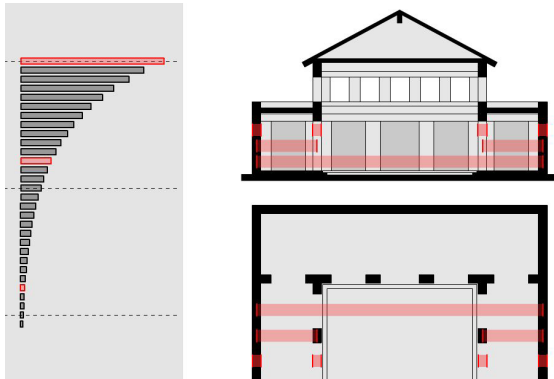


Fig.120 - Planta e corte transversal pela nave da igreja, demonstrando o sistema de medidas do Número Plástico

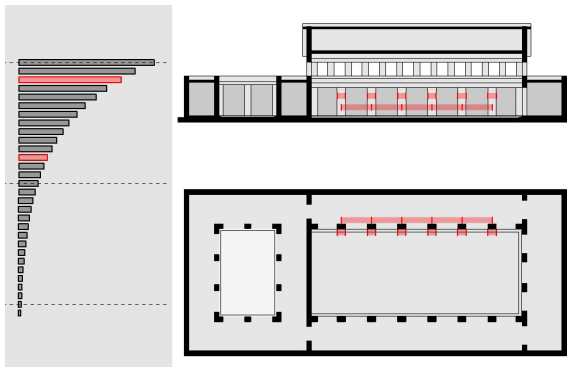


Fig.121 - Planta e corte longitudinal da igreja, com as medidas do Número Plástico

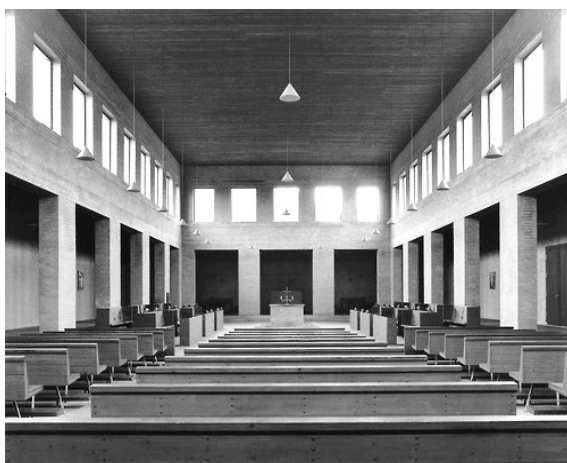


Fig.122 - Interior da igreja, com a iluminação superior feita pelo volume mais alto da nave

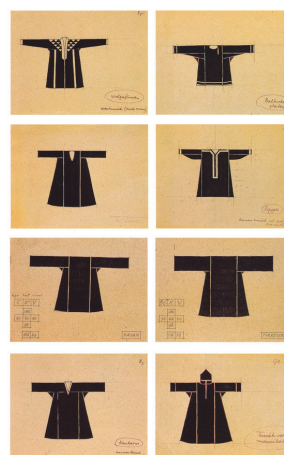


Fig.123 - Vestes desenhadas por Van der Laan

accede-se à cripta, anteriormente referida, através de duas rampas que descem para o interior do terreno. Do átrio também se acede à igreja, situada acima da cripta, através de umas escadas, e aos espaços privados do convento.

A entrada para a igreja é realizada por duas aberturas, cada uma dando acesso às naves laterais desta e a nave principal da igreja é rodeada por filas de colunas em três dos seus lados. No exterior é perceptível o espaço que corresponde à nave central, pois esta é mais alta que o restante volume da igreja e a sua cobertura também se destaca no conjunto. Na igreja, todas as medidas utilizadas são proporcionais entre si, desde a espessura das paredes, o espaçamento entre os pilares, as dimensões dos espaços, entre outras. Tal como já foi referido, o seu sistema não se regia por medidas concretas e fixas matematicamente, mas por razões estabelecidas entre os diferentes elementos e a sua proporção torna-se perceptível ao olhar e à vivência do espaço. A luz entra neste espaço a partir do volume mais elevado da nave principal, através de aberturas rectangulares a toda a sua volta. O mobiliário existente, como os bancos e os objectos utilizados nas celebrações religiosas, assim como o restante mobiliário utilizado na abadia, foi projectado por Van der Laan, de formas simples e em madeira, tal como o tecto da igreja, também em madeira escura, valorizando mais uma vez a riqueza que os materiais transmitem aos espaços. A torre sineira da igreja localiza-se junto ao volume da entrada e apresenta-se com uma base rectangular, em que o som dos cinco sinos que nela se encontram correspondem à escala pitagórica.

Por fim, em 1968 concluiu-se a ampliação da abadia com a construção da biblioteca, da sacristia e da galeria aberta. O corpo situado a Norte, que contém a sacristia e a biblioteca, tem uma forma rectangular simples. A sacristia, que se localiza junto à igreja tem uma fila de pilares ao centro, ao longo do seu comprimento, e o mobiliário, as vestes e os objectos litúrgicos foram todos concebidos por Van der

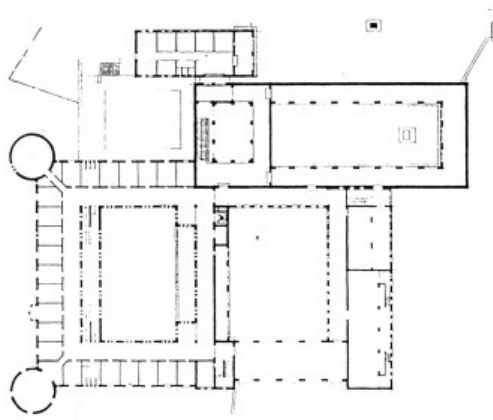


Fig.124 - Planta geral da Abadia de Vaals



Fig.125 - Pé-direito duplo da biblioteca



Fig.126 - Galeria aberta



Fig.127 - Relação do claustro com a galeria



Fig.128 - Claustro e igreja da Abadia de Vaals

Laan. No seguimento deste espaço encontra-se a biblioteca, também com uma fila de pilares na sua extensão, mas estes não se encontram centrados, definindo assim duas zonas distintas. O espaço mais estreito, em pé-direito duplo, contém as escadas que permitem o acesso ao piso superior, enquanto o espaço mais largo, em dois pisos, é ocupado pelas estantes e zonas de leitura.

O novo claustro começa então a ganhar forma, com três dos seus lados delimitados, a Norte o edifício existente, a Oeste a igreja e a Sul a sacristia e a biblioteca. O seu quarto lado, a Este, é encerrado por uma galeria aberta com grandes janelas, virada para o espaço central verde. Esta galeria funciona como um espaço de transição entre o interior e o exterior da abadia, diminuindo a separação entre estes dois elementos, ou seja, o espaço natural e o espaço construído, sendo uma procura constante no trabalho do arquitecto.

O conjunto arquitectónico foi projectado de forma a respeitar as necessidades e as regras pelas quais os monges beneditinos se guiavam, mas também foi elaborado respeitando a teoria de Hans van der Laan. O projecto é dotado de uma extrema clareza e simplicidade que se transmite a partir da utilização do seu sistema proporcional e dos materiais utilizados, pois estes são expostos em todos os espaços, como o betão, o tijolo, a madeira e a pedra.

A utilização do número plástico permitiu tornar toda a construção proporcional, através das medidas que não se vêem, mas que se percebem, tornando o conjunto simples e harmonioso. A proporção existente é perceptível através das razões definidas pelo número plástico, 3:4 e 1:7, que determinam os limites a partir dos quais o nosso intelecto compreende a relação próxima entre as medidas. O número plástico foi empregue na sua construção como um guia para criar os espaços, para relacionar os espaços entre si e com o todo arquitectónico e também para a utilização dos materiais, desprovidos de qualquer exuberância, valorizando a



Fig.129 - Abadia de Vaals

estrutura e a arquitectura. O espaço exterior é de grande importância para o arquitecto, pois a natureza surge no interior do espaço arquitectónico, relacionando-a com o homem, através de grandes janelas que permitem a criação de efeitos de luz natural nos espaços interiores, e a observação da paisagem exterior, sentindo-se a união com o meio envolvente.

Conclusão

Este estudo permitiu constatar que a música desempenhou um papel fundamental na história da arquitectura, tendo uma grande influência na elaboração de várias teorias no decorrer dos séculos. Era atribuído um grande valor à música, sendo esta muito importante, não só pelo seu significado cósmico e universal, acreditando-se que representava a harmonia divina e a perfeição de Deus, mas também pela sua pertença ao conjunto das disciplinas matemáticas, o já referido *quadrivium*. Desta forma era então considerada uma das disciplinas mais importantes do conhecimento e a base de várias áreas do saber. Acreditava-se que o universo se regia segundo leis inerentes à música, proporcionando a atribuição de um grande interesse a esta disciplina. Verificou-se que durante as várias épocas históricas, esta arte fez parte da aprendizagem de muitos artistas, nomeadamente no Renascimento, em que era considerada essencial para a formação dos arquitectos.

Neste contexto, a relação entre a música e a arquitectura teve como fundamento séculos de história da arte, em que foram vários os artistas e teóricos que se dedicaram à sua investigação e ao seu conhecimento, extraindo dela as regras que regulam a arquitectura e o mundo. Com estes autores verificou-se que a relação entre a música e a arquitectura é compreendida desde a Antiguidade, e a vontade de saber sempre mais e de lhe conceder novas interpretações esteve presente na mente de vários artistas no decorrer da história. A manifestação desta relação deu-se principalmente por meio da matemática e das razões numéricas, criando uma base rigorosa para a sua aplicação na arquitectura.

Foi intenção deste trabalho incidir na compreensão das relações existentes entre a música e a arquitectura e a demonstração deste pensamento, sempre presente ao longo dos diferentes períodos da história, tendo como objectivo perceber de que forma evoluiu e como se aplica hoje em dia na arquitectura e na mente dos arquitectos. Foi realizado um enquadramento histórico de forma a compreender a evolução desta relação e do conceito de proporção, expondo algumas teorias, de diferentes autores, associadas a este tema, demonstrando a ligação entre a música, a arquitectura e, conseqüentemente, a matemática. De seguida, analisaram-se dois sistemas de proporção, de diferentes arquitectos, aprofundando o seu desenvolvimento e a sua compreensão, para que fosse possível entender qual a sua aplicação na actualidade. Para isso foram estudados o *Modulor* de Le Corbusier, e também a sua aplicação por Iannis Xenakis, e o Número Plástico de Dom Hans van der Laan.

Ao observar o desenvolvimento destes dois sistemas distintos de proporção, foi perceptível a diferente forma de abordar o tema da proporção e das relações matemáticas. Permitiram reconhecer dois métodos de proporção diferentes, mas

ambos com o mesmo objectivo, atingir a harmonia e a proporção na arquitectura. O *Modulor* consiste num método mais geométrico e matemático, envolvendo alguns cálculos na sua formulação, enquanto o Número Plástico é um conceito menos matemático e mais de percepção visual, consistindo na noção de pertença a um grupo de medidas pelo nosso intelecto. Ambos são sistemas rigorosos, mas de formas diferentes, pois o *Modulor* faculta medidas exactas que devem ser utilizadas, enquanto o Número Plástico não possui medidas concretas, mas antes a noção de proporção visual. Uma outra diferença entre estes dois sistemas consiste nos limites das proporções, ou seja, enquanto o *Modulor* se estende para o infinito, pois desde que as medidas constem nas ‘séries azul e vermelha’ consideram-se proporcionais, sem interessar o quão distantes possam ser umas das outras, no Número Plástico as medidas não são infinitas, pois existem limites dentro dos quais se consideram as medidas como sendo proporcionais, porque Van der Laan considerava que para além desses limites, as medidas já se tornavam muito afastadas entre si perdendo-se a noção de proporção.

Além destas diferenças entre a formulação dos dois sistemas de proporção, existem outras que se devem ao modo como cada arquitecto interpreta a arquitectura. Para Le Corbusier a arquitectura devia ser feita à medida do homem, ter como base as suas medidas para então se adequar às suas necessidades, enquanto para Hans van der Laan a arquitectura era um complemento da natureza, que estabelecia a ligação entre o homem e a natureza, de forma que esta ficasse completa. Assim, o sistema de Le Corbusier, ao derivar das medidas humanas para servir o homem, proporciona uma arquitectura feita à escala do homem e em que os espaços interiores se relacionam com este, logo, a forma exterior do edifício torna-se uma consequência do seu interior, como se verificou na Unidade de Habitação, em que o edifício se concebeu pela junção de todos módulos, correspondentes aos

apartamentos. No entanto, para Van der Laan, ao fazer uma análise exaustiva da natureza e da forma como a arquitectura lhe deve pertencer, torna-se claro que o edifício arquitectónico é definido pelo seu exterior e pelos limites físicos que o arquitecto impõe na sua envolvente, de forma a delimitar o espaço arquitectónico inserido no espaço natural.

De acordo com Hans van der Laan, a arquitectura devia centrar-se mais nas preocupações estruturais e funcionais e não tanto nos elementos decorativos arquitectónicos. Com o seu sistema pretendia redescobrir os fundamentos iniciais da arquitectura e voltar às suas origens para assim a renovar, sem a preocupação da decoração, que, de acordo com Van der Laan, distrai o arquitecto do objectivo estrutural da arquitectura. Assim, para este, o espaço arquitectónico interior e os materiais de construção são mais importantes do que os elementos decorativos, enquanto com Xenakis nos apercebemos da importância estética de que pretende dotar a arquitectura. No Convento de La Tourette, a sua preocupação com a decoração é perceptível, não só pelas cores utilizadas em alguns pontos da igreja e pelos ‘canhões de luz’ que a iluminam, mas também se pode perceber isso pelos seus painéis de vidro, que dão uma ilusão de ondulação à fachada oeste do convento, criando um efeito estético visual. Em relação ao *Modulor*, percebe-se a diferença da utilização entre os dois arquitectos, pois Le Corbusier, ao construir à medida do homem, limita o seu sistema de proporção aos espaços interiores e de utilização directa do homem, enquanto Iannis Xenakis, além desta componente, que emprega no convento, como é o caso das celas dos monges, também utiliza o *Modulor* para criar elementos estéticos e decorativos, como os ‘painéis de vidro ondulantes’, cujas dimensões se baseiam no sistema de medidas, demonstrando que não serve apenas as necessidades do homem, como permite criar efeitos estéticos na obra arquitectónica.

Apesar das diferenças de abordagem dos sistemas de proporção por parte dos arquitectos, é perceptível que existem algumas semelhanças na criação dos espaços. Em relação ao interior dos edifícios este é pensado de forma a servir as necessidades a que se destinam e também no conforto interior, havendo sempre uma utilização prática dos diferentes espaços, sendo a sua organização coerente. A criação de cheios e vazios nas fachadas, além da valorização da luz natural, também permite um jogo de luz e sombras no interior dos edifícios e uma proximidade entre o espaço interior e a sua envolvente. Esta relação entre o interior e o exterior também é perceptível na preocupação com o enquadramento do edifício na paisagem e a sua integração no meio envolvente. Além disso, a simplicidade dos materiais utilizados e ao mesmo tempo a sua robustez, não só valoriza o aspecto original dos diferentes materiais, sem a necessidade de uma grande ostentação, permitindo uma harmonia entre a arquitectura e o espaço exterior que a rodeia.

Estes dois sistemas de proporção demonstram que podem existir várias interpretações sobre a harmonia e a proporção na arquitectura, sendo ambas uma forma correcta e exequível de a analisar, permitindo a sua aplicação nesta disciplina. Em relação ao *Modulor*, como Albert Einstein referiu após uma explicação de Le Corbusier sobre o seu sistema, “*é uma gama de proporções que torna o mal difícil, e o bem, fácil*”¹, permitindo construir à imagem do homem. Enquanto o Número Plástico representava para Hans van der Laan algo que podia ser comparado à criação de Deus, tendo referido que “*architecture then appears to be a game in which we replay, under the eyes of God, the whole system of the natural creation. We do with*

¹ Le Corbusier, *O Modulor*, tradução de Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010, p.79.

*seven measures what He has done with infinitely many*². No entanto, tal como os arquitectos referiram sobre os seus sistemas, estes não pretendem ser uma solução para todos os problemas da arquitectura, são apenas ferramentas que auxiliam e facilitam o desenho arquitectónico, tendo como base o rigor e a proporção.

Em síntese, estas ferramentas de trabalho permitem-nos olhar para a música de uma outra forma, pois recuando no tempo percebemos que foi através desta que a procura da harmonia e da proporção na arquitectura se tornou possível, unindo duas artes que à primeira vista não teriam nada em comum, criando uma base sólida e rigorosa que incentivou o seu uso por muitos arquitectos e teóricos ao longo da história. Esta forma de interpretar a música como ‘irmã’ da arquitectura não é um conceito unânime entre todos os artistas, mas também tudo o que é arte não cria reacções de concordância e de aprovação entre todas as pessoas. Esta é apenas uma forma de ver e de interpretar a arquitectura, como tantas outras, através das razões matemáticas presentes na música, com o objectivo de atingir a harmonia e a proporção visual. Na prática, quer seja pela utilização de um sistema de proporções matemático ou geométrico, quer seja pela vontade de estabelecer uma percepção visual e espacial da proporção, é possível encontrar relações e aspectos comuns que permitem estabelecer a relação entre estas duas artes, contribuindo com uma nova forma de pensamento, que, afinal, esteve sempre presente na arquitectura.

² N.t.: a arquitectura aparenta ser um jogo em que repetimos, aos olhos de Deus, todo o sistema da criação natural. Fizemos com sete medidas o que Ele fez com infinitas.; Richard Padovan, *Proportion: Science, Philosophy, Architecture*, New York: Routledge, 2008, p.39.

Bibliografia

ALBERTI, Leon Battista, *Da Arte Edificatória*, tradução de Arnaldo Monteiro do Espírito Santo e revisão de Mário Júlio Teixeira Krüger, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2011, 770p., ISBN 9789723113747

ALMEIDA, Ana Paula, *O universo dos sons nas artes plásticas*, Lisboa: Colibri, 2007, 134 p., ISBN 9789727727070

ARNHEIM, Rudolf, *La forma visual de la arquitectura*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001, 229 p., ISBN 8425218276

BANDUR, Markus, *Aesthetics of total serialism – contemporary research from music to architecture*, Berlin: Birkhäuser, 2001, 93 p., ISBN 3764364491

BARTOLI, Lando, *Architettura e Musica*, Fucecchio: Quaderni Di Erba d'Arno, 1998, 35 p.

BLACKWELL, William, *Geometry in architecture*, New York: John Wiley & Sons, 1984, 185 p., ISBN 0471096830

BOËCE, *Traité de la Musique*, tradução de Christian Meyer, Turnhout, Belgium: Brepols Publishers, 2004, 351 p., ISBN 2503517412

BORDEN, Iain e RAY, Katerina Rüedi, *The Dissertation – an Architecture Student’s Handbook*, Great Britain: Architectural Press, 2007, 330 p., ISBN 9780750668255

BROOKS, H. Allen, *Le Corbusier – Essays by...*, New Jersey: Princeton University Press, 1989, 267 p., ISBN 0691002789

CAPANNA, Alessandra, “Iannis Xenakis: Architect of Light and Sound”, in *Nexus Network Journal*, vol.3, nº1, 2001, pp 19-26

CORBUSIER, Le, *O Modulor*, tradução de Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010, 267 p., ISBN 9789899556577

CORBUSIER, Le, *Modulor 2*, tradução de Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010 366 p., ISBN 9789899556577

CORBUSIER, Le, *Vers Une Architecture*, Paris: Flammarion, 1995, 245 p., ISBN 208081611X

DOCZI, Gyorgy. *The power of limits – proportional harmonies in nature, art, and architecture*, Boston: Shambhala, 1994, 150 p., ISBN 0877731934

DODDS, George e TAVERNOR, Robert, *Body and Building – Essays on the Changing Relation of Body and Architecture*, Cambridge: The MIT Press, 2005, 427 p., ISBN 9780262541831

ECO, Umberto, *Como se faz uma Tese em Ciências Humanas*, tradução de Ana Falcão Bastos e Luís Leitão, Lisboa: Editorial Presença, 2008, 238 p., ISBN 9789722313513

ERLANDE-BRANDENBURG, Alain, PERNOUD, Régine, GIMPEL, Jean e BECHMANN, Roland, *Villard de Honnecourt – Disegni*, tradução de Chiara Formis, Milano: Editoriale Jaca Book, 1988, 142 p., ISBN 8476006705

FERRO, Sergio, KEBBAL, Chérif, POTIÉ, Philippe e SIMONNET, Cyrille, *Le Corbusier – Le Couvent de La Tourette*, Marseille: Editions Parenthèses, 1987, 127 p., ISBN 286364047X

FLETCHER, Rachel, “The Golden Section”, in *Nexus Network Journal*, vol.8, nº1, 2006, pp 67-89

FRINGS, Marcus, “The Golden Section in Architectural Theory”, in *Nexus Network Journal*, vol.4, nº1, 2002, pp 9-32

GHYKA, Matila C., *Filosofía y Mística del Número*, tradução de Roser Berdagué, Barcelona: Ediciones Apóstrofe, 1998, 318 p., ISBN 8445501062

GRESLERI, Giuliano e GRESLERI, Glauco, *Le Corbusier – il programma litúrgico*, Bologna: Editrice Compositori, 2001, 239 p., ISBN 8877942622

Henry Moore Foundation External Programmes, Abdij Sint-Benedictusberg, Vaals and Inverleith House, *Art, Nature and Mathematics*, from a conference held at the Royal Botanic Garden, Edinburgh, on 4 March 2000, 102 p.

Henry Moore Foundation External Programmes, Abdij Sint Benedictusberg Vaals and Van der Laan Foundation, *The Line Under the Spell of its Measure*, from a conference held at the Stadhhal Heerlen, on 26 October 2001, 80 p.

HERSEY, George L., *Architecture and Geometry in the Age of the Baroque*, Chicago: The University of Chicago Press, 2000, 273 p., ISBN 0226327841

HERZ-FISCHLER, Roger, “Proportions in the Architecture Curriculum”, in *Nexus Network Journal*, vol.3, n°2, 2001, pp 163-185

HUYLEBROUCK, Dirk e LABARQUE, Patrick, “More True Applications of the Golden Number”, in *Nexus Network Journal*, vol.4, n°1, 2002, pp 45-58

JANSON, H. W., *História da Arte*, tradução de J. A. Ferreira de Almeida e Maria Manuela Rocheta Santos, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2005, 824 p., ISBN 9723104989

JENKINS, David, *Unité d’Habitation Marseilles – Le Corbusier*, London: Phaidon Press, 1993, ISBN 07148277703

JOUVEN, Georges, *L’Architecture Cachée – Tracés Harmoniques*, Paris: Dervy-Livres, 1986, 315 p., ISBN 2850761044

LAAN, Dom Hans van der, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983, 204 p., ISBN 9004069437

LINO, Raul, *Quatro Palavras sobre Arquitectura e Música*, Lisboa: Edição de Valentim de Carvalho, 1947, 52 p.

MARCH, Lionel, *Architectonics of Humanism – essays on number in architecture*, London: Academy Editions, 1998, 284 p., ISBN 0471977543

MARTIN, Elizabeth, *Architecture as a Translation of Music*, New York: Princeton Architectural Press, 1994, 78 p., ISBN 1568980124

MUECKE, Mikesch e ZACH, Miriam, *Resonance – Essays on the Intersection of Music and Architecture*, Ames: Culicidae Architectural Press, 2007, 305 p., ISBN 1847283373

MUGA, Henrique, *Psicologia da Arquitectura*, Canelas: Edições Gailivro, 2005, 262 p., ISBN 9895572417

NEROMAN, D., *Le Nombre d'Or*, Paris: Dervy, 1981, 247 p., ISBN 2850767476

NEVEUX, Marguerite e HUNTLEY, H. E., *Le nombre d'or – Radiographie d'un mythe suivi de La divine proportion*, Paris: Éditions du Seuil, 1995, 328 p., ISBN 2020259168

PACIOLI, Luca, *La Divina Proporción*, Madrid: Akal, 1991, 204 p., ISBN 8476007876

PADOVAN, Richard, *Proportion: Science, Philosophy, Architecture*, New York: Routledge, 2008, 390 p., ISBN 0419227806

PANOFSKY, Erwin, *O significado nas artes visuais*, tradução de Diogo Falcão, Lisboa: Editorial Presença, 1989, 215 p., ISBN 9722309889

PETIT, Jean, *Un Couvent de Le Corbusier*, Paris: Les Éditions de Minuit, 1961, ISBN 2707313459

PINTORE, Angela, “Musical Symbolism in the Works of Leon Battista Alberti – From De re aedificatoria to the Rucellai Sepulchre”, in *Nexus Network Journal*, vol.6, n°2, 2004, pp 49-70

PONT, Graham, “Philosophy and Science of Music in Ancient Greece – The Predecessors of Pythagoras and their Contribution”, in *Nexus Network Journal*, vol.6, n°1, 2004, pp 17-29

POTIÉ, Philippe, *Le Corbusier: Le Couvent Sainte Marie de La Tourette*, Basel: Birkhäuser, 2001, 136 p., ISBN 3764362987

PURINI, Franco, *Compor a Arquitectura*, tradução de Marta Dabraio Silva, Lisboa: ACD Editores, 2009, 127 p., ISBN 9789728855574

RASMUSSEN, Steen Eiler, *Viver a Arquitectura*, revisão de José Eduardo Santa-Rita, Casal de Cambra: Caleidoscópio – Edição e Artes Gráficas, 2007, 197 p., ISBN 9789898010995

RYKWERT, Joseph, *The Dancing Column – on Order in Architecture*, Cambridge: The MIT Press, 1996, 598 p., ISBN 0262181703

SCHOLFIELD, P. H., *The Theory of Proportion in Architecture*, Cambridge: University Press, 2011, 155 p., ISBN 9780521243155

SCRUTON, Roger, *Estética da Arquitectura*, tradução de Maria Amélia Belo, Lisboa: Edições 70, 2010, 296 p., ISBN 9789724416076

SIMSON, Otto von, *A Catedral Gótica*, tradução de João Luiz Gomes, Lisboa: Editorial Presença, 1991, 210 p., ISBN 9722313045

STRAVINSKY, Igor, *Poetics of Music - in the Form of Six Lessons*, Cambridge: Harvard University Press, 1993, 160 p., ISBN 0674678567

TAVARES, Domingos, *Andrea Palladio – a grande Roma*, Porto: Dafne Editora, 2008, 137 p., ISBN 9789898217011

TAVARES, Domingos, *Leon Battista Alberti – teoria da arquitectura*, Porto: Dafne Editora, 2003, 139 p., ISBN 9729901937

THOENES, Christof, *Sebastiano Serlio*, Milano: Electa, 1989, 235 p., ISBN 8843529528

VERDE, Alberto Ferlenga Paola, *Dom Hans van der Laan – le opere, gli critti*, Milano: Electa, 2000, 201 p., ISBN 8843572199

VITRÚVIO, Marco, *Tratado de Arquitectura*, tradução de M. Justino Maciel, Lisboa: IST Press, 2009, 454 p., ISBN 9728469438

WITTKOWER, Rudolph, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, New York: The Norton Library, 1971, 173 p., ISBN 0393005992

XENAKIS, Iannis, *Music and Architecture*, tradução de Sharon Kanach, New York: Pendragon Press, 2008, 338 p., ISBN 9781576471074

Fonte das Imagens

- Fig.1 <http://www.lisakaborycha.com/drupal/node/17>
- Fig.2 <http://historiadaartemarciocarneiro.blogspot.pt/2011/09/escola-de-atenas-de-rafael-sanzio.html>
- Fig.3 <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/seminario/musica/pitagoras.htm>
- Fig.4 <http://clubedegeometria.blogspot.pt/>
- Fig.5 http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/Usrn/fundoro/web_fcohc/002_proyectos/bachillerato/filosofia/pitagorismo_02.html
- Fig.6 <http://www.wikideep.it/scala-pitagorica/>
- Fig.7 <http://historiadaartemarciocarneiro.blogspot.pt/2011/09/escola-de-atenas-de-rafael-sanzio.html>
- Fig.8 http://radeiris.blogspot.pt/2009_10_04_archive.html
- Fig.9 <http://www.wisdomportal.com/Dante/Dante55Plato.html>
- Fig.10 http://umpoucodematematica.no.sapo.pt/113_palavras_r_z.htm

Fig.11_<http://cmup.fc.up.pt/cmup/pick/Manhas/SolidosPlatonicosTexto.html>

Fig.12_<http://articulos.sld.cu/diabetes/2011/07/13/la-divina-proporcion-del-cuerpo-humano-el-hombre-de-vitruvio-que-utilizo-leonardo-da-vinci/>

Fig.13_Marco Vitrúvio, *Tratado de Arquitectura*, tradução de M. Justino Maciel, Lisboa: IST Press, 2009

Fig.14_Marco Vitrúvio, *Tratado de Arquitectura*, tradução de M. Justino Maciel, Lisboa: IST Press, 2009

Fig.15_<http://espacoememoria.blogspot.pt/2010/12/descoberto-um-manuscrito-de-leonardo-da.html>

Fig.16_<http://kolagens.wordpress.com/>

Fig.17_http://www.lemaze-studio.com/cgi-bin/webdata_pro.pl?_cgifunction=search&_layout=canvas&products.canvas=yes&products.artist3=De%20Honnecourt,%20Villard

Fig.18_http://www.lemaze-studio.com/cgi-bin/webdata_pro.pl?_cgifunction=search&_layout=canvas&products.canvas=yes&products.artist3=De%20Honnecourt,%20Villard

Fig.19_http://www.lemaze-studio.com/cgi-bin/webdata_pro.pl?_cgifunction=search&_layout=canvas&products.canvas=yes&products.artist3=De%20Honnecourt,%20Villard

Fig.20_<http://freemasonry.bcy.ca/architecture/honnecourt/xxxvii.html>

Fig.21_<http://duglan.blogspot.pt/2011/02/deus-geometra.html>

Fig.22_Otto von Simson, *A Catedral Gótica*, tradução de João Luiz Gomes, Lisboa: Editorial Presença, 1991

Fig.23_<http://filosofia2008-boecio.blogspot.pt/>

Fig.24_<http://www.lib.cam.ac.uk/Newsletters/nl36/>

Fig.25_Rudolph Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, New York: The Norton Library, 1971

Fig.26_<http://leonardodavinci.stanford.edu/submissions/clabaugh/history/othermen.html>

Fig.27_<http://www.britannica.com/EBchecked/media/95918/Leon-Battista-Alberti-1460-engraving-dated-1754>

Fig.28_Lionel March, *Architectonics of Humanism – essays on number in architecture*, London: Academy Editions, 1998

Fig.29_Richard Padovan, *Proportion: Science, Philosophy, Architecture*, New York: Routledge, 2008

Fig.30_Marcus Frings, “The Golden Section in Architectural Theory”, in *Nexus Network Journal*, vol.4, nº1, 2002, pp 9-32

Fig.31_<http://thearchitectureofugliness.blogspot.pt/2010/08/serlios-ugly-composite-order.html>

Fig.32_Rudolph Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, New York: The Norton Library, 1971

Fig.33_http://www.rinascimentoitaliano.com/jacopo_barozzi_da_vignola.html

Fig.34_<http://www.nndb.com/people/828/000084576/>

Fig.35_Richard Padovan, *Proportion: Science, Philosophy, Architecture*, New York: Routledge, 2008

Fig.36_George L. Hersey, *Architecture and Geometry in the Age of the Baroque*, Chicago: The University of Chicago Press, 2000

Fig.37_<http://www.univ-ab.pt/~bidarra/hyperscapes/video-grafias-279.htm>

Fig.38_<http://clubedegeometria.blogspot.pt/2008/02/rectngulo-de-ouro.html>

Fig.39_<http://thonyc.wordpress.com/2010/10/14/where-the-pictures-came-from/>

Fig.40_Lionel March, *Architectonics of Humanism – essays on number in architecture*, London: Academy Editions, 1998

Fig.41_<http://www.tanglewoodconservatories.com/blog/2011/10/adventures-steel>

Fig.42_<http://estilocool.wordpress.com/2011/02/23/oniomaniaoculos-redondos/>

Fig.43_<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=71&IrisObjectId=undefined&sysLanguage=fr-fr&itemPos=1&sysParentId=71>

Fig.44_<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=71&IrisObjectId=undefined&sysLanguage=fr-fr&itemPos=1&sysParentId=71>

Fig.45_<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=71&IrisObjectId=undefined&sysLanguage=fr-fr&itemPos=1&sysParentId=71>

Fig.46_<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=15&IrisObjectId=6943&sysLanguage=fr-fr&itemPos=1&sysParentId=15&clearQuery=1>

Fig.47_<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=15&IrisObjectId=6943&sysLanguage=fr-fr&itemPos=1&sysParentId=15&clearQuery=1>

Fig.48_http://www.christies.com/lotFinder/lot_details.aspx?intObjectID=5404335

Fig.49_<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=15&IrisObjectId=6943&sysLanguage=fr-fr&itemPos=1&sysParentId=15&clearQuery=1>

Fig.50_<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=15&IrisObjectId=6943&sysLanguage=fr-fr&itemPos=1&sysParentId=15&clearQuery=1>

Fig.51_Esquema da minha autoria, baseado nos desenhos presentes em Le Corbusier, *O Modulor*, tradução de Marta Sequeira, Lisboa: Orfeu Negro, 2010

Fig.52_<http://www.geocities.ws/kvtang77/book-review/book.html> (adaptado)

Fig.53_<http://coisasdaarquitectura.wordpress.com/2010/06/30/quem-acredita-no-modulor/>

Fig.54_<http://opiniaosingela.blogspot.pt/2011/10/1887-nasce-o-arquiteto-le-corbusier.html>

Fig.55_Roger Herz-Fischler, “Proportions in the Architecture Curriculum”, in *Nexus Network Journal*, vol.3, n°2, 2001, pp 163-185 (adaptado)

Fig.56_<http://www.f-i-ts.de/blog/medien/fi-ts-und-das-fifa-wm-logo/>

Fig.57_http://www.mat.uel.br/geometrica/php/dg/dg_4t.php

Fig.58_<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=15&IrisObjectId=6943&sysLanguage=fr-fr&itemPos=1&sysParentId=15&clearQuery=1>

Fig.59_<http://danilo.arq.br/textos/classicismo-coordenacao-modular-e-habitacao/>

Fig.60_<http://www.wastedtalent.com.ar/?tag=modulor>

Fig.61_http://www.extraextra.org/Review_Art_Le_Corbusier_09.html

Fig.62_<http://tipografos.net/design/modulor.html>

Fig.63_<http://theurbanearth.wordpress.com/2008/08/09/le-corbusier-le-grand/>

Fig.64_David Jenkins, *Unité d’Habitation Marseilles – Le Corbusier*, London: Phaidon Press, 1993

Fig.65_<http://www.maisnet.net/2011/03/07/>

Fig.66_http://lviegas-intelligere.blogspot.pt/2012_01_01_archive.html

Fig.67_David Jenkins, *Unité d’Habitation Marseilles – Le Corbusier*, London: Phaidon Press, 1993

Fig.68_David Jenkins, *Unité d’Habitation Marseilles – Le Corbusier*, London: Phaidon Press, 1993

Fig.69_<http://www.cronologiadourbanismo.ufba.br/apresentacao.php?idVerbete=1384>

Fig.70_<http://gisica.blogspot.pt/2011/03/marseille-le-corbusier.html>

Fig.71_<http://padois.blogspot.pt/2010/03/unidade-de-habitacao-de-marselha.html>

Fig.72_David Jenkins, *Unité d’Habitation Marseilles – Le Corbusier*, London: Phaidon Press, 1993

Fig.73_<http://architecturalgrammar.blogspot.pt/2008/09/ctrlc-ctrlv-portuguesa.html>

Fig.74_ <http://gisica.blogspot.pt/2011/03/marseille-le-corbusier.html>

Fig.75_ <http://www.maisnet.net/2011/03/07/>

Fig.76_ <http://www.maisnet.net/2011/03/07/>

Fig.77_ <http://corocamarabejabiografias.blogspot.pt/2010/04/xenakis-iannis.html>

Fig.78_ <http://www.metropolismag.com/pov/tag/iannis-xenakis>

Fig.79_ <http://www.maisnet.net/tag/unidade-habitacional-de-marselha/>

Fig.80_ Roger Herz-Fischler, “Proportions in the Architecture Curriculum”, in *Nexus Network Journal*, vol.3, n°2, 2001, pp 163-185

Fig.81_ http://dmase-proyectos2.blogspot.pt/2007_12_01_archive.html

Fig.82_ <http://www.lumieresdelombre.com/tag/couvent%20de%20la%20Tourette>

Fig.83_ http://www.vivercidades.org.br/publique_222/web/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=1242&sid=5

Fig.84_ http://www.eveux.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=103

Fig.85_ Giuliano Gresleri e Glauco Gresleri, *Le Corbusier – il programma litúrgico*, Bologna: Editrice Compositori, 2001

Fig.86_ Sergio Ferro, Chérif Kebbal, Philippe Potié e Cyrille Simonnet, *Le Corbusier – Le Couvent de La Tourette*, Marseille: Editions Parenthèses, 1987

Fig.87_ <http://pscarvajal.blogspot.pt/2011/02/celda-del-monasterio-de-la-tourette.html>

Fig.88_ Sergio Ferro, Chérif Kebbal, Philippe Potié e Cyrille Simonnet, *Le Corbusier – Le Couvent de La Tourette*, Marseille: Editions Parenthèses, 1987

Fig.89_ <http://www.desacatados.com/post/76507->

[Convento_Sainte_Marie_de_la_Tourette_Le_Corbusier](http://www.desacatados.com/post/76507-)

Fig.90_ <http://coisasdaarquitectura.wordpress.com/2010/10/08/o-convento-de-la-tourette-e-o-tema-da-cruz/>

Fig.91_ <http://www.soloarquitectura.com/foros/showthread.php?44936-M%FAfica-y-arquitectura>

Fig.92_ Sergio Ferro, Chérif Kebbal, Philippe Potié e Cyrille Simonnet, *Le Corbusier – Le Couvent de La Tourette*, Marseille: Editions Parenthèses, 1987

Fig.93_ Sergio Ferro, Chérif Kebbal, Philippe Potié e Cyrille Simonnet, *Le Corbusier – Le Couvent de La Tourette*, Marseille: Editions Parenthèses, 1987

Fig.94_ <http://www.flickrriver.com/photos/29727266@N02/6101173488/>

Fig.95_ <http://brancochoque.wordpress.com/2011/09/17/xenakis-terretktorh-nonos-gamma-orquestra-sinfonica-do-porto-cdm/>

Fig.96_ <http://sixiemeau7eme.blogspot.pt/2012/01/le-couvent-de-la-tourette-le-corbusier.html>

Fig.97_ <http://arquiteturaeopinio.blogspot.pt/2009/07/maravilhas-da-arquitetura-la-tourette.html>

Fig.98_ <http://www.flickr.com/photos/babbara/4923975736/>

Fig.99_ <http://arquiteturaeopinio.blogspot.pt/2009/07/maravilhas-da-arquitetura-la-tourette.html>

Fig.100_ <http://thebookof8.tumblr.com/page/3>

Fig.101_ <http://www.henry-moore.org/hmf/shop/hmi-exhibition-catalogues/147-dom-hans-van-der-laan--art-nature-mathematics>

Fig.102_ Richard Padovan, *Proportion: Science, Philosophy, Architecture*, New York: Routledge, 2008

Fig.103_ Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983

Fig.104_ Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983

Fig.105_Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983

Fig.106_Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983

Fig.107_Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983

Fig.108_Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983

Fig.109_Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983

Fig.110_Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983

Fig.111_Dom Hans van der Laan, *Architectonic Space*, tradução de Richard Padovan, Leiden: E. J. Brill, 1983

Fig.112_ <http://blog.vrplumber.com/index.php?/archives/2005/09/C3.html>

Fig.113_ <http://flickrhivemind.net/Tags/benedictijnen/Timeline>

Fig.114_ <http://eng.archinform.net/projekte/6609.htm>

Fig.115_ <http://www.benedictusberg.nl/gb/home.html>

Fig.116_ <http://middletonvanjonker.com/2012/02/10/st-benedictusberg-vaals-drawings/>

Fig.117_ Alberto Ferlenga Paola Verde, *Dom Hans van der Laan – le opere, gli critti*, Milano: Electa, 2000

Fig.118_ <http://middletonvanjonker.com/2012/02/10/st-benedictusberg-vaals-drawings/>

Fig.119_ <http://middletonvanjonker.com/2012/02/10/st-benedictusberg-vaals-drawings/>

Fig.120_ <http://www.tumblr.com/tagged/religious-building>

Fig.121_ <http://www.vanderlaanstichting.nl/en/theplasticnumber/explanation/applicationinthechurchinVaals>

Fig.122_ <http://www.vanderlaanstichting.nl/en/theplasticnumber/explanation/applicationinthechurchinVaals>

Fig.123_ http://theartofmemory.blogspot.pt/2008_10_01_archive.html

Fig.124_ <http://www.tumblr.com/tagged/religious-building>

Fig.125_ <http://middletonvanjonker.com/2012/02/10/st-benedictusberg-vaals-drawings/>

Fig.126_ <http://flickrhivemind.net/Tags/guldensnede/Interesting>

Fig.127_ <http://www.wylde.ie/index.php/dream/>

Fig.128_ <http://rkleiden.nl/nieuws/kapelaan-remery-over-dom-van-der-laan/>

Fig.129_ <http://www.wylde.ie/index.php/dream/>

Fig.130_ <http://www.st-benoit-du-lac.com/congregation/adresses.html>

